

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem Faculté
des Sciences de la Nature et
de la Vie



جامعة عبد الحميد بن
باديس مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

Boudjaltia Abdelkader & Mehdadi Fathia

Pour l'obtention du diplôme de:

MASTER

En Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

THEME

**Élaboration d'un yaourt liquide bio à la base du lait
de vache cru enrichis par Propolis et la résine
d'*Acacia arabica***

Soutenu publiquement le: 25/09/2024

DEVANT LE JURY:

Président	Mr CHADLI RABAH	Professeur	Univ. Mostaganem
Examineur	Mr NEBBACHE SALIM	M.C.A.	Univ. Mostaganem
Encadreur	Mme MENAD NAJETT	M.C.A.	Univ. Mostaganem
Co-encadreur	Mr MOGHTET SENOUCI	M.C.A.	Centre universitaire d'El Bayadh

ANNÉE 2023 /2024

Remerciement

Nous remercions notre créateur **Allah**, Grand et Miséricordieux, Le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail à terme.

Nous commençons par exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à

Mme MENAD NAJETT et **Mr. MOGHTET SENOUSI** qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, leur disponibilité et surtout pour leur patience dans l'encadrement de ce mémoire. Nous avons été satisfaits de leurs qualités exceptionnelles d'un bon enseignant, Merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit, veuillez trouver ici toutes les expressions de notre profonde gratitude et nos sentiments de respect.

Nous souhaitons exprimer notre respect et notre gratitude sincères. Nos remerciements vont également aux membres du Jury qui ont pris de leur temps pour évaluer ce modeste travail :

Nous tenons à exprimer notre très grande considération et notre profond respect à **Mr CHADLI RABAH**, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury malgré ses nombreuses responsabilités et occupations. Nous vous adressons un grand merci pour tout ce que nous avons appris grâce à vous au cours de nos années de graduation.

Nous remercions vivement **Mr NEBBACHE SALIM** pour avoir accepté d'examiner ce travail avec amabilité. Nous apprécions également tous ses efforts à notre égard ; nous avons toujours été satisfaits de sa qualité exceptionnelle en tant qu'enseignant.

Nous tenons à exprimer notre profonde et sincère gratitude et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémorandum, les techniciens des laboratoires de l'université de Mostaganem, **Mr. BOUKHATEM Toufik**, **Mme TAHLAITIAmina** et **Mr. SOWANE Abdelkader** pour leur aide précieuse, et leur présence constante en cas de besoin.

Nous remercions s'adressent, également, d'une manière particulière tous les enseignants relevant pour tout le savoir qu'ils nous ont prodigué durant notre cursus universitaire.

Dédicace

Tout au début, je tiens à remercier mon Dieu de m'avoir donné du courage et de patience afin de réaliser ce modeste travail.

*Je dédie d'abord ce modeste travail à ma petite famille : **mon épouse**, mon petit-fils **Mohammed** et mes petites filles : **Aicha** et **Fatima Zohra** et à mes frères et mes sœurs chacun en son nom pour leurs encouragements et leurs motivations pour mener à bien ce travail malgré les difficultés.*

*À mon partenaire dans ce travail et mon collègue **MEHDADI Fathia** pour tous les efforts qu'elle a déployés pour la réussite de ce travail.*

*À mes amis **Dr BOUKHTEM Toufik** et **Dr Walid Khaled** pour nous avoir aidés et je n'oublie pas non plus **Dr Ait Saada** pour son soutien à nos côtés dans la réalisation de ce travail.*

BOUDJELTIA Abdelkader

Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à :
Ceux qui, quel que soient les termes embrassés je n'arriverais jamais à leur exprimer mon
respect et mon amour sincère, pour son aide et soutien et sa patience, et pour le gout à
L'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur. Cette aventure n'aurait certainement pas
existé sans vous !*

Mon cher père

*À celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et de ses dévouements.
Source de ma vie, d'amour et d'affection, en témoignage de ma reconnaissance envers sa
confiance, ses sacrifices et sa tendresse...que Dieu vous protège et vous prête bonne santé
etlongue vie*

Ma chère mère

*À ma chère sœur **MEHDADI Wiam** qui m'a donnée tant d'amour et de soutien, que dieu te
bénisse et t'accorde succès et bonheur dans ta vie.*

*À toute ma famille **MEHDADI** et ma chère famille maternelle **SAHRAOUI** chacun de son
nom.*

*À mes chères amies **Nour el houda**, ...En souvenir de nos éclats de rire et des bons
moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que
notre amitié durera éternellement.*

*A mon binôme **BOUDJALTIA Abdelkader***

*Toutes les personnes qui me sont proches du cœur ou du sang dont les noms ne pourraient
secontenir dans cet espace.*

MEHDADI Fathia

Résumé

Le but de ce travail était d'essayer d'améliorer les propriétés organoleptiques, bactériologiques, physicochimiques en plus d'optimiser la valeur nutritionnelle du yaourt liquide en ajoutant de la poudre de Propolis, de la résine d'*Acacia arabica* ou les deux ensembles à différentes concentrations. En termes de ce travail 6 mélanges du yaourt ont été formulés en variant les quantités de la poudre de la Propolis, la poudre de la résine d'*Acacia arabica*.

Les résultats de contrôle microbiologique du lait de vache cru utiliser dans la fabrication du yaourt sont conformes aux normes de la réglementation Algérienne. Il est exempt de coliformes totaux et fécaux ainsi que de staphylocoques et salmonelles. Les résultats du pH et de l'acidité titrable, le teneur en matière grasse, le taux de la matière sèche des yaourts formulés étaient conformes aux normes réglementaires Algériennes ($4.3 < \text{pH} < 4.6$; $80 < ^\circ\text{D} < 100$).

La Propolis a optimisé quelques caractéristiques physico-chimiques tels que la teneur en matière sèche et en sels minéraux mais légèrement, ainsi les propriétés sensorielles des yaourts notamment l'odeur. Cependant, leur goût amer et leur puissant effet antibactérien en particulier contre les ferments lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) a conduit à une diminution significative des bactéries lactiques du yaourt au point de les rendre inexistantes, ce qui fait perdre au yaourt ses propriétés probiotiques et cela à toutes les concentrations utilisées : 0,25g ; 0,50 g ; 0,75g et 1g.

Cet effet indésirable rend impossible l'incorporation de la Propolis dans le yaourt, contrairement à la résine d'*Acacia arabica* qui a stimulé la croissance des bactéries lactiques du yaourt en jouant le rôle d'un prébiotique et améliore la couleur et le texture du yaourt.

Mots-clés : Propolis, la résine d'*Acacia arabica*, yaourt liquide, qualité, conservation, lait de vache.

Abstract

The aim of this work was to try to improve the organoleptic, bacteriological, physicochemical properties and optimise the nutritional value of liquid yoghurt by adding Propolis powder, *Acacia arabica* resin or both together at different concentrations. In terms of this work, 6 yoghurt mixtures were formulated by varying the quantities of Propolis powder and *Acacia arabica* resin powder.

The results of the microbiological tests on the raw cow's milk used to make the yoghurt complied with Algerian regulatory standards. It is free from total and faecal coliforms, as well as staphylococci and salmonella. The results for pH and titratable acidity, fat content and dry matter content of the formulated yoghurts complied with Algerian regulatory standards ($4.3 < \text{pH} < 4.6$; $80 < ^\circ\text{D} < 100$).

Propolis has optimised some of the physico-chemical characteristics, such as dry matter and mineral salt content, but only slightly, as well as the sensory properties of yoghurts, particularly their smell. However, their bitter taste and powerful antibacterial effect, particularly against lactic ferments (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*), has led to a significant reduction in the lactic bacteria in the yoghurt, to the point of making them non-existent, which means that the yoghurt loses its pro-biotic properties at all the concentrations used: 0.25g, 0.50g, 0.75g and 1g.

This undesirable effect made it impossible to incorporate Propolis into the yoghurt, unlike *Acacia arabica* resin, which stimulated the growth of lactic bacteria in the yoghurt, acting as a prebiotic and improving the colour and texture of the yoghurt.

Key words: Propolis, *Acacia arabica* resin, liquid yoghurt, quality, storage, cow's milk.

الملخص

كان الهدف من هذا العمل محاولة تحسين الخصائص الحسية، البكتريولوجية والفيزيوكيميائية، وتحسين القيمة الغذائية للزبادي السائل من خلال إضافة مسحوق البروبوليس أو الصمغ العربي أو كلاهما معاً بتركيزات مختلفة. في إطار هذا العمل، تم صياغة 6 خلطات من الزبادي عن طريق تغيير كميات مسحوق البروبوليس ومسحوق الصمغ العربي. أظهرت نتائج الاختبارات الميكروبيولوجية للحليب البقري الخام المستخدم في تصنيع الزبادي مطابقة للمعايير التنظيمية الجزائرية. حيث كان خاليًا من الكوليفورم الكلي والبرازي، بالإضافة إلى العنقوديات الذهبية والسالمونيلا. وكانت نتائج الأس الهيدروجيني والحموضة الكلية، ومحتوى الدهون، والمادة الجافة للزبادي المصنوع مطابقة أيضًا للمعايير الجزائرية ($D < 100^\circ > 80$ ؛ $ph < 4.6 > 4.3$).

قام البروبوليس بتحسين بعض الخصائص الفيزيوكيميائية مثل محتوى المادة الجافة والأملاح المعدنية، ولكن بشكل طفيف، وكذلك الخصائص الحسية للزبادي، خاصة الرائحة. ومع ذلك، فإن طعمه المر وتأثيره القوي المضاد للبكتيريا، وخاصة ضد الميكروبات اللبنية (*Streptococcus thermophiles* و *Lactobacillus bulgaricus*)، قد أدى إلى انخفاض كبير في بكتيريا الزبادي اللبنية لدرجة جعلتها غير موجودة، مما تسبب في فقدان الزبادي خصائصه البروبيوتكية عند جميع تركيزات البروبوليس المستخدمة: 0.25 جم، 0.50 جم، 0.75 جم و 1 جم. أدى هذا التأثير غير المرغوب فيه إلى استحالة دمج البروبوليس في الزبادي على عكس الصمغ العربي الذي حفّز نمو البكتيريا اللبنية في الزبادي، حيث عمل كمادة بريبيوتكية وحسن لون وقوام الزبادي.

الكلمات المفتاحية: البروبوليس، الصمغ العربي، الزبادي السائل، الجودة، التخزين، حليب الأبقار، *Acacia sp.*

Table des matières

Introduction	1
---------------------------	---

RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre I : Généralités sur le yaourt

I. Définition.....	3
I.1 Historique du yaourt.....	3
I.2 Réglementation.....	3
I.3 Les normes microbiologiques du yaourt.....	4
I.4 Les bactéries lactiques (<i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i>).....	5
I.5 Les bienfaits du yaourt.....	5
I.5.1 Les bienfaits nutritionnels.....	5
I.5.2 Les bienfaits thérapeutiques.....	6
I.6 Innovation du yaourt enrichi.....	6
I.7 Les caractéristiques du yaourt.....	7
I.7.1 Les caractéristiques microbiologiques.....	7
I.7.2 Les caractéristiques physico - chimiques.....	8
I.7.3 Les caractéristiques sensorielles.....	8

CHAPITRE 2 : Généralités sur la Propolis

II. Définition de Propolis.....	9
II.1 Éléments historiques.....	9
II.2 Récolte de la Propolis.....	9
II.2.1 Récolte de la Propolis par les abeilles.....	9
II.2.2 Récolte de la Propolis par l'homme.....	10
II.3 Source botanique et géographique de la Propolis au niveau mondiale.....	10
II.4 Origine de la Propolis produite en Algérie.....	11
II.5 Composition de la Propolis.....	11
II.6 Conservation de la Propolis.....	11
II.6 Propriétés physico-chimiques de Propolis.....	12
▪ Consistance.....	12
▪ Couleur.....	12
▪ Odeur.....	12
▪ Solubilité.....	12
▪ La densité.....	12
▪ Point de fusion.....	12
II.7 Propriétés thérapeutiques de la Propolis.....	14
II.7.1 Activité antioxydant.....	20
II.7.2 Activité antivirale.....	20
II.7.3 Activité anti-inflammatoire.....	20
II.7.4 Activité antibactérienne.....	14
II.7.5 Activité antifongique et antimycosique.....	14
II.7.6 Activité antiparasitaire.....	14
II.7.7 Activité antiallergique.....	15
II.8 Domaines d'utilisation de la Propolis.....	15
II.8.1 Utilisation de la propolis en médecine.....	15
II.8.2 La Propolis comme complément alimentaire chez les patients diabétiques.....	15

II.8.3	Utilisation de la Propolis comme additif cosmétique.....	15
II.8.4	Utilisation de la Propolis pour les animaux domestiques.....	16
II.8.5	Utilisation de la Propolis dans les matériaux d'emballage.....	16

CHAPITRE III : Généralités sur la résine de l'*Acacia arabica*

III.	La résine de l' <i>Acacia arabica</i>	17
III.1	Description botanique.....	17
III.2	Critères organoleptiques de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	18
III.2.1	Composition chimique de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	18
III.2.2	Structure chimique de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	19
III.2.3	Propriétés physico-chimiques de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	20
III.3	Propriétés thérapeutiques de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	20
III.3.1	Agent antioxydant.....	20
III.3.2	Agent anti-inflammatoire.....	20
III.3.3	Agent anticancéreux.....	20
III.3.4	Agent hypocholestérolémiant.....	21
III.3.5	Agent contre les maladies cardio-métaboliques.....	21
III.3.6	Agent hypoglycémique et anti-diabète.....	21
III.3.7	Agent anti-diarrhée et maladies gastro-intestinales.....	21
III.3.8	Agent antibactérienne.....	22
III.3.9	Un probiotique.....	32
III.3.10	Agent d'énergétique.....	32
III.3.11	Agent contre l'obésité.....	32
III.4	Domaine d'utilisation de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	22
III.4.1	Domaine de médecines.....	22
III.4.2	Domaine alimentaire.....	23
III.4.3	Domaine pharmaceutique.....	23
III.4.4	Domaine cosmétique.....	23

CHAPITRE IV : Matériel et Méthodes

IV.	Démarches expérimentales.....	24
IV.1	Préparation des échantillons.....	24
IV.1.2	Préparation de la poudre de Propolis.....	24
IV.1.3	Récolte de la la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	25
IV.1.4	Préparation de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	25
IV.2	Lait et ferments lactiques.....	25
IV.3	Analyse phisico-chimique des lait.....	25
IV.3.1	Dètremination du ph.....	25
IV.3.2	Dètremination de l'acidité titation.....	26
IV.3.3	Dosage de matière grasse.....	27
IV.3.4	Dètremination de la densité.....	27
IV.4	Analyses bactériologiques du lait.....	28
IV.4.1	Les germes aérobies à 30°C ou la flore totale aérobies mésophile (FTAM).....	28
IV.4.2	Les coliforme totaux et fécaux.....	28
IV.4.3	Les recherche et dénombrement de staphylococcus aureus.....	28
IV.4.4	La recherche et dénombrement des salmonelles.....	28
IV.5	Formulation du yaourt à boire à la Propolis et la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	30
IV.6	Analyse phosico-chimique des yaourts fabriqué.....	30
IV.6.1	Détermination de ph , acidité titrable et dosage de matière grasse.....	30
IV.6.2	Détermination de l'extrait sec totale	31
IV.6.3	Détermination teneur en cendres.....	32
IV.6.4	Dosage de matières grasse	32
IV.7	Analyse bactériologique des yaourts fabriqué	32
IV.8	Analyses sensorielles des yaourts fabriqués.....	33
IV.9	Analyse statistique..	34

CHAPITRE V : Résultats et Discussion

V.1	Caractéristiques physico-chimique du lait de vache.....	35
V.1.1	Détermination du pH.....	45
V.1.2	Détermination de l'acidité.....	35
V.1.3	Détermination de la densité.....	35
V.1.4	Détermination de matière grasse.....	35
V.2	Analyses physico-chimiques des yaourts formulés.....	36
V.2.1	Acidité titrable.....	36
V.2.2	pH mesuré.....	36
V.2.3	Taux de cendre (%).....	36
V.2.4	Extrait sec total (%).....	37
V.2.5	Taux de matière grasse.....	38

V.2.6 Résultats de recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux.....	39
V.2.7 Résultat de recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Salmonella</i> sp.....	39
V.3 Qualité microbiologique des yaourts.....	39
V.4 Analyse statistique de l'analyse sensorielle.....	40
V.4.1 Goût acide.....	40
V.4.2 Arrière-goût.....	41
V.4.3 La couleur.....	42
V.4.4 L'odeur.....	43
Discussion.....	44
Conclusion.....	49
Références bibliographiques.....	50
Annexe	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Le nombre de certains germes indicateurs et pathogène dans le yaourt selon les réglementations Codex Alimentarius.	5
Tableau 2: La valeur nutritionnelle du yaourt	6
Tableau 3: Source botanique et géographique de la Propolis au niveau mondial	11
Tableau 4 : Composition brute de la Propolis	13
Tableau 5: Classification taxonomique de la plante <i>Acacia arabica</i>	18
Tableau 6 : Résultat des analyses physicochimique du lait de vache	35
Tableau 7: Evaluation de l'acidité titrable (°D) des yaourts additionnés de Propolis et la résine de l' <i>Acacia arabica</i> au cours de la conservation.	36
Tableau 8 : Variations du pH des yaourts additionnés de la résine de l' <i>Acacia arabica</i> et Propolis	36
Tableau 9: Résultat des analyses microbiologiques du lait formulé	39
Tableau 10 : résultat des analyses microbiologiques du yaourts après 1jours	39
Tableau 11: Évolution du nombre de <i>Streptococcus thermophilus</i> (UFC/ml) des yaourts additionnés de Propolis et la résine de l' <i>Acacia arabica</i> au cours de la conservation	39
Tableau 12 : Évolution du nombre de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (UFC/ml) des yaourts additionnés de Propolis et la résine de l' <i>Acacia arabica</i> au cours de la conservation	40
Tableau 13: La comparaison des rangs moyens du caractère gout acide des yaourts formulés à l'aide du test de Friedman	40
Tableau 14: La comparaison des rangs moyens du caractère d'arrière-goût des yaourts formulés à l'aide du test de Friedman	41
Tableau 15: La comparaison des rangs moyens du caractère de couleur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman	42
Tableau 16 : La comparaison des rangs moyens du caractère de l'odeur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman	43

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Les bactéries lactiques du yaourt	5
FIGURE 2 : Propolis brute (photo originale)	9
FIGURE 3 : Récolte de la Propolis par les abeilles	10
FIGURE 4: Raclage de Propolis sur les flancs de la ruche	10
FIGURE 5 : La résine de l' <i>Acacia arabica</i>	17
FIGURE 6: Arbre d' <i>Acacia</i> sp	18
FIGURE 7: Structure de la résine de l' <i>Acacia arabica</i>	19
FIGURE 8 : La résine de l' <i>Acacia arabica</i>	25
FIGURE 9 : Les ferments lactique (photo originale)	25
FIGURE 10: Variations du taux de cendre des yaourts additionnés de la résine de l' <i>Acacia arabica</i> et Propolis au cours de la conservation.	37
FIGURE 11 : Variation du taux d'extrait sec total (%) des yaourts additionnés de Propolis et de la résine de l' <i>Acacia arabica</i> au cours de la conservation	37
FIGURE 12: Vriation du taux de la matière grasse (g/l) du yaourt témoin et des yaourts additionnés de Propolis et de la résine de l' <i>Acacia arabica</i> au cours de la conservation	38
FIGURE 13: La comparaison des rangs moyens du caractère "goût acide" des yaourts formulés	41
FIGURE 14: La comparaison des rangs moyens du caractère d'arrière-goût des yaourts formulés	41
FIGURE 15: La comparaison des rangs moyens du caractère "couleur" des yaourts formulés à l'aide du test de Friedman	42
FIGURE 16 : La comparaison des rangs moyen du caractère d'odeur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman.	43

Liste des abréviations

GA : La résine de l'*Acacia arabica*

P : Propolis

FAO : Food Agriculture Organisation

LB: *Lactobacillus bulgaricus*

ST: *Streptococcus thermophilus*

MRSA : Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*

MG : Matière grasse

EST : Extrait sec total

INTRODUCTION

Introduction

Les laits fermentés remontent probablement à l'Antiquité, avec des preuves indiscutables de leur consommation dès le Néolithique au Moyen-Orient et en Europe. Les produits varient en fonction des régions et des espèces animales (juments, yaks, vaches, etc.). La fabrication des laits fermentés et des yaourts impliquent l'ajout des ferments lactiques au lait pasteurisé, ce qui entraîne une coagulation naturelle (**Lecerf, 2020**).

Le terme "yaourt" désigne exclusivement les produits fermentés par les bactéries spécifiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. À la fin de leur fabrication, ces produits doivent contenir au moins un million des germes vivants par gramme (**Luquet, 1990**).

En Algérie, une grande quantité du lait de transformation est collectée et utilisée pour la production des produits laitiers tels que les fromages, les yaourts et le lait fermenté. Selon une étude réalisée par Danone Djurdjura en 2007, la consommation moyenne du yaourt en Algérie varie entre 5 et 6 kg par an. Cette consommation augmente chaque année en raison de la forte croissance démographique, de l'urbanisation et de l'amélioration du pouvoir d'achat de la population (**Tamime et Robinson, 1985**).

Au cours des dernières années, les industriels, particulièrement dans le secteur du lait et de ses dérivés, cherchent de nouveaux ingrédients pouvant être intégrés dans différentes préparations afin de développer de nouveaux produits biologiques, fonctionnels et sains, sans l'ajout d'additifs chimiques nocifs pour la santé, tout en répondant aux attentes des consommateurs.

La résine est un produit naturel obtenu à partir des exsudats de certaines espèces d'*Acacia*. Ce matériau solide se compose d'une fibre soluble non visqueuse constituée d'un mélange complexe comprenant des polysaccharides, des oligosaccharides, des glycoprotéines et des arabinogalactane. Il contient également divers monosaccharides tels que le galactose (389 g/kg), le rhamnose (95 g/kg) et l'arabinose (257 g/kg), ainsi qu'un acide organique prédominant, l'acide glucuronique (215 g/kg). La structure chimique de la résine est caractérisée par des chaînes ramifiées de D-galactopyranosyl (1-3) liées, incluant du L-arabinofuranosyl, du L-rhamnopyranosyl, du D-glucuronopyranosyl et du 4-O-méthyl-D-glucuronopyranosyl (**Al-Baadani et al., 2021**).

La Propolis est une substance naturellement visqueuse et collante, qui présente une palette de couleur allant du jaune clair au noir, en passant par le vert et le brun. Elle est

produite par les abeilles à partir des résines naturelles (**Philippe, 1993**). Il s'agit d'un mélange complexe des dérivés des plantes et des composés sécrétés par les abeilles. Elle est chimiquement composée de plus de 180 produits chimiques distincts (**Kuropatnicki *et al.*, 2013**).

La Propolis et la résine de l'*Acacia arabica* sont des ingrédients dont les avantages sont rarement exploités dans la production du yaourt.

L'objectif de ce travail est de contrôler l'effet de l'incorporation de poudre de Propolis et de la résine de l'*Acacia arabica* à différentes concentrations sur les changements dans les attributs physicochimiques, microbiologiques et sensoriels d'un type de yaourt fouetté pendant la période post-acidification de 21 jours de stockage en froid positif à 6°C. Cette étude vise également à optimiser le dosage optimal pour l'incorporation de Propolis et de la résine de l'*Acacia arabica* dans le yaourt liquide en vue de son utilisation potentielle dans le secteur agro- industriel, contribuant ainsi à la commercialisation d'un nouveau produit qui peut répondre aux besoins 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 Propolis et la résine de l'*Acacia arabica*.
- La deuxième partie fait une description très exhaustive du matériel et des méthodes utilisées afin d'aboutir les objectifs assignés dans cette étude expérimentale.
- 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.

RAPPELS
BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre I

Généralités sur le yaourt

I. Définition

Le yaourt est défini par la Food and Drug Administration (l'administration américaine des denrées alimentaires et médicamenteuses) (FDA) comme un produit laitier (crème, lait entier, lait partiellement écrémé et lait écrémé) fermenté par deux espèces de bactéries lactiques : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et qui doit être viables, actives et abondantes pendant toute la durée de vie de cet aliment pas moins de 10^7 UFC (unité formant colonie) par gramme (**Codex Alimentaires Commission, 1975**). On peut ajouter ou non au yaourt d'autres ingrédients (lait en poudre écrémé, lait écrémé concentré, lactose, lactosérum modifié, etc.) visant à enrichi le yaourt en élevant la teneur en solide non gras de cet aliment.

I.1 Historique du yaourt

Le mot "yaourt" est venu du mot turc "yogurtmak", qui signifie épaisse, coaguler ou cailler (**Fisberg et Machado, 2015**). C'est un aliment ancien qui a porté plusieurs noms différents à travers le temps : kатыk (Arménie), dahi (Inde), zabadi (Égypte), mast (Iran), leben raib (Arabie saoudite Arabie), Laban (Irak et Liban), roba (Soudan), iogurte (Brésil), cuajada (Espagne), coalhada (Portugal), dovga (Azerbaïdjan) et matsoni (Géorgie, Russie et Japon). Les produits laitiers ferments sont consommés par l'homme dès qu'il a commencé à élever des animaux domestiques qui produisent du lait tels que (vaches, moutons et chèvres...etc.) sans connaître le principal responsable de la transformation du lait ni la méthode exacte vers 10 000–5 000 ans avant J- C (**Bodot et al., 2013**).

Les bienfaits de lait fermenté pour la santé humaine ont été mentionnés dans des écritures indiennes d'environ 6000 ans avant J-C (**Don et Patricia, 1998**). Il a également été mentionné la consommation de yaourt par les Turcs pendant l'époque médiévale dans les livres Diwan Lughat al-Turks par Mahmud Kashgari (Kashgari M. Diwan-Lugat at-Turk. Au milieu du 19^{ème} siècle, quand Louis Pasteur a clarifié, le processus de « la fermentation » et sa relation avec les microorganismes (les bactéries lactiques) après avoir fait un excellent travail sur différents types de fermentation (**Bordenave, 2003**) . Après cela en 1905 étudiant bulgare en médecine, Stamen Gligorov, a pu isoler pour la première fois du lait fermenté « *bacille bulgare* » *Bacillus bulgaricus* (aujourd'hui *Lactobacillus bulgaricus*), c'est une bactérie lactique utilisée actuellement dans la production du yaourt (**Bourlioux, 2007**).

Au début du 20^e siècle, le yaourt a trouvé un succès commercial lorsqu'Isaac Carasso, de Barcelone, a commencé à produire du yaourt avec des confitures.

Daniel Carasso, le fils d'Isaac Carasso en 1922 a créé l'entreprise espagnole Danone (Danone en France). Le premier laboratoire et usine du yaourt a été ouvert en France en 1932. Dans les États-Unis, le premier laboratoire et l'usine ont été ouvert en 1941. Depuis les années 1950, la technologie de la fabrication du yaourt s'est développée de manière fulgurante et le yaourt est devenu l'aliment le plus demandé sur le marché (**Shah, 2017**).

I.2 Réglementation

La composition du yaourt doit respecter les norme Codex pour les laits fermentés (**Codex Alimentaires Commission, 2003**) concernant le taux des matières grasses, de protéines, l'acidité et les quantités de solides non gras du lait. Néanmoins, pour des raisons technologiques (soit, gustatives ou textuelles, soit pour leurs propriétés probiotiques supplémentaires), on peut ajouter pendant la fermentation du yaourt d'autre souches de bactéries appelées probiotiques telles que *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* ou d'autre différentes espèces. Les probiotiques sont définis par le groupe

CHAPITRE I : Généralités sur le yaourt

mixte FAO/OMS sur l'alimentation et l'agriculture comme des microorganismes vivants qui fournissent pour la santé humaine des bénéfices lorsqu'ils sont consommés en quantités suffisantes (Freitas, 2017).

Les critères pris en compte par le Codex alimentaires et la FIL (Fédération Internationale Laitière) dans la réglementation du yaourt sont les suivants :

- 1. Dénomination :** elle varie dépend de la langue, mais l'appellation beaucoup utilisée est : yoghourt, yoghourt et yaourt.
- 2. Types du produit :** ils sont définis souvent en fonction de leur teneur en matière, grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yaourt partiellement écrémé ou maigre, yaourt écrémé, le yaourt sucré et le yaourt nature) (Syndifrais, 1997).
- 3. Taux de matière grasse :** Il doit être, inférieur à 3% dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé, entre 0,5 et 3% pour les yaourts partiellement écrémés et gale 0,5% dans le cas des yaourts écrémés (Vignola, 2002).
- 4. Teneur en protéines :** au moins 2,8% dans le produit fini (Luquet et Carrieu, 2005).
- 5. Type de ferment utilisé :** selon la FIL (Fédération Internationale Laitière), pour avoir le droit à l'appellation « yaourt », le lait doit êtreensemencé obligatoirement et exclusivement avec deux ferments *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* (Luquet et Carrieu, 2005).
- 6. Quantité de ferment contenue dans le produit fini et leurs viabilités :** d'après FIL, le yaourt doit contenir pas moins de 10^7 des ferments (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*) et qu'il faut rester vivantes pendant toutes la durée de vie du yaourt (Syndifrais, 2020).
- 7. Ingrédients laitiers :** lait pasteurisé, refroidi à la température idéale de la fermentation, écrémé, concentré, en poudre, crème et caséines etc (Syndifrais, 2020).
- 8. Ingrédients non laitiers :** plusieurs d'ingrédients non laitier qu'on peut incorporer dans le yaourt mais avec des quantités ne dépasses pas 3% en poids du produit fini (Syndifrais, 2020). Fixées par le Codex alimentarius et la FIL. Parmi ces ingrédients les fruits sous différentes formes (pulpe, jus, purée, sirop etc.), de céréales, de légumes ou de sucre.
- 9. pH :** La teneur en acide lactique détermine l'acidité du yaourt (pH). La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (Luquet et Carrieu, 2005).

I3 Les normes microbiologiques du yaourt

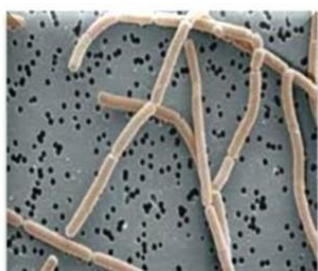
Le yaourt contient un nombre important des ferments (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*) tandis qu'on peut ajouter des probiotiques de genre *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* pour avoir plusieurs bénéfices : *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. lactis*, *BF. longum*, *BF. bifidus*...etc. (Nyanzi et al., 2021). Néanmoins, ce produit peut contenir des microorganismes non souhaitables, parfois pathogènes, provenant de l'environnement, ustensiles, additifs, emballage...etc. Ceci nécessite un contrôle microbiologique pour confirmer sa qualité microbiologique (Pal et al., 2015).

Tableau 1 : le nombre de certains germes indicateurs et pathogène dans le yaourt selon les réglementations Codex Alimentarius.

Germes	Normes
Coliformes totaux (UFC/1g)	≤10
Coliformes fécaux (UFC/1g)	≤1
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/1g)	<10
Levures (UFC/1g)	<102
Moisissures (UFC/1ml)	Absence
<i>Salmonella</i> (UFC/25g)	Absence

I.4 Les bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*)

Lactobacillus bulgaricus et *Streptococcus thermophilus* sont des bactéries lactiques du yaourt (figure N°01). Elles sont Gram positif, hétérotrophes et catalase-négatives. Ce sont des bactéries thermophiles. La température optimale de croissance de *Lactobacillus bulgaricus* est 47°C et 37°C pour *Streptococcus thermophilus*. La bactérie *L. bulgaricus* se présente sous forme de bâtonnet, allongée, mais *S. thermophilus* est en forme de Cocci (**Vignola, 2002**). Le yaourt est produit par la fermentation du lait par l'intervention de ces deux bactéries, ce qui entraîne la diminution du pH du lait au point isoélectrique de protéine de caséine (pHi = 4,6) provoquant la coagulation du lait (ou coagulum) (**FAO, 1998**). Ces deux espèces sont micros aérophiles, elles vivent en symbiose dans le yaourt.



a- *Lactobacillus bulgaricus*



b- *Streptococcus thermophilus*

Figure 1: Les bactéries lactiques du yaourt (**Boubchir-Ladj, 2011**)

I.5 Les bienfaits du yaourt

I.5.1 Les bienfaits nutritionnels

Le yaourt est un aliment dense en nutriments qui fournit la quantité journalière nécessaire à la croissance pour chaque élément essentiel : les protéines, la matière grasse, les glucides principalement le lactose, les vitamines et les minéraux.

Cet aliment est une source importante de calcium, une portion de 50 g du yaourt couvre 41% des besoins quotidiens recommandés en calcium pour un enfant de 5 ans (**McKinley, 2005**). Le tableau suivant résume la valeur nutritionnelle du yaourt :

Tableau 2: la valeur nutritionnelle du yaourt (McKinley, 2005).

Type du yaourt Composants	Yaourt nature (100 g)		
	Entier	Semi écrémé	Écrémé
Énergie (Kcal)	76	55	44
Protéines (g)	3,9	3,5	4,3
Lipides (g)	3,31	1,27	0,09
Acides gras non saturés (g)	2,12	0,82	0,05
Glucides (g)	7,2	6,7	5,5
Acide lactique (g)	1	1	1
Calcium (mg)	136	129	136

I.5.2 Les bienfaits thérapeutiques

Le lactose est le principal glucide trouvé dans le lait, c'est un disaccharide composé d'une molécule de glucose et de galactose. L'hydrolyse de lactose se fait par l'intervention de l'enzyme intestinal de l'homme la lactase. Un dysfonctionnement de cet enzyme provoque une maladie de l'intolérance au lactose due à la fermentation de lactose non décomposé dans le colon par les microflore coliques, ce qui provoque des symptômes gastro-intestinaux tels que ballonnements, diarrhée et douleurs abdominales (McKinley, 2005 ; Buchowski *et al.*, 2002).

Le yaourt est efficace pour les personnes souffrent de cette maladie grâce à l'activité de lactase des ferments lactiques du yaourt qui doit être d'au moins 10^8 UFC/g (Dennis, 2014).

L'équilibre optimal de la flore intestinale dépend de la bonne nutrition et qui donne une bonne santé, ce qu'on peut réaliser par la consommation régulière de yaourt, qui confère les ferments lactiques telles que lactobacilles et les bifidobactéries qui sont les principales bactéries apportées cet équilibre (McKinley, 2005).

Cependant, pour avoir l'effet probiotique recherché, il faut consommer quotidiennement au moins 100 g du yaourt qui offre au l'organisme le nombre convenable des probiotiques viables environ 10^8 (UFC) par millilitre (Lourens-Hattingh *et al.*, 2001).

Ces bactéries sont efficaces pour d'autres maladies intestinales (des maladies inflammatoires intestinales) et possèdent autres effet contre de nombreuses maladies, notamment: la prévention du syndrome hypercholestérolémie , la prévention des infections urogénitales, le soulagement de la constipation, la protection contre la diarrhée infantile, améliore la capacité de notre système immunitaire en protégeant contre cancer du côlon/vessie en augmentant la production de cytokines, et l'activité des lymphocytes T et cellules tueuses naturelles (NK) (McKinley, 2005).

Le yaourt est conseillé pour problèmes gastro-intestinaux. Tels que la maladie de Crohn, les ulcères colite et pochite, la prévention de la diarrhée associée aux antibiotiques, de l'entérocolite nécrosante chez les nouveau-nés (Guarner *et al.*, 2011).

I.6 Innovation du yaourt enrichi

La fabrication du yaourt a connu un énorme développement, en particulier ces derniers temps en raison de la grande concurrence entre les entreprises agroalimentaires dans le domaine des bienfaits nutritionnelles et thérapeutiques, ceci afin que le yaourt devienne à la fois un aliment riche en nutriment et un médicament efficace contre de nombreuses maladies, notamment liées à la digestion et aussi pour augmenter la demande du yaourt des

consommateurs et donc augmenter les bénéfiques.

Ces entreprises ne se sont pas arrêtées d'innover de façon continue en enrichissant le yaourt avec différents composés bioactifs naturels des légumes et fruits et même des microorganismes (les probiotiques) ce qui confère au yaourt une haute valeur nutritionnelle et un effet très important sur la santé humaine contre plusieurs maladies et améliore ses propriétés sensorielles (Brahmi *et al.*, 2022).

Le marché se diversifié avec plus de 3000 nouveaux produit chaque année (Agreste, 2011). On cite quelques exemples d'innovation survenues sur le yaourt :

1- Yaourt enrichi par polyphénols d'olive : ce composant est un fort antioxydant et empêche la diminution désagréable du pH du yaourt (Petrotos *et al.*, 2012).

2- Yaourt enrichi par ginseng rouge : accroît le contenu en lactose, en protéines et en minéraux (Jung *et al.*, 2016).

3- Yaourt enrichi par marc de pomme : le yaourt devenu riche en fibres alimentaires avec une amélioration importante dans certaines propriétés : la viscosité et la fermeté et la cohésion (Wang *et al.*, 2020).

4- Yaourt enrichi par le fruit de moine : c'est une édulcorante 0 calorie pour améliorer la qualité sensorielle du yaourt notamment en gout par son pouvoir sucrant de 300 fois supérieure à ce de sucre, ainsi c'est un antioxydant important (Buchilina et Aryana, 2020).

5- Yaourt enrichi par polyphénol de pelure de pomme : perfectionnement de la qualité sensorielle et l'activité antioxydante du yaourt (Ahmad *et al.*, 2020).

6- Yaourt enrichi par épiluchures de pomme de terre : amélioration de l'activité antioxydante et les propriétés organoleptiques du yaourt (Brahmi *et al.*, 2022).

7- Yaourt enrichi par poudre de pelure de pomme et de pépins de raisin : amélioration de la qualité sensorielle et les caractéristiques physico-chimiques du yaourt (Brahmi *et al.*, 2021).

8- Yaourt enrichi par les peaux de baies séchées et leur extrait aqueux : pour augmenter le teneur en composés phénoliques avec une capacité antioxydant importante (Raikos *et al.*, 2018).

9- Yaourt brassé au lait de chèvre enrichi par la poudre de figue : augmentation de l'acidité titrable, le taux de glucide et l'augmentation de nombre totale des ferments lactiques dans le yaourt. Ainsi, la figue améliore le gout, l'arôme et la texture du yaourt et cache le gout indésirable du lait de chèvre (Mahmoudi *et al.*, 2021).

10- Yaourt enrichi par poudre de coagulum de carotte encapsulé : amélioration de la couleur (orange) attirante, le gout, l'acceptabilité globale du yaourt (Snehal et Neena, 2020).

I.7 Les caractéristiques du yaourt

I.7.1 Les caractéristiques microbiologiques

Le yaourt doit avoir des propriétés microbiologiques particulières qui en font un aliment sur, sain et vital il faut que le yaourt doit pas plus de 10^7 UFC/g des ferments lactiques et qui doivent rester vivantes jusqu'à la date de péremption du yaourt, et donc le yaourt devient impropre à la consommation lorsque le nombre de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* dépasse 10^7 UFC/g selon les normes réglementaires. On peut trouver dans le yaourt d'autre bactéries non souhaitables tels que les entérobactéries (moins de 100 UFC/g) et les coliformes totaux (moins de 10 UFC/g), des moisissures et des levures mais à de nombre respecte les normes mais il ne doit pas contenir des bactéries

CHAPITRE I : Généralités sur le yaourt

pathogènes tels que *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes* (selon le règlement n° 2073/2005 de la commission Européenne du 15 novembre 2005 concerne les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires).

I.7.2 Les caractéristiques physico - chimiques

On fait l'évaluation des composants du yaourt, les teneurs en matière grasse, en protéines et en glucides (lactose) sont systématiquement contrôlées sur les produits finis.

La détermination de matière grasse (MG) du yaourt par méthode GERBER; les protéines sont dégradées par l'acide sulfurique ($d=1.82$), et la chaleur produite fait fondre la matière grasse. L'alcool iso-amylique ($d=0.81$) aide à la séparation de la matière grasse. La centrifugation permet la séparation des phases grasse et aqueuses.

La détermination de l'acidité titrable en acide lactique a été évaluée par titrimétrie par le NaOH 0.05N en présence de la phénophtaléine.

Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance, a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre. Les ions OH^- et H^+ vont créer de légères charges négatives et positives de part et d'autre de l'électrode qui est relié au pH-mètre. Le potentiel des charges calculé par ce dernier permet de déterminer la quantité d'ions dans l'échantillon.

I.7.3 Les caractéristiques sensorielles

L'étude des propriétés sensorielles du yaourt est obligatoire pour déterminer les qualités organoleptiques du yaourt fabriqué.

Les caractéristiques organoleptiques du yaourt varient principalement en fonction de son type (yaourt étuvé, brassé et liquide) ainsi du type du lait utilisé dans sa fabrication, de processus de fermentation et de condition du stockage (Seiji, 2019).

L'évaluation sensorielle est basée sur l'apparence du yaourt (la couleur, degré de synérèse), sa texture (onctuosité, fermeté et consistance), l'odeur et saveur et son goût, le sens le plus important pour le consommateur et qui joue un rôle majeur pour satisfaire le client (persistance, fraîcheur et avidité) (Catherine et Sandra, 2019).

Chapitre II :
Généralités sur Propolis

II. Définition de Propolis

Il s'agit d'une substance visqueuse et collante, dont la couleur varie du jaune clair au noir en passant par le vert et le brun (figure 2). Elle est fabriquée par les abeilles à partir de résines naturelles (Philippe, 1993). Le terme "Propolis" provient de la langue grecque, où "pro" signifie "devant" et "polis" signifie "ville". Ainsi, la phrase peut être traduite par substance défensive de la ruche (Anjum *et al.*, 2019).

Les abeilles recueillent une résine provenant des bourgeons, jeunes rameaux, et blessures de certains arbres et arbustes. Cette résine, conçue pour les protéger contre les attaques de microorganismes et d'insectes grâce à son effet répulsif, est ensuite mélangée par les abeilles avec de la cire et des enzymes produites par leur système glandulaire. Ce processus aboutit à la création d'une substance collante connue sous le nom de Propolis (Bogdanov, 2012).



Figure 2 : Propolis brute (photo originale)

II.1 Éléments historiques

Depuis l'Antiquité, la Propolis a été largement reconnue pour ses propriétés thérapeutiques, notamment dans le traitement des affections cutanées, des plaies et des infections. Les anciennes civilisations telles que les Égyptiens, les Grecs, les Romains et les Mayas ont exploités les produits de la ruche à des fins préventives, curatives et même alimentaires. Remontant à environ 300 ans avant notre ère, l'homme a utilisé la propolis comme un remède traditionnel, mettant en valeur ses vertus médicinales et ses bienfaits pour la santé (Seidel *et al.*, 2008 ; Veiga *et al.*, 2017).

Elle a été utilisée empiriquement pendant des siècles et elle a toujours été mentionnée comme un agent immun modulateur (Sforcin, 2016).

L'histoire atteste que les Égyptiens l'ont utilisé en médecine ainsi que pour embaumer les morts (Khalil, 2006). Aristote, qui a écrit six volumes sur les abeilles et leurs produits, recommande l'utilisation de la Propolis pour le traitement des plaies infectées. Ce remède naturel est également mentionné dans les récits de la guerre des Boers, où il était préparé avec de la vaseline et utilisé en chirurgie, produisant d'excellents résultats. Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'armée russe a également fait un large usage de la Propolis. Les Arabes étaient également familiers avec ses propriétés, Avicenne ayant distingué deux types de cire : la cire propre et la cire noire, cette dernière étant probablement la Propolis. Il a décrit ses caractéristiques en disant : "Par sa forte odeur, elle provoque des étournelements" et "Elle a la capacité d'extraire les pointes de flèches et d'épines, de purifier et d'adoucir efficacement" (Anjum *et al.*, 2019).

II.2 Récolte de la Propolis

II.2.1 Récolte de la Propolis par les abeilles

Au sein d'une colonie d'abeilles, le contingent d'individus dédiés à la collecte des résines et à la production de Propolis est généralement limité en nombre (Bans kota *et al.*, 2001 ;

Ciftci-Yilmaz *et al.*, 2017).

Les abeilles ouvrières spécialisées dans la collecte de résines localisent la source de ces dernières et les mâchent avec leurs mandibules. Elles mélangent ensuite les résines à d'autres substances issues de leurs propres sécrétions pour créer de la Propolis.

Une fois cette substance fabriquée, les abeilles la transportent vers la ruche en utilisant les corbeilles situées dans leurs pattes postérieures (**Harfouch *et al.*, 2016**). La quantité de Propolis produite varie en fonction de la race d'abeilles, de la flore butinée et de la saison. Dans une colonie donnée, la récolte de Propolis se situe généralement entre 100 et 300 grammes par ruche par an (figure 3) (**Sabir et Sumidarti, 2017**).



Figure 3 : Récolte de la Propolis par les abeilles

II.2.2 Récolte de la Propolis par l'homme

Traditionnellement, les apiculteurs récoltent la Propolis en grattant les cadres ou en plaçant une grille à l'intérieur de la ruche que les abeilles recouvrent de Propolis (figure 4) (**Lotfy, 2006 ; Kuropatnicki *et al.*, 2013**).

Après avoir récolté la Propolis brute avec beaucoup d'impuretés, il faut la nettoyer par les solvants appropriés, le plus souvent avec de l'alcool afin d'obtenir une teinture (**Segueni, 2011**).



Figure 4 : Raclage de Propolis sur les flancs de la ruche

II.3 Source botanique et géographique de la Propolis au niveau mondiale

Il existe plusieurs variétés de Propolis qui varient en fonction de l'espèce d'abeille, de la région géographique, de la diversité de la flore locale et de la disponibilité des plantes pendant la saison. Ainsi, on peut trouver des Propolis de différentes couleurs telles que le jaune ambre, le brun foncé, le vert ou le rouge. L'origine végétale de la Propolis influence sa composition chimique, ce qui conduit à une grande diversité de Propolis présentant des compositions et des propriétés pharmacologiques distinctes pour chaque type. La fraction poly phénolique, comprenant les flavonoïdes, permet d'identifier l'origine botanique de chaque type de Propolis (tableau 3) (**Giancarlo Ricciarelli d'Albore, 1979**).

CHAPITRE II : GENERALITES SUR PROPOLIS

Tableau 3: Source botanique et géographique de la Propolis au niveau mondial

Genre et / ou espèces	Région
Peuplier (<i>Populus nigra</i> , <i>Populus italica</i> , <i>populus tremula</i>)	Bulgarie
Peuplier (<i>Populus nigra</i>)	Albanie
Peuplier (<i>Populus suaveolens</i>)	Mongolie
Peuplier (<i>Populus fremontii</i>)	USA (Mainland)
Peuplier (<i>Populus euraméricain</i>)	United King dom
Bouleau (<i>Betula</i> spp), Peuplier (<i>Populus</i> spp), Pin (<i>Pinus</i> sp), <i>Prunus</i> spp, <i>Acacia</i> .	Hungary
Bouleaux (<i>Betula</i> spp), Aulnes (<i>Alnus</i> spp)	Poland
Clusie (<i>Clusia</i> spp), <i>Delchampia</i> spp	Régions Équatorial
Clusia (<i>Clusia minor</i> et <i>Clusia major</i>)	Venezuela
Xanthorrhoea (<i>Xanthorrhoea</i> spp)	Australie
Peuplier (<i>Populus</i> spp), Bouleaux (<i>Betula</i> spp)	La Zone tempérée DuNord
Orme (<i>Ulmus</i> spp) et les Conifères	La Zone tempérée Du Nord

II.4 Origine de la Propolis produite en Algérie

Selon la diversité des espèces végétales présentes en Algérie, la Propolis produite dans ce pays pourrait provenir du pin (*Pinus* sp) qui occupe les zones semi-arides, du chêne présent au nord-est, du châtaignier, du cyprès (*Cupressus* sp), du Casuarina, ou du peuplier (*Populus* sp) (Boufadi, 2014).

Boufadi (2014), site dans son étude réalisée sur la propolis algérienne récoltée dans six régions différentes (Tizi-Ouzou, Relizane, Ain-temouchant, Mostaganem, Djelfa et Laghouat). Quelle principale source de la Propolis issue des 4 premières zones est représentée par les bourgeons de peuplier, d'eucalyptus, de bouleaux, de saules, marronniers, et d'arbres fruitiers.

II.5 Composition de la Propolis

La Propolis, est un mélange complexe de dérivés végétaux et de composés sécrétés par les abeilles. Sur le plan chimique, elle est constituée de plus de 180 types de produits chimiques bvdistincts (tableau 4) (Kuropatnicki *et al.*, 2013) qui varient d'une saison a une autre. La Propolis collectée dans les zones tempérées et tropicales est légèrement différente (Popova *et al.*, 2000).

Selon Kuropatnicki, les pourcentages de ces substances sont les suivants : 50 % de résines et de baume végétal, 30 % de cire d'abeille, 5 % de pollen, 10 % d'huiles essentielleset aromatiques, ainsi que quelques autres substances comprenant également des composés organique (Kuropatnicki *et al.*, 2013 ; Abdulkhani *et al.*, 2017 ; Sabir and Sumidarti, 2017).

Le pourcentage de matériaux divers présents dans la propolis dépend du moment de sa collecte et également de l'origine géographique (Afrouzan *et al.*, 2017 ; Bueno-Silva *et al.*, 2017).

II.6 Conservation de la Propolis

La Propolis est un produit dont la conservation est aisée, quelle que soit sa présentation. Cependant, il est préférable de la stocker dans des contenants hermétiques, protégés de la lumière, de l'humidité et de la chaleur. Afin de tirer pleinement profit de ses bienfaits, il est conseillé d'utiliser la Propolis dans sa forme la plus fraîche possible, dle est présentée sous forme lyophilisée parce que ce processus de conservation garantit, pour une durée

pratiquement illimitée, la préservation de toutes ses propriétés et de la composition chimique du produit (**Donadieu, 2008**).

II.6 Propriétés physico-chimiques de Propolis

II.6.1 Propriétés physiques

▪ Consistance

La consistance de la Propolis varie en fonction de la température, car il s'agit d'une substance naturelle.

- À 15°C, elle est dure et friable.
- À 30°C, elle est molle et malléable.

Entre 30 et 60°C, elle devient collante ou gluante, jusqu'à fondre en moyenne vers 60-70°C ou plus (**Ramos et Miranda, 2007 ; Wagh, 2013 ; Martinotti et Ranzato, 2015**).

▪ Couleur

Sa couleur varie grandement selon son origine, allant du jaune clair au brun très foncé, presque noir, couvrant toute la palette des bruns (**Özcan, 1999 ; De Castro, 2001 ; Lotfy, 2006 ; Sawicka et al., 2012 ; Ahmed et al., 2017**).

▪ Odeur

L'odeur de cette substance varie en fonction de son origine botanique, mais en général, elle présente un arôme agréable et doux, souvent mélangé avec des notes de miel, de cire et d'autres produits tels que la cannelle ou la vanille. Lorsqu'elle est brûlée, elle libère une fragrance délicate et hautement appréciée, grâce aux résines aromatiques qu'elle renferme (**Donadieu, 2008**).

▪ Saveur

Elle est souvent âcre et parfois amère (**Donadieu, 2008**).

II.6.2 Propriétés chimiques

▪ Solubilité

La Propolis est insoluble dans l'eau à froid. En revanche, elle est soluble dans divers solvants tels que l'acétone, l'alcool, l'ammoniaque, le benzène, le chloroforme, et d'autres encore. Il est important de noter que la propolis est également soluble dans une solution de soude caustique à 2% (**Donadieu, 2008**).

▪ Point de fusion

-Le point de fusion de la propolis est approximativement à 70°C.

-Chauffée au bain-marie, la propolis se sépare en deux parties : une Partie visqueuse qui tombe au fond du récipient ; une partie liquide appelée cire de Propolis, qui reste en surface et qui a de nombreux usages dans le domaine apicole (**Donadieu, 2008**).

▪ Densité

La densité de la propolis est de 1,2 (soit supérieure à celle de l'eau) (**Donadieu, 2008**).

CHAPITRE II : GENERALITES SUR PROPOLIS

Tableau 4 : composition brute de la Propolis

Composition	Composants
Acides aminés	Alanine, b-alanine, acide a-amino butyrique, acide d-amino butyrique, arginine, asparagine, acide aspartique, cystine, cystéine, acide glutamique, glycine, histidine, hydroxy proline, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, ornithose, phénylalanine Proline, acidepyroglutamique, sarcosine, sérine, thréonine, tryptophane, tyrosine, valine (Abed El Hady and Hegazi, 2002).
Esters	Palmitate de méthyle, cinnamyl-trans-4-coumarate, palmitate, d'éthyle, ester méthylique d'acide stéarique, ester phtalate, benzoate de benzyle, benzyl-trans-4-coumarate, iso férule 3-méthyl-3-butényle, iso férule 3- méthyl-2-butényle ,Cafféate de 3 méthyl-3-butényle,Cafféate de 2- méthyl-2-butényle, Cafféate de 3-méthyl-2-butényle, Cafféate de benzyle, Cafféate de phényléthyle, Cafféate de cinnamyle, Cafféate de tétradactyle, Cafféate de tétradécényle, Cafféate de tétradécényle (isomère) b, Cafféate de tétradécényle, Cafféated'hexadécyle (Abed El Hady and Hegazi, 2002).
Alcool, cétones, phénols et composés hétéroaromatiques	AL cool benzylque, acetate d'hexadécanol, coumarone, ptérostilbène, Xanthorrhoea, Scopoletol (Walker and Crane, 1987).
Terpène, Sesquiterpène, Alcool et dérivés	Geraniol, Neroleadol, b-bisabolol, Guaiol, Farnisol, Dihydroeudesmol, acetoxybetulenol (Walker and Crane, 1987).
Hydrocarbonés, sesquiterpénique et triterpéniques	b-patchoulene, b-bisabolene, Squalene, b-bourbonene, Copaene, Calarene, Calamenene, Caryophyllene, Patchoulene, Selenene, Aromadendrene (Walker and Crane, 1987).
Minéraux	Sr, Ba, Cd, Sn, Pb, Ti, Ag, Co, Mo, Al, Si, V, Ni, Mn, Cr Na, Mg, Cu, çà, Zn, Fe, K (Khalil, 2006; Pasupuleti et al., 2017; Walker and Crane, 1987).
Stérols et hydrocarbures,stéroïdes	Cholesterol, Stigmastérol, b-dihydrofucostérol, Lanostérol, Col (Walker and Crane, 1987).
Cétones	Acétophénone, p-acétophénolacétophénone, dihydroxy-acétope9i9inone, méthyl acétophénone, Hept-5-en-2-one, 6 méthyl cétone (Marcucci, 1995a).
Enzymes	Glucose-6-phosphatase, Phosphatase acide, Adénosine tri phosphatase, Déshydrogénase succinique (Khalil, 2006 ; Pasupuleti et al., 2017 ; Walker and Crane, 1987).
Acides cireux	Acide aride, acide bénéfique, acide carotiques, acide laurique, acide linoléique, acide linoléique, acide mosaïque (Marcucci, 1995a).
Acides aliphatiques et esters aliphatiques	Acide acétique, acide angélique, acide butyrique, acide protonique, acide fumarique, acide iso butyrique, acide méthyl butyrique, acétate d'iso butyle, acétate d'isopentyle, acétate d'isopentyle (Marcucci, 1995a).
Alcools	Benzène méthanol, alcool cinnamique, glycérol, a-glycérophosphate, Alcool phénéthylique, isobutérol, hydroquinone, alcool phénylique (Marcucci, 1995a).
Acides aliphatiques	Acide lactique, acidehydroxyacétique, acide malique, acide 5-hydroxy-n- valérique, acide 2,3-dihydroxypropanoïque, acidepentonique-2-désoxy- 3,5-dihydroxy-c-lactoneb, acidepentonique-2-désoxy-3 , 5-d'hydroxy-c- lactone (isomère) b, Acide succinique, acide 2,3,4,5- tétrahydroxypentanoïque-1, 4-lactone, acide 2,3,4,5-tétrahydroxypentanoïque - 1,4-lactone (isomère) b, acidenonanoïque, acide palmitique, acide oléique, Acidedécanoïque, acidedodécanoïque, acidetétradécanoïque, acidetétradécanoïque, acideoctadécénoïque, acidetétracosanoïque, acideeicosanoïque, acidehexacosanoïque, 2-acide hydroxy hexacosanoïque b (Abed El Hady and Hegazi, 2002).
Acides gras (acides C7-C18)	Acide phosphorique, 1,4-dihydroxybenzène, 4-hydroxy benzaldéhyde, 4-hydroryacétophénone, 1,2,4-trihydroxy butane, 1,2,3 Tri hydroxy butanol, 1,2,3-trihydroxy butanol (isomère) b, myristicine, 2,4- bis(diméthylbenzyl)-6-t-butylphénol, 1,8-dihydrox 3-méthylantraquinone, myristicine (isomère) (Abed El Hady and Hegazi, 2002).

II.7 Propriétés thérapeutiques de la Propolis

II.7.1 Activité antioxydant

La Propolis contient une variété de flavonoïdes, dont environ quarante, qui lui confèrent une capacité à neutraliser les radicaux libres, comme rapporté par (Boufadi *et al.*, 2017). En fait, la Propolis est l'une des sources les plus riches en flavonoïdes, juste après le thé et le vin rouge. "Cette action est démontrée par les composés phénoliques, les flavonoïdes et surtout l'artépilline C, qui agissent en s'opposant à la peroxydation des lipides et en prévenant les dommages causés par les radicaux libres" (El-Guendouz *et al.*, 2017).

Les composants de la Propolis ont été testés pour évaluer leur potentiel antioxydant. Les résultats ont montré que ce sont l'acide caféique, l'acide caféoylquinique, l'acide cinnamique et leurs dérivés qui confèrent à la propolis ses propriétés antioxydants (Galeotti *et al.*, 2018).

II.7.2 Activité antivirale

La Propolis a démontré son activité antivirale contre les poliovirus, les virus de l'herpès et les adénovirus (Donadieu, 2008), le virus de la grippe H1N1 (Takemura *et al.*, 2012), de l'hépatite B (Apimondia, 2001), l'HSV-1 et HSV-2 (Schnitzler *et al.*, 2010 ; Yildirim *et al.*, 2016).

II.7.3 Activité anti-inflammatoire

L'effet anti-inflammatoire de la Propolis, similaire à celui de l'aspirine, dépend de la dose administrée. Ce phénomène est attribué aux flavonoïdes présents dans la Propolis, qui agissent en inhibant la synthèse des oxydes nitriques et des prostaglandines, connus pour être des inducteurs d'inflammation (Batista *et al.*, 2018) et en supprimant la production de cytokines inflammatoire par les monocytes/macrophages (Machado *et al.*, 2017).

II.7.4 Activité antibactérienne

Le spectre antibactérien de la Propolis est large, et son action est puissante car elle agit efficacement contre *Staphylococcus aureus*, *Salmonella dysenterie* et SARM (Boufadi *et al.*, 2017), les streptocoques, *Helicobacter pylori*, les microcoques (Farseni *et al.*, 2009 ; Alani *et al.*, 2018), *Bacillus subtilis*, *Bacillus alvei*, *Bacillus larve*, *Proteus vulgarise* (Donadieu, 2008), *Salmonella entérina typhi* (Orsi *et al.*, 2011), *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* (Kasotis *et al.*, 2017 ; Jiyeon, 2018).

L'activité antibactérienne de la Propolis pourrait être attribuée à l'acide cinnamique, aux molécules aromatiques, aux acides di terpéniques, aux composés phénoliques et aux nombreux flavonoïdes qui la composent (Al Wailiet, 2018).

II.7.5 Activité antifongique et antimycosique

La Propolis exerce une action contre *Candida albicans*, Trichophyton, *Microsporiumcanis* et *Cryptococcoses* (Apimondia, 2001 ; Aghel *et al.*, 2014 ; Franchine *et al.*, 2016). C'est grâce à la galangine, au kaempférol, à la pinocembrine et à l'acide caféique que la propolis acquiert cette capacité. Son association avec des médicaments antimycosiques améliore significativement son efficacité contre les mycoses cutanées ou muqueuses (Alvareda *et al.*, 2015).

II.7.6 Activité antiparasitaire

L'action antiparasitaire de la Propolis a été prouvée contre *Trypanoso macruzi* (Marcucci *et al.*, 2001) et *Giardia l'amblai* (Abdel-Fattahet Nada, 2007).

II.7.7 Activité antiallergique

L'action antiallergique de la Propolis est en partie attribuée à son activité antioxydant. De plus, la chrysin, un flavonoïde présent dans la Propolis, possède également des propriétés antiallergiques. Des études *in vitro* et *in vivo* ont démontré qu'elle réduit la libération d'histamine par les mastocytes et diminue l'expression des gènes codant pour les cytokines inflammatoires. De plus, elle atténue l'anaphylaxie induite par la présence d'IgE (Bayie *et al.*, 2011).

II.8 Domaines d'utilisation de la Propolis

II.8.1 Utilisation de la Propolis en médecine

La Propolis est largement utilisée en médecine pour traiter diverses affections. Elle intervient dans le traitement des problèmes cardiovasculaires et sanguins tels que l'anémie, ainsi que dans les infections respiratoires. En dentisterie, elle est précieuse, tout comme en dermatologie où elle favorise la régénération des tissus, la guérison des ulcères, de l'eczéma et des plaies, en particulier les brûlures, les mycoses, les infections des muqueuses et autres lésions cutanées. Elle est également étudiée pour ses propriétés dans le traitement du cancer et pour son soutien au système immunitaire. La Propolis est bénéfique pour les voies digestives, agissant sur les ulcères et les infections, et elle offre une protection et un soutien au foie. Ces utilisations médicales ne sont que quelques exemples des multiples bienfaits de la Propolis (Kell, 1996).

Les anciens médecins grecs et romains ont décrit les nombreux bienfaits de la Propolis, une substance qui a été utilisée pendant des siècles pour traiter diverses affections humaines. Elle a été employée pour combattre la tuberculose, guérir les ulcères duodénaux et les troubles gastriques, ainsi que pour apaiser différents types de dermatites et abaisser la fièvre. Deux utilisations majeures ont perduré à travers le temps : d'une part, son utilisation externe comme antiseptique et agent cicatrisant, et d'autre part, son utilisation interne dans le traitement des ulcères gastroduodénaux. En dehors de ces usages traditionnels, la Propolis semble également offrir des avantages aux patients souffrant de maladies inflammatoires (Castaldo and Capasso, 2002).

1) La Propolis comme complément alimentaire chez les patients diabétiques

Le traitement à la Propolis peut être bénéfique en tant que complément alimentaire pour les patients atteints de diabète de type 2. Il offre plusieurs avantages, notamment l'amélioration de l'état glycémique, la réduction de la résistance à l'insuline et l'amélioration du statut antioxydant. Ce supplément est sans effets secondaires et peut potentialiser l'efficacité des médicaments prescrits pour le diabète. En effet, une supplémentation quotidienne de 1500 mg de propolis pendant 8 semaines peut contribuer à un meilleur contrôle de l'état glycémique, offrant ainsi une option thérapeutique auxiliaire précieuse pour ces patients (Afsharpour *et al.*, 2019).

2) Utilisation de la Propolis comme additif cosmétique

Les applications dermatologiques et cosmétiques de la Propolis, ainsi que ses effets sur la régénération et la rénovation des tissus, ont fait l'objet de nombreuses études. Dotée de propriétés bactéricides et fongicides, la Propolis présente de nombreux avantages dans diverses applications cosmétiques. Des recherches, notamment celle de Kerll en 1996, ont mis en lumière ses qualités en tant qu'agent de protection solaire, suggérant ainsi son utilisation potentielle dans la formulation de produits cosmétiques antisolaires (Gregoris *et al.*, 2011).

3) Utilisation de la Propolis pour les animaux domestiques

La Propolis a une odeur et un goût prononcés, qui ne sont pas toujours appréciés par les animaux domestiques. Pour favoriser son ingestion, elle peut être mélangée à des aliments appétants ou présentée sous forme de propomiel. En dehors de quelques individus sensibles ou intolérants, l'administration de fortes doses de Propolis par voie digestive chez le chien, le rat ou le cobaye (10 à 15 g/kg) ne semble entraîner aucun effet toxique ou pathologique (**Donadieu, 2008**).

Extrait de Propolis d'abeille comme additif alimentaire chez les ruminants : la Propolis est reconnue comme un stimulant efficace de la fermentation du rumen, améliorant ainsi les conditions de santé globale des bovins en croissance et des bovins laitiers. Plus récemment, elle a été identifiée comme un additif alimentaire naturel alternatif aux antibiotiques dans l'alimentation des ruminants (**Soltani et Patras, 2020**).

La supplémentation en extrait de Propolis rouge (RPE) chez les brebis gestantes tardives a montré plusieurs avantages. Elle a amélioré la digestibilité apparente et la synthèse des protéines microbiennes, tout en réduisant les émissions de CH₄. De plus, elle a favorisé la santé animale et atténué les effets du stress. Ainsi, le RPE se présente comme un complément naturel prometteur pour accompagner la transition de la fin de gestation à la lactation, offrant des impacts positifs à la fois sur l'animal et sur l'environnement (**Morsy et al., 2021**).

4) Utilisation de la Propolis dans les matériaux d'emballage

En raison du désintérêt croissant pour les conservateurs synthétiques, l'attention se porte de plus en plus vers l'introduction d'additifs naturels dans les aliments, et la Propolis émerge comme une alternative prometteuse dans les nouvelles applications de la technologie alimentaire. Elle est proposée comme agent de conservation chimique dans les produits carnés, ainsi que comme germicide et insecticide pour les emballages alimentaires (**Tosi et al., 2007**).

Tosiet et al. (**2007**) ont conclu que les EEP testés, dans les conditions expérimentales effectuées, peuvent inhiber avec succès le développement d'*E. coli* in vitro, à des niveaux sûrs pour la consommation humaine et, par conséquent, ils pourraient être utiles comme conservateur naturel de bœuf frais haché ou comme conservateur alimentaire antibactérien non spécifique. Récemment, la recherche et les développements dans les emballages alimentaires actifs se sont concentrés sur les matériaux d'emballage fonctionnels bio sources incorporant des ingrédients et des composés actifs naturels (**Siripatrawan and Vitthayakitti, 2016**).

Le chitosane et la Propolis sont des substances qui ont démontré leur efficacité pour retarder les réactions d'oxydation et l'altération alimentaire. Leur combinaison a été étudiée et a montré qu'elle pouvait prolonger significativement la durée de conservation de la viande de poitrine de poulet, allant jusqu'à environ 16 jours. Cette découverte suggère que cette combinaison pourrait être utilisée avec succès comme matériau d'emballage actif, offrant ainsi une méthode efficace de préservation des aliments (**Mehdizadeh et Langroodi, 2019**).

Chapitre III
Généralités sur la la résine de l'Acacia
arabica

III. La résine de l'*Acacia arabica*

La résine de l'*Acacia arabica*, également appelée gomme arabique, est en fait un polysaccharide complexe de type arabinogalactane. Elle est exsudée par des arbres du genre *Acacia*, principalement localisés dans les pays des régions du Nord-Nord/Est de l'Afrique comme le Soudan, le Sénégal et le Tchad.

Deux espèces d'*Acacia* seulement produisent la gomme d'*Acacia* officiellement reconnue comme telle, l'*Acacia* Sénégal et l'*Acacia* Seyal (**Dione, 1996 ; Baldwin et al., 1999**).

L'utilisation de la gomme d'*Acacia* remonte à l'Égypte ancienne. En effet, les Égyptiens en faisaient usage pour enduire les bandelettes utilisées dans les techniques de momification plus de 3000 ans avant J.C.

La production annuelle mondiale de ce polysaccharide varie entre 60 000 et 100 000 tonnes, en fonction des conditions climatiques, ce qui reste relativement faible (**Chikamay et al., 1995**). Grâce à ses propriétés intestinales et nutritionnelles, notamment en tant que fibre alimentaire soluble, la gomme d'*Acacia* est largement utilisée dans l'industrie alimentaire (**Whistler, 1993 ; Phillips, 1998**).

Historiquement, elle a été le premier polysaccharide étudié pour la coacervation complexe avec une protéine, spécifiquement la gélatine (**Tiebackx, 1911**). De plus, la gomme d'*Acacia* est fréquemment employée dans les procédés de micro encapsulation par coacervation complexe entre protéines et polysaccharides, ou utilisée seule comme agent émulsifiant et stabilisant (**Trindade et Grosso, 2000**).

III.1 Description botanique

La gomme arabique, considérée comme un probiotique naturel (**Al-Baadani et al., 2021**), est identifiée par le code E414 dans la classification des ingrédients européens. Cette substance solide est obtenue à partir de la sève des arbres du genre *Acacia*, soit par production naturelle, soit par incision du tronc ou de la base de l'arbre (figure 05).



Figure 5 : la résine de l'*Acacia arabica*

L'*Acacia* est un arbre pouvant atteindre une hauteur d'environ quinze mètres. Son tronc est mince avec une écorce fine de couleur marron-gris. Ses nombreuses branches, également fines et épineuses, lui donnent une apparence presque arbustive. Lors de la floraison, l'arbre se couvre de fleurs jaunes. Ses fruits se présentent sous forme de gousses contenant des graines. Les feuilles sont composées de petites folioles mesurant entre 1 et 9 mm de long et 0,3 à 3 mm de large (figure 6) (**Fagg et Allison, 2004**).



Figure 6: Arbre d'*Acacia* (Oumarou-Ichaou, 2011)

Cet arbre pousse souvent sur des sols sableux et/ou limoneux, dans des zones peu végétalisées. Il est adapté aux climats secs et sahéliens, où la pluviométrie optimale se situe entre 300 et 400 mm par an, bien qu'il puisse aussi survivre dans des régions où les précipitations varient entre 150 et 950 mm. Les températures peuvent y atteindre jusqu'à 50°C (Rongead, 2014).

Tableau 5: Classification taxonomique de la plante *Acacia arabica* (Nianguiri, 2010)

Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Division	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous- Classe	Résidées
Ordre	Fables
Famille	Fabacées
Genre	<i>Acacia</i>
Espèce	<i>Arabica</i>

La gomme arabique (GA) est un polysaccharide acide, fortement ramifié et hydro colloïdal, totalement atoxique. Elle est composée de sels de calcium, de magnésium et de potassium, d'un acide polysaccharidique (Ahmed, 2018). Bien qu'il existe plus de 1000 sous-espèces du genre d'*Acacia*, seules deux sont importantes à des fins commerciales : *Acacia* Sénégal. La GA possède des propriétés émulsifiantes, stabilisantes et épaississantes, ce qui la rend très recherchée dans divers domaines (Ahmed, 2018).

III.2 Critères organoleptiques de la gomme *Acacia arabica*

La gomme arabique est inodore avec un goût fade et sa solution est également incolore, insipide et n'interagit pas facilement avec d'autres composés chimiques (Al-Assaf *et al.*, 2005).

III.2.1 Composition chimique de la gomme d'*Acacia*

La gomme d'*Acacia* se distingue par le fait qu'elle n'est pas uniquement constituée de résidus glucidiques, contrairement aux autres polysaccharides classiques. Elle contient également une fraction protéique, plus précisément polypeptidique, composée d'environ

1600 acides aminés, représentant environ 2% de la masse totale de la gomme (**Anderson et al., 1983**). L'hydrolyse acide de la gomme d'*Acacia* avec de l'acide sulfurique concentré libère cinq types de résidus glucidiques différents. Le composé principal est le D-galactose (Gal), représentant 40 % des résidus glucidiques, suivi de l'arabinose (Ara) qui constitue environ 24% de la gomme d'*Acacia*. La prédominance de ces deux sucres qualifie la gomme d'*Acacia* d'arabinogalactane.

Les autres sucres minoritaires comprennent le L-rhamnose (Rha), un sucre neutre présent à 13 %, et deux acides uroniques qui confèrent à la gomme son caractère anionique: l'acide D-gluconique (GlcA) à 21 % et l'acide 4-O-méthyl-D-glucuronique à environ 2%. Il est important de noter que ces proportions sont des moyennes et peuvent varier en fonction de l'espèce d'*Acacia* considérée. La composition de la fraction peptidique de la gomme d'*Acacia* a été étudiée par chromatographie, révélant que les acides aminés les plus abondants sont l'hydroxy proline (27,4 %), la sérine (13,7 %), l'acide aspartique (6 %) et la thréonine (7,7 %). Enfin, la gomme d'*Acacia* est souvent associée à des ions divalents tels que Cr^{2+} , Ca^{2+} et Mn^{2+} , ainsi qu'à K^+ , connu pour ses fortes propriétés d'hydratation.

III.2.2 Structure chimique de la gomme arabique

La gomme arabique (GA) est un polysaccharide hétéro complexe aux ramifications complexes. Il s'agit d'un poly anion généralement associé à des ions calcium, magnésium ou potassium pour former un sel polysaccharidique. La chaîne principale est principalement constituée d'unités β -D-galactopyranosyl liées en 1- γ , qui, à leur tour, ramifient la chaîne principale en 1-6. Les ramifications comprennent des unités α -L-arabinofuranosyl, α -L-rhamnopyranosyl, β -D-glucuronopyranosyl et 4-O-méthyl- β -D-glucuronopyranosyl. La composition chimique de la gomme comprend environ 39 à 42% de galactose, 24 à 27% d'arabinose, 12 à 16% de rhamnus, 14 à 16% d'acide gluconique - responsable de sa nature.

Trois fractions ont été identifiées, par chromatographie d'exclusion, dans la gomme arabique (**Randall et al., 1998**): la fraction arabinogalactane (AG), la fraction arabinogalactanoprotéine (AGP) et la fraction glycoprotéique (GP).

La fraction AG représente près de 80% de la masse totale de la gomme, mais ne possède qu'une faible teneur en protéines : 0,35% (**Rehman et al., 2003**). La fraction AGP représente moins de 10% de la masse totale de la gomme, et contient près de 12% de protéines. Sa masse molaire est de l'ordre de (0,3 à 2) x 10⁶g/mol (**Picton et al., 2000**). Cette fraction est constituée d'un assemblage de blocs polysaccharidiques autour de la chaîne peptidique qui donne une structure dite « wattle-blossom » et qui confère à la gomme un caractère amphiphile favorisant son adsorption à l'interface air-eau ou huile-eau (**Dickinson, 2003**), la fraction GP représente près de 1% de la masse totale de la gomme.

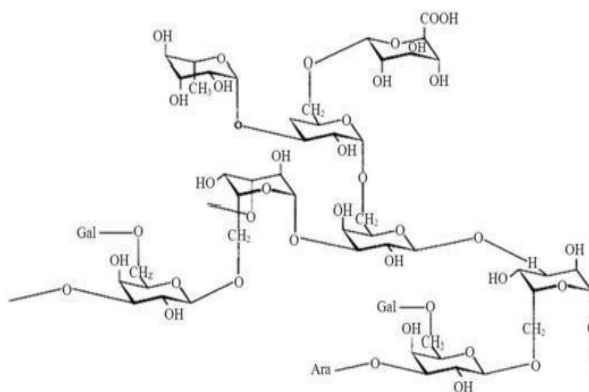


Figure 7: Structure de la gomme arabique (**Dauqan et Abdullah, 2013**).

Le rayon hydrodynamique moyen de la gomme, incluant les rayons hydrodynamiques des fractions AGP et AG, se situe entre 12 et 20 nm (**Islam et al., 1997**).

III.2.3 Propriétés physico-chimiques de la résine d'*Acacia*

Les propriétés fonctionnelles de la résine d'*Acacia* en solution ont fait l'objet de nombreuses recherches. La présence de résidus d'acides uroniques dans la structure de la gomme d'*Acacia* lui confère un potentiel négatif dès un pH de 2 (**Vandeveldt et Fenyo, 1989 ; Kravtchenko, 1997**), ce qui lui donne un caractère anionique prononcé. Cela entraîne des répulsions électrostatiques entre les chaînes chargées, ce qui tend à augmenter légèrement le rayon hydrodynamique de la gomme à des pH élevés (**Burgess et Charles, 1984**).

La présence de charges et la structure compacte de la résine d'*Acacia* sont à l'origine de sa grande solubilité à froid. Ainsi, il est possible d'obtenir des solutions à 40 % (p/p) de la résine d'*Acacia* à température ambiante. Cela contraste avec d'autres polysaccharides, comme les carraghénanes et la gomme de caroube, qui nécessitent une dissolution à chaud pour réduire leur viscosité (**Whistler, 1993**).

De plus, la viscosité des solutions de la résine d'*Acacia* est très faible comparée à celle d'autres polysaccharides à des concentrations identiques, en raison de sa structure compacte. Les solutions de la résine d'*Acacia* présentent généralement un écoulement newtonien (**Warner et Araujo, 1971 ; Whistler, 1993**). Cependant, il est à noter que toutes les études rhéologiques ont été réalisées à de fortes vitesses de cisaillement et que, par conséquent, les propriétés d'écoulement sous faible cisaillement restent à l'heure actuelle mal connues.

Des études récentes réalisées à de faibles vitesses de cisaillement devraient encourager de nouvelles investigations puisqu'un caractère légèrement rhéofluidifiant a pu être mis en évidence (**Glycolée et al., 1995 ; Mother et Rao, 1999**).

III.3 Propriétés thérapeutiques de la résine d'*Acacia*

III.3.1 Agent antioxydant

Des études ont démontré l'efficacité de la gomme arabique chez l'homme et les animaux dans la prévention du stress oxydatif. Elle augmente l'expression et la quantité d'enzymes antioxydants tout en réduisant les molécules oxydantes dans divers organes (**Ayaz et al., 2017 ; Ahmed et al., 2016**). Par exemple, des expériences sur des rats ont montré que l'administration de solutions de gomme arabique augmentait la concentration de super oxydediscutase, de catalase et de glutathion dans le foie (**Babiker et al., 2017**).

III.3.2 Agent anti-inflammatoire

La consommation de la GA comme complément alimentaire naturel peut moduler la gravité des maladies inflammatoires. La digestion orale de GA (30 g/jour) a diminué le stress oxydatif et les marqueurs inflammatoires chez les patients hémodialysés (**FAO 2003**).

III.3.3 Agent anticancéreux

La GA a démontré son efficacité dans la lutte contre le développement des tumeurs. Bien que la chimiothérapie traditionnelle reste le traitement de base contre le cancer, elle est

souvent accompagnée de toxicités affectant les cellules saines, entraînant ainsi des effets secondaires aigus (Akram, 2020).

La GA est une excellente source d'antioxydants naturels, notamment en raison de son efficacité à piéger les radicaux libres. De plus en plus de preuves montrent que cette capacité antioxydant est attribuable à la fraction protéique de la GA, et plus précisément aux acides aminés, qui sont généralement considérés comme des agents de prévention du cancer (Akram, 2020).

Selon une étude, un traitement par la GA pendant 4 jours a significativement réduit les niveaux d'ARNm colique des facteurs antigéniques. Les résultats obtenus par Western blot ont montré que la thérapie avec la GA diminuait l'expression de la protéine angiogénèse.

En outre, l'utilisation de l'immunohistochimie a révélé que la GA réduisait l'expression de la β -caténanes. Le traitement des souris avec des composés cancérigènes a induit de nombreuses tumeurs coliques en 12 semaines. Cependant, l'administration de GA (10% poids/poids) dans l'eau potable a réduit le nombre de tumeurs de 70% (Akram, 2020).

III.3.4 Agent hypocholestérolémiant

Une prise quotidienne de GA pendant un mois a réduit le cholestérol total, mais uniquement au niveau des LDL et VLDL, sans effet sur les HDL et les triglycérides. Cette réduction pourrait s'expliquer par une excrétion accrue d'acides biliaires et de stérols neutres dans les selles ou par une modification de la digestion et de l'absorption des lipides (Montenegro *et al.*, 2012).

III.3.5 Agent contre les maladies cardio-métaboliques

Il a été démontré que la consommation quotidienne de 20 g de GA pendant 12 Semaines améliore la sensation de satiété et réduit de manière significative les apports énergétiques et glucidiques. Elle améliore également la pression artérielle, la glycémie et le transit intestinal, tout en augmentant la satiété perçue. Ces effets positionnent la GA comme un complément potentiel dans la prise en charge des personnes atteintes ou à risque de développer un syndrome métabolique (Mees et Gee, 1997 ; Jensen *et al.*, 1997).

III.3.6 Agent hypoglycémique et anti-diabète

La consommation régulière de la GA diminue l'activité et l'expression de SGLT1 intestinal et ainsi le transport électro-génique du glucose. Elle a la capacité réduire l'absorption du glucose, elle diminue de manière significative la glycémie à jeun et l'hémoglobine laquée (Al-Baadani *et al.*, 2021 ; Philippe et Guillaume, 2016).

III.3.7 Agent anti-diarrhée et maladies gastro-intestinales

La résine peut être fermentée par les bactéries commensales de l'intestin, produisant ainsi des acides gras à chaîne courte. Ces acides gras jouent un rôle crucial dans le maintien de l'intégrité structurelle et fonctionnelle de l'intestin en empêchant la colonisation par des agents pathogènes et en réduisant le pH (Al-Baadani *et al.*, 2021 ; Philippe et Guillaume, 2016).

III.3.8 Agent antibactérienne

L'extrait aqueux de la gomme arabique présente une activité antibactérienne attribuable à la présence de divers agents chimiques dans ce polysaccharide exsudatif, notamment la saponine, les huiles essentielles, le tanin, les flavonoïdes, les polyphénols et les alcaloïdes, ainsi qu'une teneur élevée en terpènes. De plus (**Chambal et Tombe, 2006 ; Widor GOS *et al.*, 2008**) la gomme arabique renferme plusieurs types d'enzymes, tels que les oxydases, les peroxydases et les pectines, dont certaines ont des propriétés antimicrobiennes (**Saini *et al.*, 2021**).

III.3.9 Un probiotique

La GA dissoute dans l'eau est utilisée pour augmenter de façon sélective la proportion de bactéries lactiques au niveau de l'intestin de l'homme (**Benyagoub *et al.*, 2016 ; Monténégro *et al.*, 2012**).

III.3.10 Agent d'énergétique

La résine d'*Acacia*, étant un polysaccharide, constitue donc une source potentielle d'énergie pour l'organisme (**Assimon et Stein, 1994 ; Phillips, 1998**).

III.3.11 Agent contre l'obésité

Les impacts de la GA, sur le transport intestinal du glucose et poids corporel dans le type sauvage souris C57Bl/6. Le traitement oral avec la GA (100 g/l) en boisson d'eau pendant environ un mois n'a pas influencé le niveau de transport intestinal SGLT1, mais diminution les niveaux de protéine SGLT1 dans les vésicules de la couche périphérique de la brosse jéjunale. Il a été révélé que la thérapie par la GA diminuait le transport électrogénique du glucose. La prise orale pendant environ un mois, d'une solution de glucose à 20% a développée des problèmes d'obésité et de glycémie à jeun, ce qui était fondamentalement diminué par la thérapie synchrone avec la GA. L'GA a diminué l'obésité, la glycémie à jeun et la concentration d'insuline à jeun. Ces résultats ont montré un impact totalement nouveau de la gomme arabique, par exemple, sa capacité à diminuer l'activité et l'expression de SGLT1 intestinal et le surpoids induit par le glucose (**Ahmed, 2018**).

III.4 Domaine d'utilisation de gomme arabique acacia

La gomme arabique (GA) était déjà utilisée au deuxième millénaire avant J.-C. par les Égyptiens pour renforcer les bandages de momies (**Monténégro *et al.*, 2012**). Au Moyen-Orient, les médecins arabes la prescrivaient pour traiter diverses affections (**Abdelkrim, 2018**). Avec le temps, la GA a été introduite en Europe, où elle a été appelée "gomme arabique" en raison de son exportation par les ports arabes (**Monténégro *et al.*, 2012**).

III.4.1 Domaine de médecines

La GA est utilisée en médecine traditionnelle pour soigner l'inflammation de la muqueuse intestinale, les surfaces enflammées et les affections rénales, grâce à ses propriétés antibactériennes et antioxydants. Elle présente également des effets hypoglycémiant, antidiabétiques, immunomodulateurs et antiulcéreux (**Al-Baadani *et al.*, 2021**).

III.4.2 Domaine alimentaire

Utilisée dans l'industrie alimentaire en tant que stabilisant et émulsifiant, la gomme arabique est désormais également officiellement reconnue comme une fibre alimentaire selon la directive 2008/100/CE de l'UE (**Alarifi, 2016**).

La gomme arabique est essentiellement utilisée dans l'industrie alimentaire où elle est un additif alimentaire (code E414) (**FAO, 2003**).

La gomme arabique empêche notamment le sucre de s'agglomérer dans les sodas. Un ingrédient majeur pour des firmes agro-alimentaires comme Coca-Cola et Pepsi (**FAO, 2003**).

III.4.3 Domaine pharmaceutique

Dans le secteur pharmaceutique, la gomme arabique est incluse dans diverses préparations et utilisée comme excipient pour les médicaments en raison de son innocuité physiologique. Bien que largement employée comme vecteur expérimental pour les médicaments dans des études physiologiques et pharmacologiques (**Tiss et al., 2001 ; Evans et al., 1992**).

III.4.4 Domaine cosmétique

La gomme arabique est un ingrédient précieux dans l'industrie cosmétique, offrant des avantages fonctionnels et des bienfaits pour la peau. Sa naturalité, sa biocompatibilité et sa polyvalence en font un choix privilégié pour de nombreux fabricants de produits de beauté. Son utilisation permet d'améliorer la texture, la stabilité et l'efficacité des produits cosmétiques, tout en apportant des propriétés apaisantes et hydratantes à la peau (**FAO, 2003**).

Il a été montré que la gomme d'*Acacia* possédait des propriétés cariogènes importantes, ce qui explique son utilisation dans un grand nombre de formules de pâtes dentaires (**Gazi, 1990 ; Clark et al., 1993**).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV

Matériels et Méthodes

Objectif de l'étude

La réalisation de notre projet de fin de cycle s'est déroulée au niveau du laboratoire de technologie alimentaire et nutrition, Université Abdelhamid ibn badis (INES) Mostaganem.

L'objectif de notre travail est essayé d'élaborer un yaourt liquide enrichis par la Propolis et la résine d'*Acacia* à différente concentration : 1g de la Propolis ; 1g de la résine d'*Acacia* ; 0,75g de la Propolis / 0,25g de la résine d'*Acacia* ; 0,50g de la Propolis / 0,50g de la résine d'*Acacia*; 0,25g de la Propolis / 0,75g de la résine d'*Acacia* ; et d'étudier l'effet de cet enrichissement sur les caractéristiques physicochimiques, bactériologique et organoleptiques du yaourt par rapport à un échantillon du yaourt sans ajouts (témoin) pendant 14 jours de stockage réfrigéré.

Le but de cette partie expérimentale est d'optimiser la fabrication d'un yaourt liquide d'une bonne qualité en valorisant la résine d'*Acacia* et la Propolis pour trouver la meilleure formule.

IV. Démarches expérimentales

La partie expérimentale est réalisée en 6 étapes :

- Préparation et stérilisation des matériels et les outils de laboratoire nécessaires à la fabrication des yaourts souhaités et préparation des milieux de cultures microbiologique.
- Réception et stockage des matières premières nécessaires (lait de vache cru, la propolis, la résine d'*Acacia*, les ferments du yaourt).
- Analyses physico-chimiques et microbiologiques des matières premières utilisées.
- Préparation 6 échantillons du yaourt liquide : un yaourt témoin (sans ajout) et 5 yaourts avec ajout de différentes concentrations de poudre de résine d'*Acacia* et de poudre de Propolis (**1** : ajouter 1g de résine ; **2** : ajouter 1g de Propolis ; **3** : yaourt mixte Propolis/résine : 0,75g/0.25g ; **4** : yaourt mixte Propolis/résine : 0,50g/0.50g; **5** : yaourt mixte Propolis/résine : 0,25g/0.75g).
- Analyses physico-chimiques et microbiologiques des yaourts formulés.
- Réalisation d'un test de dégustation pour déterminer l'acceptabilité de nos yaourts formulés.

IV.1 Préparation des échantillons

IV.1.1 Récolte de la Propolis

La Propolis utilisée dans ce travail est issue d'une ruche située au sein de la commune d'El-Mohammadia région de Mascara, le : 20/02/2024, après avoir effectué une identification. La photo de la propolis utilisée en annexe (figure 2).

IV.1.2 Préparation de la poudre de Propolis

La Propolis est une matière un peu molle n'est pas solide, donc on ne peut pas transférer en poudre directement, on fait le congeler (pour être solide) à -4°C pendant 4 heures puis on fait le broyage, après on fait le stériliser par les rayons UV.

IV.1.3 Récolte de la résine d'*Acacia*

La résine d'*Acacia* utilisée dans ce travail récolté de région de la wilaya de Tindouf située dans le sud-ouest de l'Algérie connu par la large répartition de cette plante, après avoir effectué une identification par Pr. MOUSAOUI A., (director of laboratory of plants' resources and food security of semi-arid areas of southern- west of Algeria University of Becher, Algeria).

IV.1.4 Préparation de la résine d'*Acacia*

On fait laver les cristaux de la résine d'*Acacia* et séché à l'ombre au sec et à l'air libre, après elle est broyée dans un moulin électrique pour obtenir une poudre. Leur stérilisation a été faite par les rayons d'ultra-violet (UV) (figure 08).

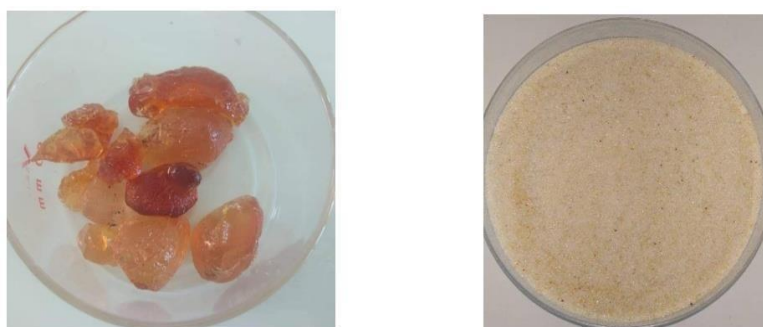


Figure 8 : La résine de l'*Acacia*

IV.2. Lait et ferments lactiques

Le lait de vache cru est la matière première utilisée pour la préparation du yaourt. Il a été obtenu auprès d'une ferme d'un éleveur de vache à Mostaganem soumis à des analyses physicochimiques et bactériologiques au niveau du laboratoire.

Les ferments utilisés CHR HANSEN 50 U (figure 9).



Figure 9 : les ferments lactique (photo originale).

IV.3 Analyses physicochimiques du lait

IV.3.1 Détermination du pH

Le pH est la concentration des ions H^+ dans un milieu (Derby, 2001). Après avoir ajusté la température à $20 \pm 0.2^\circ C$, on place 10 ml du lait dans un bécher puis on plonge l'électrode de pH-mètre dans le lait la valeur du pH s'affiche directement sur l'écran

l'appareil (Pacikora, 2004).

IV.3.2 Détermination de l'acidité de titration

La détermination de l'acidité titrable du lait est basée sur la neutralisation de l'acide lactique par la solution de l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (ISO, 2012).

On place 10 ml de lait de vache dans un bécher puis on l'ajoute 3 à 4 gouttes d'une solution de phénolphtaléine en agitant bien le mélange. On remplit la burette de la solution titrante : solution de NaOH à 1 N jusqu'au niveau 0, on ouvre le robinet de la burette et on laisse tomber goutte à goutte la solution de NaOH jusqu'à ce que la couleur du lait vire à la rose pâle.

On calcule le taux d'acide lactique présent dans le lait par la formule suivante :

$$\text{Acidité lactique} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

Où : V_{NaOH} : Volume de NaOH versée en (ml)

IV.3.3 Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle est appliquée pour mesurer la teneur en matière grasse à un lait entier de masse volumique moyenne à 20°C exprimée en grammes pour 100g du lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

Par une pipette, on prend 10 ml d'acide sulfurique et introduire dans le butyromètre. On prélève immédiatement à la pipette 11 ml du lait bien homogénéisé et le verse dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci pour former une couche au-dessus de l'acide sulfurique, cet acide dissout complètement les protéines du lait.

Pour faciliter la séparation de la matière grasse dans le butyromètre, on prend par une pipette 1ml d'alcool iso amylique et l'introduit dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre.

Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes. Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) pendant 5 minutes.

Placer le butyromètre dans un bain d'eau à 65°C pendant 2 à 3 minutes. Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche.

Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque.

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.

$$\text{MG (g/l)} = (\text{B}-\text{A}) \times 100$$

- **A** : la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.
- **B** : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

IV.3.4 La densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003). La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air. Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre. L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine du lait provoque un débordement du liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.

Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre. Attendre 30 secondes à 1 minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

IV.4 Analyses bactériologiques du lait

L'analyse microbiologique des matières premières : le lait de vache est une étape très importante et indispensable pour garantir la sécurité et la salubrité des aliments qui seront présentés au consommateur et qui doivent être exempt des micro-organismes pathogènes ou existent en faibles quantités déterminés par la réglementation.

On a réalisé tous les tests microbiologiques du lait et des yaourts fabriqués suivant les méthodes officielles du journal officielle (**JORA, 2017**) en respectant les règles d'hygiène établies pour empêcher la contamination. On a préparé une série des dilutions à partir de la solution mer du lait de vache.

IV.4.1 Les germes aérobies à 30C° ou la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

FTAM sont un bon indicateur de la qualité microbiologique d'un produit alimentaire, elle représente l'ensemble des germes aérobies et mésophiles qu'on peut trouver dans un échantillon.

Ces germes ont la capacité de croître en présence de l'oxygène dans un intervalle de température entre 20 et 37°C (**Kounouz et al., 2021**). Dans des conditions aseptiques, on fait l'ensemencement de 1 ml de l'échantillon (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4}) en masse sur la gélose PCA après les boîtes de pétri sont incubés à 30C° pendant 48 heures. Après, on compte tous les colonies qui se sont poussées que ce soit en surface ou en profondeur (toutes les colonies développées son dénombrées).

IV.4.2 Les coliformes totaux et fécaux

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux est indispensable car Elle nous informe sur la présence ou l'absence d'une contamination d'origine fécale.

Parmi les coliformes totaux, on trouve un sous-groupe des bactéries appelées coliformes fécaux, parmi eux *Escherichia coli* (*E. coli*), est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne des aliments (**CEAEQ, 2015a**).

Pour dénombrer les coliformes totaux ou fécaux, on fait l'ensemencement de l'échantillon sur la gélose VRBL (milieu lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre) en double couche afin de rendre le milieu anaérobie et l'incubation se fait à 37°C et à 44°C pour les coliformes fécaux qui sont thermo tolérant pendant 24-48h (**Edberge et al., 2000**).

Après la période d'incubation, on ne compte que les colonies de couleur rouge violacée, en retenant celles contenant entre 30 et 300 colonies.

IV.4.3 La recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont des bactéries coques, à Gram positive, aérobie anaérobie facultatif, ne sporule pas, catalase et coagulasse (+), de 0.5 à 1 et immobile. Parmi les staphylocoques se trouvent des espèces pathogènes, notamment *Staphylococcus aureus* qui peut provoquer plusieurs maladies chez l'homme (**Lowy, 1998**). La présence de cette espèce dans le yaourt ou dans n'importe quel aliment signifie que l'aliment est contaminé et donc de mauvaise qualité microbiologique et hygiénique.

Pour rechercher et dénombrer *Staphylococcus aureus*, on a utilisé le milieu de culture sélectif la gélose Chapman et l'incubation se fait à 37°C pendant 24-48h. Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent en ce milieu sous forme des colonies rondes, jaune – dorés, entourés d'un halo jaune (**Becker et al., 2004**).

IV.4.4 La recherche et dénombrement des salmonelles

Les salmonelles sont des entérobactéries Gram négatifs, anaérobies facultatifs, généralement sont installés dans l'intestin des animaux vertébrées, pathogènes, provoquent les salmonelloses, non sporulés, mobiles et peuvent être la cause de différentes maladies chez l'être humaine et même chez les animaux (**Ryan *et al.*, 2017**).

La présence de salmonelles dans les aliments est due à plusieurs causes, une contamination importante du lait de vache à cause de manque d'hygiène personnelle ou des animaux et la pasteurisation du lait n'était pas correcte (**Szczawiński *et al.*, 2014**).

La recherche de ce genre des bactéries peut se faire en deux étapes successives :

- Étape d'enrichissement :

La présence d'une seule bactérie dans le lait présente un risque majeur pour la santé humaine, donc on doit réaliser un enrichissement par le prélèvement d'1ml de la solution mère du lait de vache cru et l'ensemencer dans des tubes contenant le bouillon SFB, puis ils sont incubés à 37°C durant 20 – 24h.

- Étape d'isolement :

L'isolement est effectué ensuite par l'étalement de 0,1ml de l'échantillon enrichi sur le milieu sélective gélose SS (ensemencement en surface), puis on fait l'incuber à 37°C pendant 24 heures.

IV.5 Formulation du yaourt à boire à la Propolis et la résine d'*Acacia*

Le yaourt à boire (yaourt liquide) a été formulé au sein du laboratoire de microbiologie à INES selon les étapes du processus de fabrication. Les quantités incorporées de la Propolis et la résine d'*Acacia* sont successivement : témoin (0%), 100%/0%, 0%/100%, 50% /50%, 75%/0,25%, 25%/75%.

La préparation des yaourts est réalisée à l'échelle du laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt liquide.

Le lait frais entier (4000 ml) a été placé dans un récipient de 5 litres puis pasteurisé à 65°C pendant 30 mn, puis il est refroidi à 45°C pour l'ensemencement, 2g des ferments lyophilisés du yaourt (*Streptococcus salivarius spp thermophiles* et *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*), ensuite on mélange soigneusement les ingrédients, puis on place le mélange dans l'incubateur à température à 45°C pendant une période comprise entre 4 à 6 heures (la fermentation) jusqu'à ce que le pH du yaourt descende à 4,6, on refroidit rapidement le yaourt à 4°C pour arrêter la fermentation et on le fait un brassage et agitation forte, après on verse le yaourt dans des pots de 100ml, suivi de l'ajout de 1g de : Propolis, la résine ou les deux en même temps (un mélange) avec des proportions variables (v/v, v/3v ou 3v/v) et un témoin (sans enrichissement), chaque échantillon a 3 pots.

On place tous les échantillons du yaourt dans un réfrigérateur à 4°C. Nous effectuons des analyses physicochimiques, bactériologiques et sensorielles après 1 jour, 7 jours, 14 jours et 21 jours de la date de fabrication. Le diagramme 1 représente les différentes étapes de fabrication de yaourt.

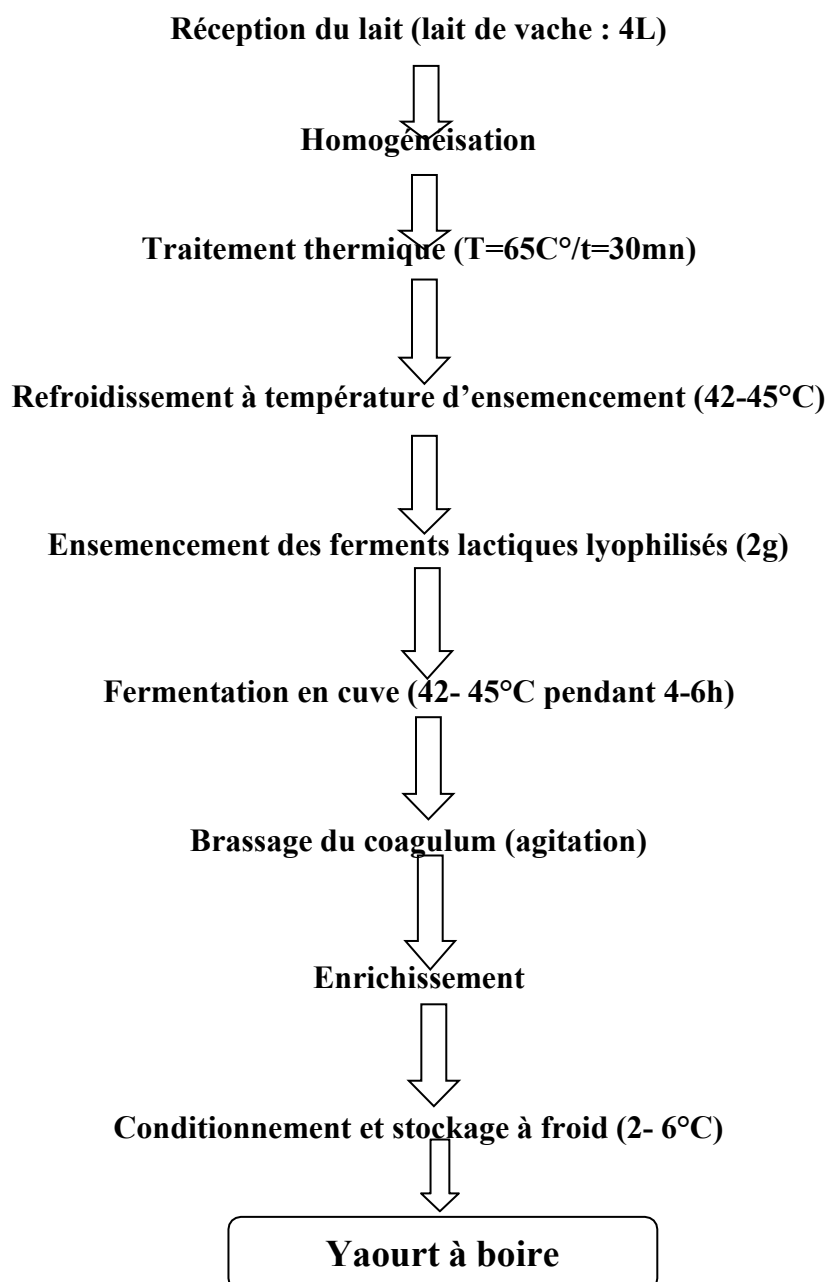
IV.6 Analyses physico-chimiques des yaourts fabriqués

IV.6.1 Détermination du pH l'acidité, titrable et dosage de la matière grasse

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, la valeur s'affiche directement sur l'écran de l'appareil (Pacikora, 2004).

La détermination de l'acidité titrable du yaourt est basée sur la neutralisation de l'acide lactique par la solution de l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (ISO, 2012).

On a calculé la teneur en matière grasse des yaourts formulés par la méthode acido-butyrométrique (en grammes pour 100 g ou 100 ml de yaourt) (AFNOR, 1985), c'est la même méthode utilisée pour le dosage de la matière grasse du lait.

Diagramme de fabrication du yaourt (Weerathilake *et al.*, 2014)

IV.6.2 Détermination de l'extrait sec total

L'extrait sec total est obtenu par évaporation de l'eau contenue dans une quantité connue de produit. Il s'agit d'une dessiccation à 103°C suivie de la pesée de résidu après le refroidissement jusqu'à atteindre une masse constante (Gerad, 1994).

Dans une capsule séchée 10g du yaourt a été pesée, et placée dans une étuve à 103°C, pendant 24 heures. Ensuite, la capsule a été refroidie dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante puis pesée. L'opération a été reprise plusieurs fois jusqu'à atteindre une masse constante (différence entre deux pesées successives ne dépassant pas 0,005g).

La teneur du yaourt en matière sèche est exprimée en pourcentage (%) et est estimée

comme suit :

$$\text{Extrait sec total \%} = (M_1 - M_0 / M) \times 100$$

Où :

M₀ : Masse en gramme de la capsule.

M₁ : Masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M : Masse en gramme de la prise d'essai.

IV.6.3 Détermination de la Teneur en cendres

La teneur en matière minérale est déterminée selon la méthode décrite par la norme algérienne 732, (1990). Elle consiste à incinérer une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 550±10°C, jusqu'à combustion complète de la matière organique et obtention d'une masse constante.

Les creusets contenant le résidu du yaourt obtenu lors de détermination de la matière sèche ont été placés dans un four à moufle à 550°C jusqu'à combustion totale de la matière et l'obtention d'une coloration blanchâtre. Ensuite les creusets ont été refroidis dans le dessiccateur pendant une heure puis pesés. La teneur en cendres est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en cendres \%} = (M_2 - M_0 / M_1 - M_0) \times 100$$

Où :

M₀ : masse de creuset vide (g).

M₁ : masse de creuset et de la prise d'essai (g).

M₂ : masse de creuset et du résidu après incinération (g).

IV.6.4 Dosage de matière grasse

On a calculé la teneur en matière grasse des yaourts formulés par la méthode acido-butyrométrique (en grammes pour 100 g ou 100 ml de yaourt) (AFNOR, 1985), c'est la même méthode utilisée pour le dosage de la matière grasse du lait.

Après dissolution des protéines de 6 yaourts fabriqués par addition 10ml d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse de 6 yaourts formulés par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique (1 ml). Obtention de la teneur en matière grasse par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère le plus proche, puis lire rapidement.

$$\text{MG (g/l)} = (B - A) \times 100$$

- **A** : la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.
- **B** : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

IV.7 Analyses bactériologiques des yaourts fabriqués

L'analyse microbiologique des aliments est une étape très importante et indispensable pour garantir la sécurité et la salubrité des aliments qui seront présentés au consommateur et

qui doivent être exempt des micro-organismes pathogènes ou existent en faibles quantités déterminés par la réglementation.

On a réalisé tous les tests microbiologiques des yaourts fabriqués suivant les méthodes officielles du journal officielles (**JORA, 2017**), en faisant les analyses des bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) en respectant les règles d'hygiène établies pour empêcher la contamination.

On a préparé une série des dilutions (jusqu'à 10^{-5}) à partir de la solution mère de chaque yaourt fabriqué. La recherche et dénombrement de ces deux souches de bactéries lactiques dans les yaourts fabriqués est très important car elle nous informe sur la qualité du yaourt et pour savoir l'effet des matières ajoutées (la Propolis et la résine d'*Acacia*) sur ces bactéries.

Pour dénombrer *Streptococcus thermophilus*, dans des conditions stériles, avec une pipette stérile on fait l'ensemencement de 1 ml de chaque dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5}) des 6 types yaourts fabriqués sur les boîtes de pétri contenant 15 ml du milieu sélective M17 (ensemencement en masse) (**Guiraud, 1998**). Les boîtes de pétri sont incubées retournées dans un incubateur à 37°C pour 72 heures.

Pour dénombrer *Lactobacillus bulgaricus*, on a utilisé le milieu sélective MRS et à l'aide d'un étaloir on fait l'ensemencement (**De Man, Rogosa et Sharpe**). Après, les boîtes de pétri sont incubées retournées dans une étuve à 37°C pour 72 heures. Les boîtes pétries qui contiennent un nombre de colonies entre 15 et 300, sont retenues pour le dénombrement des bactéries lactiques.

IV.8 Analyses sensorielles des yaourts fabriqués

L'évaluation sensorielle d'un produit alimentaire est un processus dans laquelle les cinq sens d'un être humain sont utilisés pour deux objectifs principales : d'évaluer le produit en termes de caractéristiques organoleptiques : l'olfaction, le toucher, le gustatif et la vue et de mesurer le degré de satisfaction des consommateurs à propos de nos yaourts formulés. Cette discipline est constituée sur l'appréciation des individus à travers la mise en jeu d'un nombre de paramètres précis avec objectivité (**Lefebvre & Bussereau, 2003**).

L'objectif de cette séance de dégustation est d'amener les dégustateurs à goûter chacun des 6 échantillons du yaourt formulé avec les mêmes matières mais avec différentes concentrations de Propolis et la résine d'*Acacia*, et les dégustateurs nous aident à discriminer les différences organoleptiques préalablement précisées entre les différents échantillons du yaourt et en fin déterminer la meilleure formule de yaourt à l'aide d'un logiciel.

Les tests organoleptiques ont été réalisés à l'aide de 22 personnes (professeurs universitaires, des enseignants de lycée et de moyenne, des étudiants universitaires de différentes spécialités et même des personnes n'ont pas un niveau d'éducation élevé), dont l'âge varie entre 18 à 60 ans.

Cette évaluation sensorielle est faite après élaboration d'un questionnaire contenant un ensemble d'attributs sensoriels qui caractérisent le yaourt afin de contrôler le déroulement du processus gustatif. Une fiche de dégustation du yaourt a été préparée en suivant les paramètres suivants :

- **Intensité de la couleur** : très claire, claire, moyenne
- **Odeur** : mauvais, bon, très bon et excellent
- **Le goût acide** : mauvais, bon, très bon et excellent
- **Arrière – goût** : mauvais, bon, très bon et excellent

Ces paramètres ont été organisés dans des tableaux pour faciliter la prise de note des résultats : mauvais (e) (0,1,2), bon (bonne) (3,4,5), très bon (très bonne) (6,7,8) et excellent (e) (9,10).

La séance de dégustation avait lieu au niveau du laboratoire, après avoir réalisé les tests microbiologiques et physico-chimiques et vérifié la qualité hygiénique du produit.

Avant de commencer l'opération de dégustation, d'autres conditions de base avaient été également vérifiées :

- La salle ou le laboratoire est vide et bien nettoyé.
- La fourniture du matériel nécessaire pour l'opération (cuillères propres pour chaque Personne, des papiers mouchoir, de l'eau potable, des gobelets, un questionnaire ainsi que des feuilles et des stylos pour l'enregistrement des résultats).
- L'organisation de déroulement de la dégustation dans un ordre précis, répartition des tâches entre nous, préparer les échantillons pour les dégustateurs, création d'une atmosphère souple et confortable pour le déroulement de l'opération, en termes d'espace, lumière et la liberté d'exprimer une opinion.
- À la fin de la séance, la salle est nettoyée et remise à son état.

En ce qui concerne les dégustateurs eux-mêmes, ces derniers doivent remplir les conditions suivantes :

- Démontrer une réelle motivation pour cette analyse (disponibilité, engagement et assiduité).
 - Ne pas présenter de répulsion pour les produits à tester ou avoir des allergies aux ingrédients utilisés.
 - Ne pas présenter de déficience sensorielle.
 - Être en mesure de comprendre le principe du processus et de respecter les consignes.
 - Être capables d'exprimer clairement leur impression et leur remarque et de les mémoriser
- La séance de dégustation a été réalisée dans une même journée à 11h tout en prenant soin de s'assurer que nos dégustateurs n'ont pas pris de repas immédiatement avant, afin qu'ils puissent compléter la dégustation de tous les échantillons. Chaque personne devait goûter chaque échantillon alternativement, discriminer la différence entre eux puis répondre aux questions posées, puis choisir sa /ses préférences. Tout en veillant au rinçage de la bouche avec de l'eau pour empêcher le mélange des saveurs et faciliter la distinction entre chaque échantillon. Les résultats ont été enregistrés sur place pour qu'ils puissent être traités plus tard.

IV.9 Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été enregistrés et analysés par le test de Friedman. Le test de Friedman est un test statistique de comparaison non paramétrique utilisé pour évaluer s'il existe des différences statistiquement significatives entre les distributions de trois groupes appariés ou plus (analyse de variance à un facteur avec mesures répétées).

CHAPITRE V
RESULTATS

V.1 Caractéristiques physicochimiques du lait de vache

Les résultats d'analyse physicochimique du lait sont montrés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : résultat des analyses physicochimique du lait de vache

Paramètres	Lait de vache
pH	6.4
Acidité D°	18.2 D°
La densité	1 .029
Taux de MG(g/l)	28g/l

V.1.1 Détermination du pH

La valeur du pH du lait se situe entre 6,6 et 6,8 (FAO, 2006), ce qui signifie que le pH du lait est conforme aux normes et que les résultats obtenus sont satisfaisants. Selon Luquet (1985) la mesure du pH renseigne précisément sur l'état de la fraîcheur du lait. Le résultat obtenu du pH du lait de la vache est 6.4 et est conforme aux normes éditées par Gaucher et al. (2008), dont les valeurs comprises entre 6.4 à 6.85.

V.1.2 Détermination de l'acidité

L'acidité des échantillons du lait cru est globalement acceptable, acidité titrable est conforme à la norme d'entreprise et la norme AFNOR (1985), de l'acidité du lait frais fixée entre 16-18°D. Cette acidité retrouvée peut être naturelle ou développée. Selon Aboutayeb (2009) a signalé qu'un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D, alors que la FAO (2010) a rapporté que l'acidité du lait est en moyenne 16 (15- 17 °D).

D'après Mathieu (1998), les variations de l'acidité titrable sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions hygiéniques lors de la traite. Selon ces mêmes auteurs, l'acidité dépend aussi de la flore microbienne totale et de son activité métabolique, ainsi que de la manutention du lait.

V.1.3 Détermination de la densité

Il se ressort des résultats montrés dans le tableau N°06 que la valeur de la densité du lait de vache est de 1.020 cette dernière semble conforme aux normes des résultats obtenus par Roudj (2005) qui sont respectivement de 1.029 et 1.033.

V.1.4 Détermination de matière grasse

D'après Cayot et Lorient (1998), la teneur en matières grasses du lait de vache se situe entre 33 et 47g/l. Les valeurs du taux butyreux de nos échantillons restent plus faibles par rapport aux résultats de cet auteur. Par ailleurs, la teneur en MG est supérieure chez les vaches en début de lactation comparativement aux vaches en milieu de lactation.

Selon Labioui et al. (2009), rapportent que la variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que l'effet génétique, nombre de vêlage, stade de lactation, les conditions climatiques et l'alimentation.

V.2 Analyse physico-chimiques des yaourts formulés

V.2.1 Acidité titrable

En fonction de la teneur en Propolis et en résine d'*Acacia* incorporée, l'acidité du lait a augmenté et diminué (fluctué) de manière significative et cyclique pendant la phase de post-acidification (tableau 2).

Tableau 7 : évaluation de l'acidité titrable (°D) des yaourts additionnés de Propolis et résine d'*Acacia* au cours de la conservation.

Paramètres	T= (0%)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25%)	P/G (50%/50%)	P/G (25%/75%)
après 1 jour	83 °D	80 °D	94 °D	80 °D	81 °D	82 °D
après 7 jour	85 °D	81 °D	98 °D	82 °D	83 °D	84 °D
après 14 jours	96 °D	/	100 °D		85 °D	87 °D
après 21 jours	155 °D	/	160 °D	/	/	/

Dans l'échantillon de L'acidité du yaourt témoin augmente de manière constante au fil du temps, atteignant une valeur très élevée après 21 jours.

P (100%), les données montrent une acidité initialement plus faible, et G (100%), l'acidité est la plus élevée parmi tous les échantillons à chaque intervalle de temps mesuré, ce qui suggère que la résine d'*Acacia* augmente l'acidité du yaourt et le mélange (P/G) de Propolis et de résine d'*Acacia* montrent des valeurs d'acidité intermédiaires.

L'ajout de résine d'*Acacia* au yaourt augmente l'acidité plus que l'ajout de Propolis.

V.2.2 pH mesuré

Le pH semble suivre une tendance inverse à l'acidité dornique tout au long de l'expérience, avec une fluctuation claire des valeurs du produit en fonction de l'ajout de Propolis et de résine d'*Acacia* (tableau 3).

Tableau 8 : Variations du pH des yaourts additionnés de résine d'*Acacia* et Propolis

Paramètres	T(0%)	P(100%)	G(100%)	P/G(75%/25%)	P/G(50%/50%)	P/G(25%/75%)
Après 1 jour	4,63	4,60	4,62	4,58	4,55	4,50
Après 7 jour	4,60	4,58	4,59	4,50	4,50	4,55
Après 14 jours	4,55	/	4,57	/	4,43	4,42
Après 21 jours	4,40	/	4,20	/	/	/

En effet, au 1^{er} jour comme au 7^{ème} et 14^{ème} et 21 jours d'entreposage, il est bien observé que le produit préparé à G (100%) est présenté de faible valeur d'acidité que le yaourt standard (témoin), c'est indiqué d'augmentation d'acidité.

En effet, le premier ainsi que les 7^{ème} et 14^{ème} jour et après de stockage, il a été clairement observé que les échantillons P (100 %), P/G (75/25 %), P/G (50/50%) et P/G (25/75%) ont enregistré une diminution des valeurs de pH, ce qui explique l'augmentation des valeurs d'acidité.

V.2.3 Taux de cendre (%)

La figure 12 présente la variation du taux de cendre (%) des yaourts additionnés de la résine d'*Acacia* et propolis au cours de la conservation (après 7 jours et après 14 jours) (annexe 2)

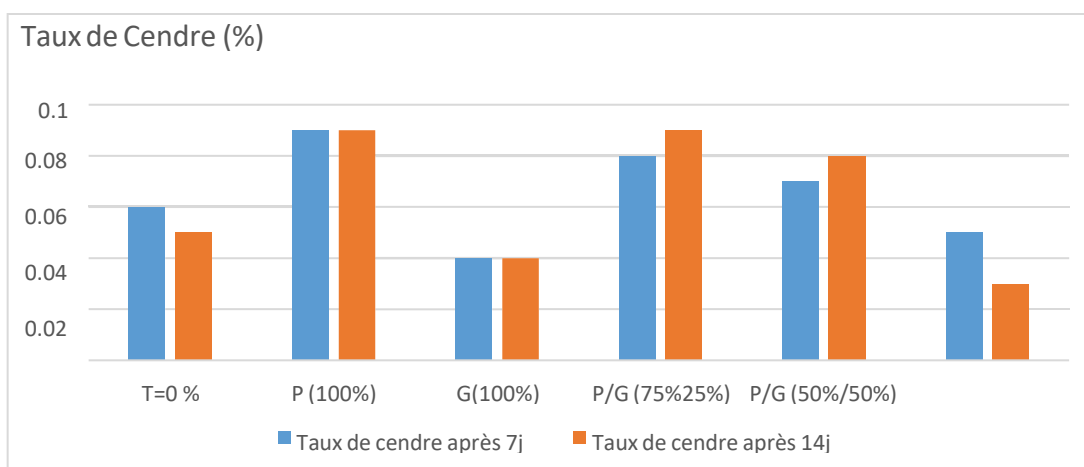


Figure 10 : variations du taux de cendre des yaourts additionnés de la résine d’*Acacia* et Propolis au cours de la conservation.

Les cendres représentent le résidu inorganique restant après la combustion ou l’oxydation complète de la matière organique d’un échantillon alimentaire. La détermination de la teneur en cendres dans un aliment est une étape de l’analyse proximale, utilisée pour évaluer la valeur nutritionnelle. Cet indicateur est également un critère de qualité essentiel pour certains ingrédients alimentaires (Ismail, 2017).

D’après les résultats, nous avons observé un teneur en cendres est généralement faible pour la plupart des échantillons indiquant une faible teneur en matières inorganiques,

Le taux de cendre après 14 jours est généralement supérieur ou égal à celui après 7 jours, ce qui suggère une augmentation progressive de la teneur en cendres avec le temps dans tous les échantillons, tandis que la valeur du yaourts témoin diminuait légèrement après le 14^{ème} jour.

V.2.4 Extrait sec total (%)

La figure suivante présente la variation de l’extrait sec total (%) des yaourts Additionnés de résine d’*Acacia* et Propolis au cours de la conservation (après 7 jours et après 14 jours) (annexe 2).

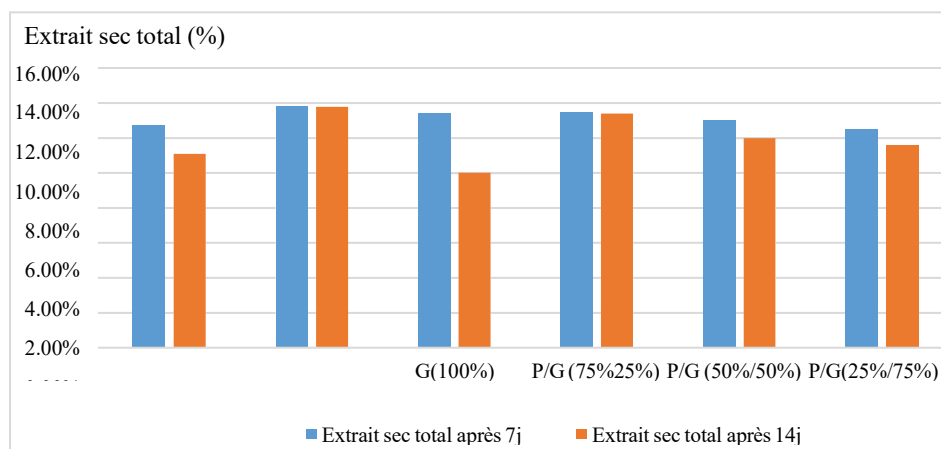


Figure 11 : variation du taux d’extrait sec total (%) des yaourts additionnés de Propolis et de la résine d’*Acacia* au cours de la conservation.

Dans l'échantillon de T (0 %), l'extrait sec total est stable autour de 12 % après 7 jours et légèrement inférieur après 14 jours. Et dans P (100 %), l'extrait sec total est plus élevé dans les deux périodes, atteignant environ 14 % après 7 jours et restant à peu près au même niveau après 14 jours ; et dans G (100 %), la valeur de l'extrait sec total est d'environ 13,40% après 7 jours et diminue de 10% après 14 jours, légèrement inférieure à celle de P (100 %). Dans le yaourt P/G (75 %/25 %), nous avons observé que la valeur de l'extrait sec total 13,50% après le 7^{ème} jour et diminue légèrement après 14 jours.

Les échantillons de yaourts P/G (50%/50%) et P/G (25%/75%) la valeur d'extrait sec totales étaient comprises entre 13% et 12% après quoi elles ont diminué à 12% et 11% après le 14^{ème} jour.

V.2.5 Taux de matière grasse

La figure 14 présente la variation de matière grasse (g/l) des yaourts additionnés de résine d'*Acacia* et Propolis au cours de la conservation (après 1 jour, après 7 jours et après 14 jours) (annexe 2).

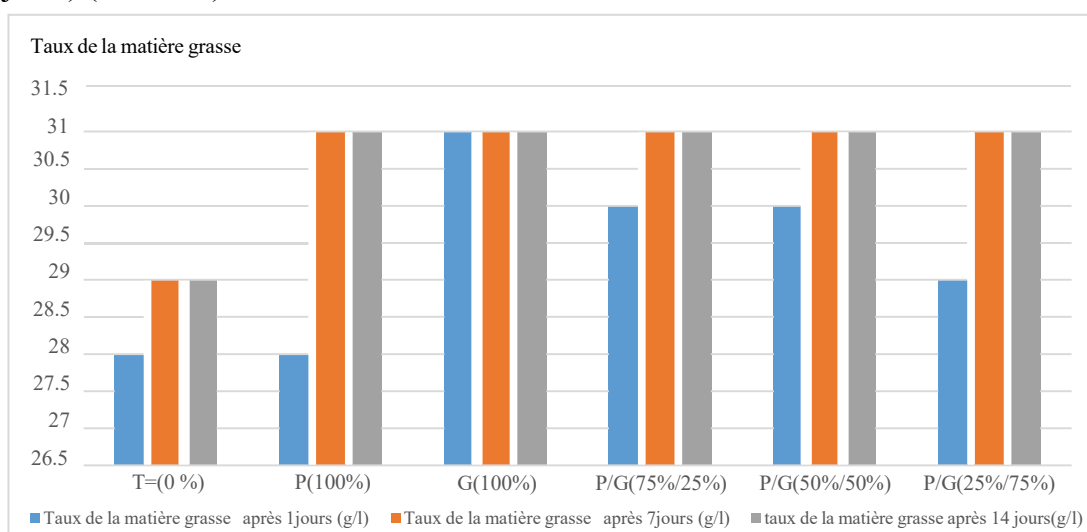


Figure 12: variation du taux de la matière grasse (g/l) du yaourt témoin et des yaourts additionnés de Propolis et de la résine d'*Acacia* au cours de la conservation.

Nous observons dans le yaourt standard (témoin) le taux de matière grasse reste stable ou légèrement en hausse au fil des jours, ce qui est logique si aucune matière grasse n'est ajoutée au départ. Après 7 jours, on remarque une augmentation dans tous les échantillons, comprise entre (29g/l et 31g/l). Après 14 jours, on remarque que toutes les valeurs restent constantes dans tous les yaourts (29g/l et 31g/l).

V.3 Analyses microbiologiques du lait et des yaourts formulés

Tous les échantillons ont été jugés conformes aux critères fixés par la décision interministérielle relative aux spécifications microbiologiques (JORA, 2017), ces résultats peuvent être interprétés soit par une charge bactérienne du lait au cours de ces différentes étapes : traite, collecte et transport, soit aux mauvais traitements au niveau du laboratoire, donc le lait dans les normes (tableau 6).

Tableau 9 : résultat des analyses microbiologiques du lait formulé.

Germes recherchés	Nombres d'UFC/ml	Normes (JO: 2017)
FTAM	25.10 ¹	3.10 ⁵ et 3.10 ⁶
<i>Salmonella</i> sp	Abs	Abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	10 ² et 10 ³
Coliformes totaux	2.10 ²	5.10 ² et 5.10 ³
Coliformes fécaux	0	5.10 ² et 5.10 ³

V.3.1 Résultats de recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux

Les coliformes se manifestent par des colonies de couleur rouge foncé, d'un diamètre d'au moins 0,5 millimètre. Les résultats, présentés dans le tableau 7, indiquent une absence totale de coliformes totaux et fécaux.

V.3.2 Résultat de recherche des *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* sp

Selon les résultats présentés dans le tableau 7 les *staphylococcus aureus* et *Salmonella* sp sont absents du yaourt qui remplit donc les critères (JORA, 2017).

Tableau 10 : résultat des analyses microbiologiques du yaourts après 1 jours.

Germes recherchés	Nombres de UFC :	Normes
<i>Salmonella</i> sp	Abs	Abs dans 25g (JO: 2017)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	10 ² (JO: 2017)
Coliformes totaux	Abs	10 (JO: 1998)
Coliformes fécaux	Abs	1 (JO: 1998)

Nous avons observé l'absence totale de toutes les bactéries pathogènes dans tous les échantillons. Qui remplit donc les critères (JORA, 2017) et (JORA,1998).

V.4 Qualité microbiologique des yaourts

Nous avons compté le nombre des ferments lactique (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) dans les six différents types du yaourt fabriqués tout au long de la durée de conservation, après 1^{er} jour, 7^{ème} jour, 14^{ème} jours et 21^{ème} jours pour identifier l'effet des additifs (Propolis et résine d'*Acacia*) sur ces de bactéries dans le yaourt fabriqué, sachant que la levure utilisée dans la fabrication du yaourt contient une quantité égale de chaque espèce des deux ferments (v/v).

Après cela en calculant la médiane du nombre des bactéries lactiques, les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 1 : Évolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* (UFC/ml) des yaourts additionnés de Propolis et résine d'*Acacia* au cours de la conservation.

Paramètres	T (0%)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25%)	P/G (50%/50%)	P/G (25%/75%)
après 1 jour	1.34×10 ⁶	3.2×10 ³	1.72×10 ⁶	4.1×10 ³	3.2×10 ⁴	2.6×10 ⁵
après 7 jours	7.23×10 ⁶	Abs	9.25×10 ⁶	Abs	2.7×10 ²	3.1×10 ²
après 14 jours	10.25×10 ⁶	Abs	13.2×10 ⁶	Abs	Abs	Abs
après 21 jours	13.4×10 ⁶	/	15.2×10 ⁶	/	/	/

Tableau 12 : Évolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (UFC/ml) des yaourts additionnés de Propolis et résine d'*Acacia* au cours de la conservation

Paramètres	T (0%)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25%)	P/G (50%/50%)	P/G (25%/75%)
après 1 jour	1.29×10^6	3.2×10^3	1.50×10^6	3.95×10^3	3.1×10^4	2.3×10^5
après 7 jours	7.1×10^6	Abs	8.1×10^6	Abs	2.2×10^3	2.9×10^2
après 14 jours	9.85×10^6	Abs	12.63×10^6	Abs	Abs	Abs
après 21 jours	12.90×10^6	/	14.90×10^6	/	/	/

D'après le résultat nous vous observé le nombre des bactéries enregistré dans tous les échantillons expérimentaux après le premier jour est resté relativement proche. Après le 7^{ème} jour, nous avons observé une nette augmentation du nombre de *Lactobacillus* et *Streptococcus* dans tous les échantillons à l'exception des échantillons de P (100%) et P/G (75%/25%), nous avons observé l'absence des bactéries lactiques.

Au 14^{ème} jour, nous avons observé une augmentation dans les échantillons de témoin (T=0%) et G (100%) sauf ceux contenant de la Propolis et avons constaté la disparition complète des bactéries lactiques.

Le 21^{ème} jour, nous avons observé une augmentation significative des bactéries lactiques dans les échantillons du témoin (T=0%) et G (100%).

V.5 Analyse statistique de l'analyse sensorielle

Les résultats obtenus ont été enregistrés et analysés par le test de Friedman. Le test de Friedman est un test statistique de comparaison non paramétrique utilisé pour évaluer s'il existe des différences statistiquement significatives entre les distributions de trois groupes appariés ou plus (analyse de variance à un facteur avec mesure répétée).

V.5.1 Goût acide

Le tableau 10 montre clairement que la valeur de signification morale a été estimée à 0.00 ce qui est inférieur au niveau de signification de 0,01, ce qui indique la présence de différences statistiquement significatives entre les six yaourts formulés dans la variable de goût acide, il est clair que les six yaourts formulés se sont classés comme suit :

Tableau 13 : la comparaison des rangs moyen de caractère de "goût acide" des yaourts formulés à l'aide du test de Friedman.

Yaourts formulés	Significative	Rang moyen	Groupes homogènes			
Yaourt témoin	0.000	1.55	A			
Yaourt à la Propolis 100%		2.75		B		
Yaourt à P/G 75%/25%		2.7		B		
Yaourt à P/G 50%/50%		3.05			C	
Yaourt à P/G 25%/75%		5.3				D
Yaourt à la résine 100%		5.65				D

Le meilleur goût acide était au yaourt témoin avec un rang très faible de 1.55. Yaourt à la Propolis 100%, et le yaourt mixte Propolis/résine 75%/25% était au deuxième rang avec un rang moyen relativement inférieure estimé à 2.75 et 2.7 respectivement. Le yaourt P/G 50%/50% était au troisième rang avec un rang grand de 3.05 et les yaourts P/G 25%/75% et à la résine 100% était au dernier rang enregistraient un rang moyen le plus grand de 5.65 et

5.3 respectivement et voici ce que montre le diagramme suivant :

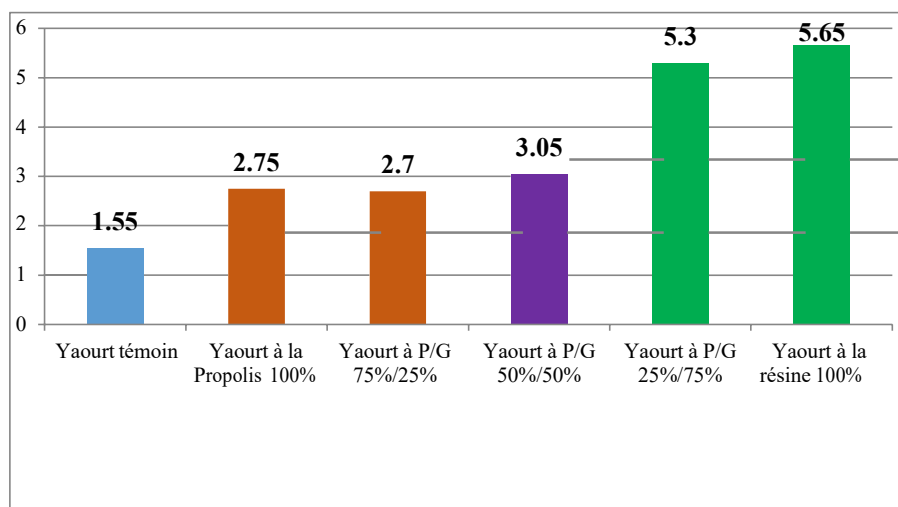


Figure 13: la comparaison des rangs moyens de caractère de " goût acide" des yaourts formulés.

V.5.2 Arrière-goût

Le tableau suivant montre clairement que la valeur de signification morale a été estimée à 0,00 ce qui est inférieur au niveau de signification de 0,01, ce qui indique la présence de différences statistiquement significatives entre les six yaourts fabriqués dans la variable « Arrière-goût ».

Au premier rang, était le yaourt témoin et le yaourt à la résine 100% avec un rang moyen très faible sans arrière-goût, au deuxième rang était le yaourt P/G 25%/75% avec un rang moyen faible égale à 3.10, au troisième rang était le yaourt à P/G 50%/50% avec un rang moyen faible égale à 4.20. Au quatrième et dernier rang, était le yaourt à P/G 75%/25% et yaourt à la Propolis 100% avec un rang moyen très faible.

Tableau 14: la comparaison des rangs moyens de caractère d'arrière-goût des yaourts formulés à l'aide de test de Friedman.

Yaourts formulés	Significative	Rang moyen	Groupes homogènes				
Yaourt à la Propolis 100%	0.000	5.85	E				
Yaourt à P/G 75%/25%		4.85		D			
Yaourt à P/G 50%/50%		4,20			C		
Yaourt à P/G 25%/75%		3.10				B	
Yaourt à la résine 100%		1.5					A
Yaourt témoin		1.5					A

On note que le yaourt qui contient une grande quantité de Propolis contient plus d'arrière-goût et le goût de yaourt devient désagréable, et c'est ce que montre le diagramme suivant :

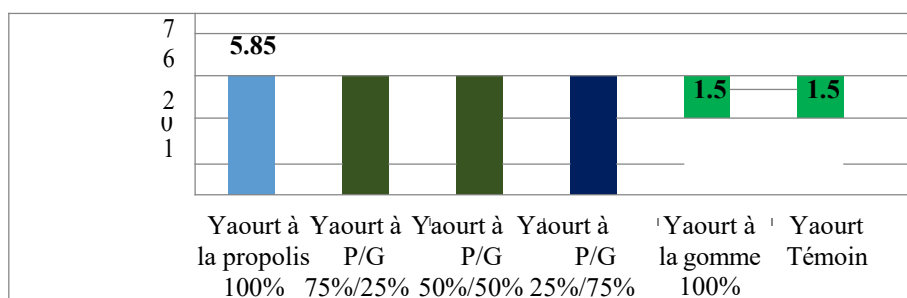


Figure 14: la comparaison des rangs moyens de caractère d'arrière-goût des yaourts formulés.

V.5.3 La couleur

Le tableau 14 montre clairement que la valeur de signification morale a été estimée à 0,00 ce qui est inférieur au niveau de signification de 0,01, ce qui indique la présence de différences statistiquement significatives entre les six yaourts fabriqués dans la variable « couleur ».

Tableau 15: la comparaison des rangs moyens de caractère de couleur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman

Yaourts formulés	Significative	Rang moyen	Groupes homogènes		
Yaourt à la Propolis 100%	0.000	5.5	D		
Yaourt à P/G 75%/25%		5,35	D		
Yaourt à P/G 50%/50%		3,95		C	
Yaourt à P/G 25%/75%		3.15			B
Yaourt témoin		1.75			A
Yaourt à la résine 100%		1.30			A

La meilleure couleur était pour le yaourt témoin et le yaourt à la gomme 100%, au deuxième rang, le yaourt à la Propolis et à la résine 25%/75% et au troisième rang était le yaourt P/G 50%/50% et au dernier rang était l'ensemble du yaourt à la Propolis 100% et le yaourt à la Propolis et la résine 75%/25%, et c'est ce que montre le diagramme suivant :

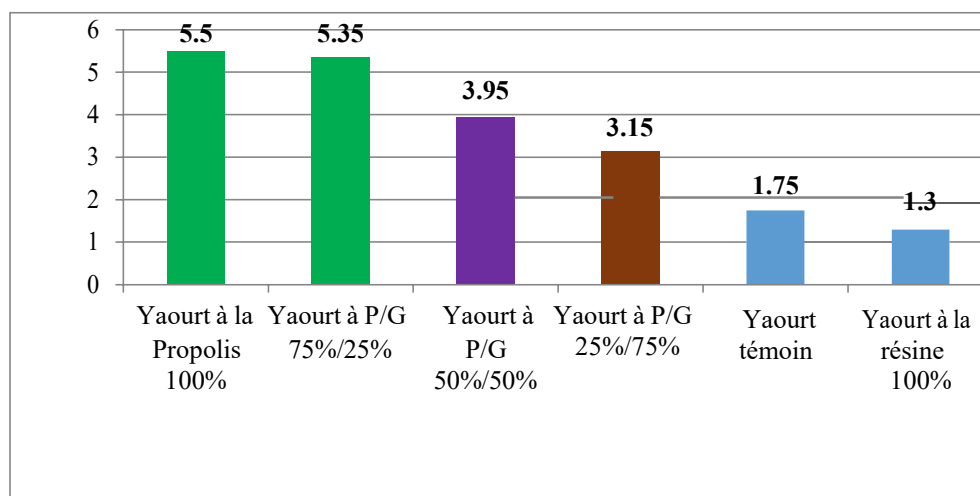


Figure 15 : la comparaison des rangs moyens de caractère "couleur" des yaourts formulés à l'aide du test de Friedman.

V.5.4 L'odeur

Le tableau 13 montre clairement que la valeur de signification morale a été estimée à 0, ce qui est inférieur au niveau de signification de 0,01, ce qui indique la présence de différences statistiquement significatives entre les six yaourts fabriqués dans la variable « odeur ».

La meilleure odeur, revient à l'ensemble de yaourt à la Propolis 100% et le yaourt à la Propolis et résine 75%/25% avec un rang moyen le plus petit égale 1.45 et 2.15 respectivement suivi en deuxième position par le yaourt témoin, avec un rang moyen égale

3.10. Au troisième était le yaourt à la résine 100% avec un rang moyen grand égale 4.10 et à dernière classe l'odeur indésirable était à l'ensemble des yaourts à la Propolis et résine 50%/50% et 25%/75% avec un rang moyen très grand égale à 4.50 et 5.70 respectivement.

Tableau 16 : la comparaison des rangs moyens de caractère de l'odeur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman.

Yaourts formulés	Significative	Rang moyen	Groupes homogènes			
Yaourt à P/G 25%/75%	0.000	5.70	D			
Yaourt à P/G 50%/50%		4.50	D			
Yaourt à la résine 100%		4.10		C		
Yaourt témoin		3.10			B	
Yaourt à P/G 75%/25%		2.15			A	
Yaourt à la Propolis 100%		1.45				A

On remarque que plus la quantité de Propolis est grande dans le yaourt, meilleur est son odeur et vice versa et c'est ce que montre le diagramme suivant :

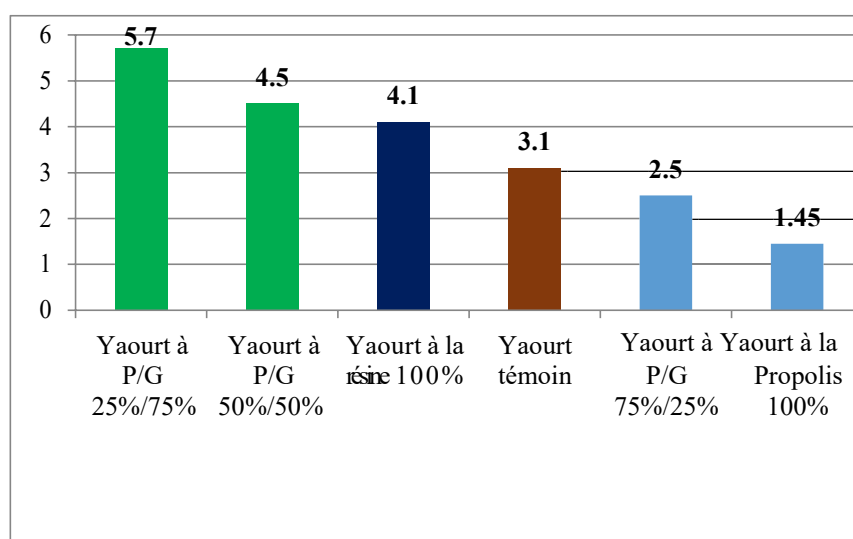


Figure 16 : la comparaison des rangs moyen de caractère d'odeur de 6 yaourts formulés à l'aide du test de Friedman.

DISCUSSION

Discussion

Les résultats obtenus ont montrés la présence de la flore totale aérobie mésophile dans le lait cru de vache. Toutes les colonies apparues dans le milieu de culture PCA ont été comptées. La flore mésophile aérobie totale, bon indicateur de contamination globale, renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru (**Guinot-Thoms et al., 1995**).

La présence des FTAM dans le lait cru de vache remonte probablement aux bactéries présentes naturellement sur la peau de trayons (flore naturelle), peut être à cause du non-respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène (mains contaminées,..etc.). Tout ce qui vient en contact avec le bout des trayons risque de transférer des bactéries dans le lait au moment de la traite et aussi les bactéries de l'environnement de la ferme où se trouve la vache peuvent être une source importante de contamination du lait (l'air, le sol, etc.).

Bien que le lait de vache est frais et riche en nutriments (protéines, glucides, lipides, vitamines...) et en eau favorise la croissance des bactéries surtout si certaines conditions d'hygiène de réception et de conditionnement ne sont pas respectées.

Le nombre des FTAM trouvé dans notre lait cru (250UFC/ml) est supérieur à ceux obtenus par Taleb (**2017**) et Ben Ayache & Mati (**2018**) mais inférieur à ceux obtenus par Hamiroune et al. (**2014**), mais reste toujours dans la norme indiquée dans le JORA (**2017**) limitée par 3.10^5 UFC/ml et cela est dû au respect des règles d'hygiène à tous les niveaux en commençant par l'hygiène corporelle de la vache et surtout le bout des trayons, l'hygiène personnelle et de récipient du lait et la zone de travail.

Les résultats obtenus ont montré une absence totale des staphylocoques et salmonelles et coliformes fécaux et la présence de faible nombre de coliformes totaux (2×10^2 UFC/ml); les normes indiqués dans le JORA (**2017**) qui limite le nombre inférieur à ($5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$), cela confirme l'absence de contamination par les microorganismes d'altération et pathogènes. Ces résultats indiquent que les bonnes pratiques d'hygiène sont respectées, et que le lait a une bonne qualité microbiologique. Les résultats obtenus sont similaires à ceux de Benamira et al. (**2022**) et encore meilleurs que ceux de Hamiroune et al. (**2014**) et Ben Ayache & Mati (**2018**) qui ont détectés la présence des coliformes fécaux et donc les résultats respectent les normes indiqués dans le JORA (**2017**). Ces résultats peuvent s'expliquer par l'application des bonnes pratiques d'hygiène.

Les résultats des analyses microbiologiques du lait ont été démontrés que le lait de vache a une bonne qualité bactériologique et convient à la fabrication de yaourt.

L'absence totale de bactéries dans tous les échantillons indique que la pasteurisation à 65°C pendant 30 mn a été suffisante pour éliminer toutes les bactéries présentes dans le lait, produisant ainsi un yaourt exempt de bactéries pathogènes.

L'absence de bactéries dans tous les échantillons peut être due à l'effet de Propolis et résine arabe sur les bactéries cohérentes avec nos résultats (**Bouchelaghem, 2022**) de la Propolis contient de nombreux composés actifs, tels que des flavonoïdes, des acides phénoliques et des esters aromatiques, qui sont responsables de son activité antimicrobienne. Ces composés ont été montrés pour inhiber la croissance de bactéries pathogènes telles que *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhi* (**Orsi et al., 2006**).

Pour le yaourt témoin la diminution du pH et l'augmentation de l'acidité (de 83°D à 96°D) sont dues probablement à l'action des bactéries lactiques qui ont une principale fonction de la production d'acide lactique (la fermentation lactique), selon Al Otaibi et El Demerdash (**2008**) ce dernier joue un rôle d'agent conservateur, coagulant et antimicrobien.

Quant à un échantillon contenant 1g de gomme arabe, la valeur de l'acidité a augmenté (de 94°D à 100°D) et la valeur du pH a diminué dans les 14 jours, mais dans des

proportions supérieures à celles du yaourt standard.

Ces résultats sont comparables à ceux cités par Zare et al. (2011) qui ont mentionnés une réduction du pH dans des yaourt additionnés de farine de lentilles allant de 4,50 à 4,00 pendant la période de stockage de 28 jours. Aussi Silva et al. (2014) ont signalés une diminution du pH dans les échantillons du yaourt enrichi avec le fruit de Péquin pendant 29 jours de stockage cela est dû peut-être à la composition de la résine riche en polysaccharides, qui favorise la croissance des bactéries lactiques en jouant le rôle d'un prébiotique et donc favorise la fermentation lactique, cette fermentation a augmenté la sécrétion d'acide lactique jusqu'au jour 21 de conservation.

Au cours duquel nous avons enregistré une croissance significative de bactéries lactiques (supérieure à la norme 10^6) et c'est ainsi qu'est devenu du yaourt périmé, nos résultats sont cohérents avec ceux trouvés par SCHMIDT et al. (1994). Ainsi pour les autres échantillons, plus le pourcentage de gomme arabique augmente, plus le yaourt devient acide.

Un échantillon de 1 g de Propolis présentait après 7 jours une diminution de l'acidité et une augmentation du pH. Cela peut s'expliquer par la composition de la Propolis, qui est riche en flavonoïdes, qui détruisent les parois des cellules à Gram positif. Ainsi, la division cellulaire ne se produit pas (Cherbuliez et Domerego, 2003). Le nombre de bactéries lactiques diminue, ce qui sécrète à son tour de l'acide lactique, ce qui améliore l'acidité du yaourt. Notre résultat est cohérent avec le résultat de Cui-ping et al. (2014). Dans les échantillons mélangés, nous avons remarqué une légère diminution de l'acidité et une légère augmentation du pH, et cela est dû à la composition de la Propolis.

La teneur en MG obtenue s'est située entre (28g/l et 31g/l) est légèrement supérieure à la norme, qui est de 15-25g/l ce qui nous fait dire qu'elle n'est pas conforme à la norme AFNOR (1986), mais qu'elle peut être acceptée. Selon CAROLE et VIGNOLA (2002), la teneur en MG du yaourt varie entre 0.5 et 3.5%, selon qu'il s'agit de yaourt écrémé ou entier.

Cette hausse s'expliquerait du fait que notre lait n'a pas subi un écrémage partiel pour atteindre la valeur de 15g/l (1,5%). L'extrait sec d'un produit (EST) est le pourcentage des matières sèches existant dans le produit (Gerad, 1994). Les cendres représentent le résidu inorganique restant après la combustion ou l'oxydation complète de la matière organique d'un échantillon alimentaire.

La détermination de la teneur en cendres dans un aliment est une étape de l'analyse proximale, utilisée pour évaluer la valeur nutritionnelle. Cet indicateur est également un critère de qualité essentiel pour certains ingrédients alimentaires (Ismail, 2017). D'après les résultats, nous avons observé un teneur en cendres négligeables après 7 et 14 jours pour tous les yaourts formulés, moins de 0.01% donc, le taux des sels minéraux restait faible, cela signifie probablement que le lait de vache cru utilisé dans la fabrication du yaourt est pauvre en sels minéraux à cause de plusieurs facteurs, notamment l'alimentation et l'état de santé de vache et même la période de lactation et d'autre part, le teneur faible de Propolis et résine en sels minéraux (des oligo-éléments).

Ce résultat est en accord avec celui rapporté par Shori et al. (2016) qui ont étudiés l'effet de l'ajout de fruits de papaye et de figue de barbarie sur la composition physico-chimique du yaourt avec des résultats allant de 0,68% à 0,78%. Il est aussi en cohérence avec celui de Arslan et Bayrakci (2016) qui ont conclus que l'utilisation du kaki dans la production du yaourt n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en cendres durant une période de conservation de 15 jours.

Par contre, Kermiche et al. (2018) ont démontré une augmentation significative du taux de cendre suite à l'ajout de purée de cantaloup (0,55%) et de cantaloup sec (0,68%)

par rapport au yaourt témoin (0,37%).

On a enregistré que le taux d'EST après 7 jours était très élevé dans les yaourts à la base de Propolis 100% et P/G 75/25, avec des valeurs 13.80% et 13.5% respectivement suivait par P/G 50/50 et le yaourt moyennes 13.40% et 13% successivement. Le taux d'EST le plus faible était dans le yaourt témoin et P/G 25/75 avec des valeurs 12.7% et 12.5% dans cet ordre. Nos résultats concernant l'extrait sec total, étaient tous inférieurs à les normes adoptés par JORA (1998) ce qui définit le maximum de taux d'EST de 19% à 21% et sont proches à celles signalées par Amellal et al. (2011) (de 15 à 20,69%) pour des yaourts enrichis de poudre d'écorces de grenade. Nos données sont inférieures aussi à ceux signalées par Amellal-Chibane (2008) pour les yaourts à base de la poudre de dattes qui sont situés entre 20,64 et 21,39% et c'est logique, car les yaourts formulés ne contenaient aucun additif (poudre du lait) pour enrichir la quantité de protéines, sachant que le but était de fabriquer un yaourt naturel liquide ne se soucie pas de la fermeté. En effet, un taux élevé de la matière sèche totale augmente la fermeté du gel du yaourt (Mahmoudi *et al.*, 2018).

A mesure que la concentration de Propolis dans le yaourt augmente, la quantité de la matière sèche augmente en proportion directe, tandis que la proportion est inversement dans le cas de l'augmentation de la concentration de la résine, où la valeur la plus grande de l'EST a été enregistré dans le yaourt à la plus grande concentration de la Propolis (1g) et la plus faible valeur de l'EST a été enregistré dans le yaourt à la plus grande concentration de la résine (1g). Cette différence de l'EST est due probablement, en premier lieu, à la richesse de Propolis en substance organique (55% résines et baumes, 30-40% de cires et 5-10% des huiles volatiles ou essentielles) par rapport à la gomme arabique (Djamil and Rizky, 2015).

«Propolis-complément alimentaire» (VIDAL, 2022). D'autre part au fort effet bactéricide de Propolis contre les bactéries, notamment les bactéries à Gram+ y compris les bactéries lactiques, qui a conduit à l'arrêt de leur croissance et disparition en moins d'une semaine à la forte concentration de Propolis. Cela a eu pour conséquence que l'EST dans le yaourt contenant la Propolis est resté élevé par rapport aux autres yaourts qui n'en contenaient pas : le yaourt témoin et le yaourt à la résine 100%.

Après 14 jours de conservation des yaourts formulés, on a remarqué une diminution significative d'EST dans le yaourt témoin de 12.7% à 11.1% et plus importante dans le yaourt à la base de résine 100% de 13% à 10%, due peut être au phénomène de fermentation par les bactéries lactiques, au cours duquel la matière organique (le lactose principalement et les protéines) est consommée est transformée en acide lactique et l'action protéolytique des bactéries lactiques qui dégrade les protéines lactiques en peptides et acides aminés (Courtin *et al.*, 2002). De plus, le yaourt à la base de résine 100% fournit aux bactéries lactiques une source supplémentaire des glucides (polysaccharides), c'est la résine, ce qui augmentait leur activités et leur croissance en jouant le rôle d'un prébiotique (Arab *et al.*, 2014), cela a entraîné une augmentation significative de la consommation de la matière sèche (Fernandez et Marette, 2017).

Des résultats similaires ont été obtenus par Codina et al. (2016). Malgré cela, la quantité de matière sèche totale dans les deux yaourts mentionnés restait dans les normes ce qui peut être expliqué par l'effet inhibiteur de la baisse température de conditionnement ($T=6^{\circ}\text{C}$) sur la prolifération des ferments lactiquesensemencées. Selon Brûlé (2003) et Larpent (1991), la basse température qui ne doit pas dépasser 8°C . Le taux de l'EST est restée presque constante dans le yaourt à la base de Propolis 100% et le yaourt P/G 75/25, nous expliquons cela par la disparition complète des bactéries lactiques au bout d'une semaine sous l'effet fort de la forte concentration de Propolis, tandis que les yaourts mixtes contenant de la Propolis dans des proportions différentes (relativement faible), on a constaté

une diminution faible et non significative de taux du matière sèche suite à la mort des bactéries lactiques en moins de deux semaines.

Dans le yaourt témoin, on a enregistré une augmentation notable de nombre des bactéries lactiques des deux souches, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* dans des proportions presque similaires (de 1.34×10^6 à 13.4×10^6 (UFC/ml) et de 1.29×10^6 à $1,29 \times 10^7$ (UFC/ml)) respectivement, mais avec une légère préférence de *Streptococcus thermophilus* par rapport à la *Lactobacillus bulgaricus*. Les valeurs observées 21 jours après la production, maintiennent l'efficacité de l'action probiotique du yaourt, car selon Abdelmalek et al. (2009) un probiotique efficace doit être au minimum de l'ordre de 10^7 UFC/ml de *Streptococcus* et 10^6 UFC de *Lactobacillus* le jour d'expiration.

Néanmoins, dans l'échantillon contenant de 1g de résine, les bactéries lactiques se sont développées sous une forme accrue pendant la phase post-fermentaire, de 1.72×10^6 à 15.2×10^6 (UFC/ml) après 21 jours pour le *Streptococcus thermophilus* et de 1.50×10^6 à 14.90×10^6 (UFC/ml) pour le *Lactobacillus bulgaricus*, mais elles étaient plus nombreuses que dans le yaourt standard en raison de la résine (GA) contient des polysaccharides qui peuvent agir comme prébiotiques pour les bactéries mentionnées, selon Ross et al. (1983) dans son étude, la GA peut avoir, aussi, des propriétés favorisant le développement des bactéries bénéfiques pour l'homme, par exemple, il a été annoncé que la GA est capable d'augmenter de manière sélective la proportion de bactéries lactiques et de bactéries *bifidus* au niveau la flore intestinale.

Dans l'échantillon contenant 1g de Propolis et P/G (75%/25%), le nombre de bactéries lactiques le premier jour était de 3.2×10^3 et 395×10^3 successivement. Après le septième jour, le nombre de bactéries lactiques est devenu nul pour les deux échantillons, et nous avons remarqué que le yaourt était gâté, ce qui est dû à l'effet de la Propolis sur les bactéries, car elle contient une forte concentration de flavonoïdes et aux terpénoïdes qui ont souvent été reconnus comme les principaux principes actifs responsables de cet effet, d'après les travaux de Kujumgiev et al. (1999), Cui-ping et al. (2014) et Huang et al. (2014). Comme pour les échantillons suivants : P/G (50%/50%) et P/G (25%/75%) plus la proportion de Propolis est faible plus le nombre de bactéries lactiques est élevé.

Notre analyse sensorielle qui basée sur 4 caractéristiques organoleptiques (goût acide, odeur, couleur et la présence ou l'absence de l'arrière-goût) a donné une préférence pour le yaourt témoin par rapport aux autres 5 échantillons (yaourt à la base de Propolis (1g) ; yaourt à la base de la résine (1g) et les yaourts mixtes) dans l'ensemble des caractéristiques organoleptiques mesurées selon les dégustateurs.

Le yaourt témoin a enregistré une préférence en goût qui est légèrement acide (pH=4.6), c'est le goût de l'acide lactique résulte de la fermentation du lactose par les ferments lactiques avec un rang moyen le plus faible de 1.55 et sans arrière-goût. Le yaourt à la base de Propolis 100% et yaourt à la base de Propolis et la résine 75%/25% sont classés deuxième avec un rang moyen le faible de 2.75 et 2.70 respectivement, le yaourt mixte 50%/50% était classé 3^{ème} avec rang moyen de 3.05. Plus la concentration de Propolis augmente, le goût acide du yaourt s'améliore, car l'acidité de Propolis est proche de celle du yaourt mais une arrière-goût amer désagréable qui augmente avec l'augmentation de la concentration de Propolis dans le yaourt, ce qui devient très indésirable à une concentration de 1g. Le goût amer de la Propolis masque son goût acide dans le yaourt.

En revanche, plus la concentration de la résine augmente, l'acidité du yaourt augmente, le yaourt qui contient 1 g ou celui qui contient 0,75g de la résine s'est classés 4^{ème} d'après les résultats obtenus. Ces 2 yaourts ont une acidité modérée avec rang moyen de 5.65 et 5.3 respectivement mais au contraire cette acidité a donné un goût merveilleux aux yaourts selon quelques dégustateurs et sans arrière-goût aussi.

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

Concernant la couleur, la meilleur est pour le yaourt témoin "blanche", c'est la couleur des molécules de graisse et de protéines coagulées disponible dans le lait et le yaourt qui contiennent 1g de la résine "blanche brillante" et cela du peut être à la couleur transparente de la résine et son pouvoir émulsifiante qui donnent au yaourt un bon aspect et une couleur brillante attirante. Néanmoins, les yaourt mixte Propolis / résine : 25%/75% et 50%/50% s'étaient classés deuxième et troisième respectivement, avec une couleur blanchâtre contient des points noirs de Propolis dont le nombre est faible. Le nombre des point noirs augmente avec l'augmentation de la concentration de Propolis dans le yaourt ce qui fait tendre leur couleurs vers le noir c'est-à-dire donne une couleur noire au yaourt c'est la couleur de la Propolis utilisée et surtout au yaourt à la base de Propolis 100% . la couleur noir est indésirable au yaourt d'après les dégustateurs.

Pour l'odeur des yaourts formulés, la meilleure odeur était pour le yaourt à la base de Propolis 100% d'après les dégustateurs suivi du yaourt mixte 75%/25% et le yaourt témoin et cela dû à la composition chimique de la Propolis : des composés carbonylés volatils aromatiques notamment (flavonoïdes, composés phénoliques, coumarines et des huiles essentielles) les coumarines dégagent une odeur très agréable rappelant la vanilline, elles sont utilisés en parfumerie et également par les chefs cuisiniers.

En troisième classe s'était le yaourt mixte à la base de Propolis et résine 50%/50%, plus la concentration de Propolis augmente, plus l'odeur du yaourt s'améliore et l'inverse pour la résine, plus sa concentration dans le yaourt élevé, plus le yaourt sent mauvais, cela peut s'expliquer par l'absence d'odeur dans la résine.

Conclusion

Conclusion

Ce travail a été réalisé dans la perspective de élaborer un yaourt enrichis par poudre de résine et Propolis et durant la période de stockage avec différentes concentrations pour améliorer ainsi ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles, en essayant d'exploiter les propriétés nutritionnelles et l'effet thérapeutique de la Propolis et de la résine contre certaines maladies affectel'homme causées par des bactéries pathogènes.

Cependant, le puissant effet antibactérien de la Propolis en particulier conter les bactéries Gram+, y compris les ferments lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) a empêché cela, car il a conduit à une diminution significative desbactéries lactiques du yaourt au point de les rendre inexistantes au bout d'une semaine ou deux au maximum, ce qui fait perdre au yaourt ses propriétés probiotiques et cela à toutes les concentrations utilisées de la Propolis : 0,25g ; 0,50 g ; 0,75g et 1g. Cet effet bactéricidede la Propolis est dû principalement à ses composants chimiques notamment les flavonoïdeset les polyphénols.

Tandis que la résine a apporté une amélioration notable aux caractéristiques bactériologiques du yaourt qui en contient uniquement, grâce à ses composants notamment les polysaccharides qui ont apportés aux ferments lactiques une source supplémentaire de carbone ce qui stimule davantage leur croissance.

La résine avec sa couleur transparente brillante, son pouvoir émulsifiant et avec son goût acide, a amélioré certaines caractéristiques gustatives des yaourts formulés, notamment la couleur, l'aspect et parfois le goût, en lui donnant une couleur blanc brillant meilleure que celle de yaourt témoin et un goût légèrement acide masquait l'absence de sucredans le yaourt et lui a amélioré son goût selon certains dégustateurs.

Donc, il est impossible d'utiliser la Propolis fraîche dans la fabrication du yaourt, mais elle peut être ajoutée au yaourt au moment de leur consommation, en revanche, il est possiblede bénéficier des propriétés de la résine dans la fabrication du yaourt.

Enfin, les recherches futures devraient viser à trouver des méthodes de rendre possible d'incorpore la Propolis dans le yaourt sans affecter ses propriétés bactériologiques.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) **Adam Mariod.** Gum Arabic Structure, Properties, Application and Economics, s.d. « GOMME ARABIQUE - Un profil de produit de base par INFOCOMM », s.d., 15. Nussinovitch, A. «Hydrocolloids for Coatings and Adhesives». In Handbook of Hydrocolloids, 760-806. Elsevier, **2009**. <https://doi.org/10.1533/9781845695873.760>.
- 2) **Abdel Kareem Ahmed, 2018.** Health benefits of Gum Arabica medical use. Science direct Edition Elsevier Inc. ISBN: 978-0-12-812002-6. P 183-203. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02579-2>
- 3) **Fattah, N.S., Nada, O.H., 2007.** Effect of Propolis versus metronidazole and their combined use in treatment of acute experimental giardiasis. J. Égypt. Soc Parasitol. 37, 691-710.
- 4) **A, Bey F, Gheziel Y, Krantar K, Ait Abdeslam A., Meribai A; Medouakh L and Bensoltane A.** Viability and resistance to acidity of *Bifidobacterium* sp in Algerian's Bio-yoghurts. Egypt.Jo. Of Appl. Sci. **2009**. 24(2A) : 193- 201.
- 5) **Abdulkhani, A., Hosseinzadeh, J., Ashori, A., Esmaeli, H., 2017.** Evaluation of the antibacterial activity of cellulose nanofibers/polylactic acid composites coated with ethanoic extract of Propolis. Polym. Compos. 38, 13–19.
- 6) **Abed El Hady F.K., Hegazi A.G. 2002.** Egyptian Propolis: 2. Chemical composition antiviral and antimicrobial activities of East Nile Delta Propolis. Z. Naturforschung C J. Biosci., 57, 386–394.
- 7) **Abed El Hady, F.K., Hegazi, A.G., 2002.** Egyptian Propolis: 2. Chemical composition, antiviral and antimicrobial activities of East Nile Delta Propolis. Z. Naturforschung C J. Biosci. 57, 386–394. 29.
- 8) **Aboutayeb R., 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers. <http://www.azaquar.com>
- 9) **AFNOR, 1986.** Recueil des normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses.
- 10) **AFNOR, (1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3^{ème} édition : 107-121-125-167-251 (321 pages).
- 11) **Afrouzan, H., Zakeri, S., AbouieMehrizi, A., Molasalehi, S., Tahghighi, A., Shokrgozar, M.A., Es- Haggi, A., Dinparast Djadid, N., 2017.** Anti-Plasmodial Assessment of Four Different Iranian Propolis Extracts. Arch. Iran. Med. 20, 270–281.
- 12) **Aghel, S., Pour Amir, M., Moghadamnia, A.A., Moslemi, D., Molania, T., Ghassemi, L., Motalebnejad, M., 2014.** Effect of Iranian Propolis on salivary total antioxidant capacity in gamma-irradiated rats. J. D'ente. Res. Dent. Clin. Dent. Prospect, 8, 235.
- 13) **S., Imran, M., Khan, M.A., Nadeem, M. 2020.** Studying the Influence of Apple Peel Polyphenol Extract Fortification on the Characteristics of Probiotic Yoghurt. Plants, 9, 77.
- 14) **Ahmed, A.A. 2018.** Health Benefits of Gum Arabic and Medical Use. Gum Arabica, p :183–210.
- 15) **Ahmed, A.A., Fedail J.S., Musa, H.H., Musa, T.H., et Sifaldin, A.Z. 2016.** Gum Arabic supplementation improved antioxidant status and alters expression of oxidative stress gene in ovary of mice fed high fat diet. Middle East Fertility Society Journal, vol. 21: p:101–108.

- 16) **Ahmed, Abdel Kareem. 2018.** «Health Benefits of Gum Arabic and Medical Use». In Gum Arabic, 183-210. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812002-6.00016-6>.
- 17) **Ahmed, R., Tanvir, E., Hossen, M.S., Afroz, R., Ahmmed, I., Rumpa, N.E., Paul, S., Gan, S.H., Suleiman, S.A., Khalil, M.I., 2017.** Antioxidant properties and cardio protective mechanism of Malaysian Propolis in rats. Evidence-Based Complement. Alternat. Med.
- 18) **Ahmad, I., Khalique, A., Rashid, A.A., Faiz, F., Ikram, M.A., Ahmed, S., Imran, M., Khan, M.A., Nadeem, M. 2020.** Studying the Influence of Apple Peel Polyphenol Extract Fortification on the Characteristics of ProbiotiYoghurt. Plants, 9.
- 19) **Akram Ahmed Aloqbi. 2020.** Gum Arabic as a natural product with antimicrobial and anticancer activities. Arch Pharma Pact; 11(2): p:107-12.
- 20) **Al-Ani, I., Zimmermann, S., Reich ling, J., Wink, M. 2018.** Antimicrobial activities of European Propolis collected from various geographic origins alone and in combination with antibiotics. Médecine, 5(1), 2.
- 21) **Alarifi M. 2016.** In Vitro Studies on Gum Acacia and its Potential as a Prebiotic in an Elderly Population, These de Doctorate, Department of Food and Nutritional Sciences School of Chemistry, Food and Pharmacy.
- 22) **Al-Assaf, Saphwan, Glyn O. Phillips, et Peter A. Williams. 2005.** « Studies on Acacia Exudate Gums: Part II. Molecular Weight Comparison of the Vulgares andGummiferae Series of *Acacia* Gums ». Food Hydrocolloids 4 (19): 661 <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.09.003>.
- 23) **Al-Baadani H.H, Al-Mufarrej S.I, Al-Garadi M.A, Alhidary I.A, Al-Sagan A.A et Azzam M.M. 2021.** The use of gum Arabic as a natural prebiotic in animals. Animal Feed Science and Technology 274 (2021) 114894.p 1-12.
- 24) **Ali AA., Ali KE., Fadlalla A., Khalid KE. 2008.** The effects of GA oral treatment on the metabolic profile of chronic renal failure patients under regular hemodialysis in Central Sudan. Natural Product Research, 22(1): 12-21.
- 25) **Alvareda, E., Miranda, P., Espinosa, V., Pardo, H., Aguilera, S., Paulino Zunini, M., 2015.** Anti-inflammatory activity of phenolic compounds extracted from Uruguayan Propolis and grape. J. Biomol. Struct. Dyn. 33. 129-129.
- 26) **Anderson, D.M.W., Bridgeman, M.M.E., Farquhar, J.G.K. et McNab, C.G.A. 1983.** The chemical characterization of the test article used in toxicological studies of gum Arabic (*Acacia Senegal* (L.) Wild). Int. Tree Crops J., 2, 245-254.
- 27) **Anjum, S.I., Ullah, A., Khan, K.A., Attaullah, M., Khan, H., Ali, H., Bashir, M.A., Tahir, M., Ansari, M.J., Ghramh, H.A., Adgaba, N., Dash, C.K., 2019.** Composition and functional properties of Propolis (bee glue): A review. Saudi J. Biol. Sci. 26, 1695–1703.
- 28) **Arab, K., Bouchenak, O., Yahiaoui, K. 2014.** Phytochemical study and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. Journal of Fundamental and Applied Sciences.6(1), 77-91.
- 29) **Arslan, S., Bayrakci, S. 2016.** Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. Turkish journal of agriculture and forestry, 40(1), 68-74.
- 30) **Assimon, S.A., Stein, T.P. 1994.** Digestible Fiber (Gum Arabic), Nitrogen Excretion and Urea Recycling in Rats. Nutrition, 10, 544-550.

- 31) Ayar, A., Gurlin, E. 2014. Production and sensory, textural, physicochemical properties of flavored spreadable yogurt. Life Science Journal. 11(4), 58-65.
- 32) Ayaz, N.O., Ramadan, K.S., Fired, H.E., Alnahdi, H.S. 2017. Protective role and antioxidant activity of Arabic gum against trichloroacetate-induced toxicity in liver of male rats. Indian Journal of Animal Research, 51(2), p:303-309.
- 33) Babiker, M., Abbas, T., et Mohammed, M. 2017. Effect of gum Arabic on liver function and antioxidant enzymes of sprague-dawley rats. IOSRJPBS, 12(2), p :29
- 34) Batista C.M., Alves A.V.F., Quiroz L.A., Lima B.S., Filho R.N.P., Araújo A. 2018. The photo protective and anti-inflammatory activity of red Propolis extract in rats. J. Photo hem. Photobiol. B Biol 180, 198–207.
- 35) Baldwin, T.C., Qu'ah, P.E., Menines, A.R. 1999. A serotaxonomic study of *Acacia* gum exudates. Photochemistry, 50, 599-606.
- 36) Banskota, A., Tezuka, Y., Adnyana, I., Ishii, E., Midorikawa, K., Matsushige, K., Kadota, S., 2001a. Hepatoprotective and anti-Helicobacter pylori activities of constituents from Brazilian Propolis. Phytomedicine,8, 16–23.
- 37) Beal C et Sodini I. 2003. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire. Paris, 16p.
- 38) BeMiller (Eds), Industrials Gums. Polysaccharides and Their Derivatives, 3^{ème} édition, pp. 309-339, San Diego: Academic Press.
- 39) Benayache, S., Mati, W., Boudjerda, D.E. 2018. Qualité microbiologique et physico-chimique du lait en poudre commercialisé localement (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- 40) Benyagoub, E., Boulanouar, A., Souid Ahmed, M., Nebbou, N., et Bouloufa, A. 2016. Evaluation test of antibacterial activity of the Arabic gum of *Acacia tortilis* (Forssk) against some pathogenic bacterial strains. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 85, 2016, p :237 – 252.
- 41) Bodot V, Soustre Y, Reverend B. 2013. Yogurt Special. French National Dairy Council (CNIEL): Scientific and Technical Affairs Division; 2013.
- 42) Bogdanov, S. 2012. Propolis: biological properties and medical applications.
- 43) Bordenave, G. 2003. Louis Pasteur (1822–1895). Journal of Microbes and infection.5(6), 553-56.
- 44) Bouchelaghem, S., 2022. Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: A review. Saudi journal of biological sciences 29, 1936–1946.
- 45) Boufadi, M.Y. 2014. Exploration du potentiel antimicrobien et antioxydant de la Brazilian Propolis. Evid-Based Complement. Altern. Med. ECAM 5, 313–316.
- 46) Boufadi, Y.M., Van, Antwerpen P., Chikh Alard, I. 2017. Antioxidant effects and bioavailability evaluation of Propolis extract and its content of pure polyphenols. J. Food. Biochem; e12434.
- 47) Bourlioux, P. 2007. Histoire des laits fermentés. Cahiers de Nutrition et de Diététique. 42, 9-14.
- 48) Brahmi, F., Merchiche, F., Mokhtari, S., Smail, L., Guemghar-Haddadi, H.,

Yalaoui Guellal, D., Achat, S., Elsebai, M.F., Madani, K., Boulekbache, L. 2021.

Optimization of some extraction parameters of phenolic content from apple peels and grape seeds and enrichment of yogurt by their powders: A comparative study. *J. Food Process. Preserv.*, 45, e15126.

49) Brulé G., 2003. Impact de l'évolution des technologies de production et de transformation sur la qualité des produits laitiers. Annexe au rapport commun de l'Académie des technologies et de l'académie d'agriculture de France. Version du 25 Août 2003 ; p47.

50) Buchilina, A., Aryana, K. 2020. Physicochemical and microbiological characteristics of camel milk yogurt as influenced by monk fruit sweetener. *Journal of Dairy Science.*

51) Buchowski, M.S., Semenya, J., Johnson, A.O. Dietary calcium intake in lactose mal digesting intolerant and tolerant African-American women. *Journal of the American Collège of Nutrition*, 21(1), 47-54. **2002.**

52) Bueno-Silva, B., Marsala, A., Ikegaki, M., Alencar, S.M., Rosalen, P.L., 2017. The effect of seasons on Brazilian red Propolis and its botanical source: chemical composition and antibacterial activity. *Nat. Prod. Res.* 31, 1318–1324.

53) Burdock. Review of the biological properties and toxicity of bee Propolis (Propolis). *Food Chem Toxicol.* **1998** Apr ; 36(4) :347-63.

54) Burgess, D.J. et Carless, J.E. 1984. Micro electrophoretic studies of gelatin and *Acacia* gum for prediction of complex coacervation. *J. Coll. Interf. Sci.*, 88, 1-8.

55) Carole et Vignola L., 2002. Science et technologie du lait. École polytechnique de Monreale.

56) Castaldo, S., Capasso, F. 2002. Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*, 73, S1-S6.

57) Catherine Béal, Sandra Helinck. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Fabrication des yaourts et des laits fermentés, F6315, **2019**, Techniques de l'Ingénieur. Ffhal-03519802ff.

58) Cayot P et Lorient D. 1998. Structures et techno fonctions des protéines du lait. Tec and Doc Lavoisier, Paris, 53-87 (363 p).

59) Chandan, R. C., Kilara, A. (Eds.). 2013. Manufacturing yogurt and fermented milks. Wiley Blackwell Publisher.

60) Chaubal R., Tambe A. 2006. Isolation of new straight chain compound from *Acacia nilotica*. *Indian Journal of Chemistry*, 45: 1231-1233.

61) Cherbuliez T. et Domerego R. L'api thérapie : médecine des abeilles, Amyris, **2003**, 254p.

62) Chikamai, B.N., Hall, J.B. et Banks, W.B. 1995. Survey of *Acacia Senegal* resources for gum Arabic in northern Kenya. *Comm. Forest. Rev.*, 74, 246-252.

63) Ciftci-Yilmaz, S., Azman, Z.N., Kosem, K., Gunduz, E., Grenman, R.G., 2017. Evaluating Antioxidant Capacity of Different Propolis Samples from Konya. Turkey and Their Inhibitory Effect on Head and Neck Cancer Cells. *Bio. Rxiv*, 183913.

64) Clark, D.T., Gazi, M.I., Cox, S.W., Eely, B.M. et Tinsley, G.F. 1993. The effect of *Acacia arabica* on the in vitro growth and protease activities of periodontopathic bacteria. *J. Cline. Periodontal.*, 20, 238-243.

65) Codină, G.G., Franciuc, S.G., Mironeasa, S. 2016. Rheological characteristics and microstructure of milk yogurt as influenced by quinoa flour addition. *Journal of Food*

- 66) Quality. 39(5), 559-566.
- 67) **Courtin, P., Monnet, V., Rule, F. 2002.** Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. *Microbiology*. 148(11), 3413-3421.
- 68) **Cui-ping, Z., Shuai, H., Wen-ting, W., Shun, P., Xiao-ge, S., Ya-jing, L., et Fu-liang, H. 2014.** Development of high-performance liquid chromatographic for quality and authenticity control of Chinese Propolis. *Journal of Food Science*. 79, 1111- 1750.
- 69) **Dauqan E., Abdullah A. 2013.** Utilization of gum Arabic for industries and human health. *American Journal of Applied Sciences*, 10(10): 1270-1279.
- 70) **Dauqan E., Abdullah A. 2013.** Utilization of gum Arabic for industries and human health. *American Journal of Applied Sciences*, 10(10): 1270-1279.
- 71) **De Castro, S., 2001.** Propolis: biological and pharmacological activities. Therapeutic uses of this bee-product. *Ann. Rev. Biomed. Sic*, 3, 49–83.
- 72) **Dennis A Saviano.** Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance, *American Journal of Clinical Nutrition*. 2014.
- 73) **Derby, G., 2001.** Lait, nutrition et santé. Ed. Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp 3-37 Edberge, SC, EV Rice, RJ Karlinet MJ Allen (2000) *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88:106S-116S.
- 74) **Dickinson E. 2003.** Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17: 25-39.
- 75) **Didone, M. 1996.** Recherches expérimentales sur le gommier *Acacia Sénégal* dans le Ferlo sénégalais. Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, 134 p.& Donadiou, Y., 2008. La propolis. Paris : D'angles.
- 76) **Don R Brothwell.** Patricia Brothwell Food in antiquity: a survey of the diet of early peoples. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1998.283.
- 77) **Edberge, SC, EV Rice, RJ Karlinet MJ Allen. 2000.** *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88:106S-116S.
- 78) **El-Guendouz, S., Al-Waili, N., Azza, S., Elamine, Y., Zizi, S., Al-Waili, T., Al-Waili, A., Lyoussi, B., 2017.** Antioxidant and diuretic activity of co-administration of *Capparis spinosa* honey and Propolis in comparison to furosemide. *Asian Pac. J. Trop. Med.*
- 78) **Evans AJ., Hood RL., Oaken full DG., Sidhu GS. 1992.** Relationship between structure and function of dietary fiber: a comparative study of the effects of three galactomannans on cholesterol metabolism in the rat. *British Journal of Nutrition*, 68(1): 217-229.
- 79) **Fagg C.W., Allison G.E., 2004.** *Acacia Senegal* and the gum Arabic trade. Monograph and annotated bibliography. Oxford Forestry Institute.
- 80) **FAO, 2003.** Projet d'appui à la sécurité alimentaire, à l'attention de la pauvreté et de la lutte contre la dégradation des sols dans les pays producteurs de gommés. Document du Projet Rome, 44P.
- 81) **FAO, 2010.** Status and Prospects for Smallholder Milk Production a Global Perspective.186p.

82) FDA. 1996c. Yogurt. 21 CFR 131.200, Code of Federal Regulations. U.S. Dept. of Health and Human Services, Washington, DC.

83) FDA. 2013a. Yogurt. 21 CFR 131.200, Code of Federal Regulations. U. S. Dept. of Health and Human Services, Washington, DC) The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt.

84) Fernandez MA, Marette A. Novel perspectives on fermented milk and cardio metabolic health. *Nutr Rev.* **2018**; 76 (suppl 1): 16–28.

85) Fernandez, M.A., Marette, A. 2017. Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. *Advances in Nutrition.* 8(1), 155-164.

86) Franchin, M., Colón, D.F., Castanheira, F.V., da Cunha, M.G., Bueno-Silva, B., Alencar, S.M., Cunha, T.M., Rosalen, P.L., 2016. Vestitol isolated from Brazilian red Propolis inhibits neutrophils migration in the inflammatory process: elucidation of the mechanism of action. *J. Nat. Prod.*, 79, 954–960.

87) Galotti, F., Maccari, F., Fachini, A., Volpi, N., 2018. Chemical composition and antioxidant activity of Propolis prepared in different forms and in different solvents useful for finished products. *Foods Basel Switz*, 7.

88) Gaucher. 2008. Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits: de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. 2007 thèse INRA/ Agrocampus Sci. Tech. Lait et œuf. Agrocampus Rennes.

89) Gazi, M.I. 1990. The finding of antiplaque features in Acacia Arabica type of chewing gum. *J Cline. Periodontal.*, 18, 75-77.

90) Giancarlo Ricciarelli d'Albore, Marcella Battaglini Bernardini. ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DE LA GELÉE ROYALE. *Apidologie*, Springer Verlag, **1978**, 9 (1), pp.1-17.

91) Goycoolea, F.M., Morris, E.R., Richardson, R.K., Bell, A.E. 1995. Solution rheology of mesquite gum in comparison with gum Arabic. *Carbohydras. Res.*, 27, 37-45.

92) Gregoris, E., Fabris, S., Bertelle, M., Grosseto, L., Stevanato, R. 2011. Propolis as potential cosmeceutical sunscreen agent for its combined photo protective and antioxidant properties. *International Journal of Pharmaceutics*, 405(1-2), 97-101.

93) Guinot-Thomas P., AMMOURY M., LAURENT F. Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy J.*, **1995**, 5, 211-223.

94) Guarner F, Khan AG, Garisch J. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines: probiotics and prebiotics October 2011. *J Clin Gastroenterol* **2012** ; 46:468–81.

95) Harfouch, R.M., Mohammad, R., Suliman, H., 2016. Antibacterial activity of Syrian Propolis extract against several strains of bacteria in vitro.

96) Hayat Amellal-Chibane; Salem Benamara. Total contents of major minerals in the nature yoghurt and in the yoghurts with the date powder of three dry varieties. History of yogurt and current patterns of consumption: Mauro Fisberg and Rachel Machado July **2015**. *Nutrition Reviews* 73 Suppl.

97) Huang, S., Zhang, C.P., Wang, K., Li, G.K., Hu, F.L. 2014. Recent advances in the chemical composition of Propolis. *Journal molecules.* Vol (19): 19610-19632.

98) Islam AM., Phillips GO., Sljivo A., Snowden MJ., Williams PA. 1997. A review of Jensen, C. D., Haskell, W. et Whitman, J. H. (1997). Long-Term Effects of Water- Soluble Dietary Fiber in the Management of Hypercholesterolemia in Healthy Men and Women. *Am. J. Cardio.*, 79, 34-37.

99) Ismail, B.P. 2017. Ash content determination. In *Food analysis laboratory manual* (pp. 117-119). Springer, Cham. J. N.(2019). Composition and functional properties of Propolis (bee glue): A review. Saudi-160.

100) Journal Officiel de la république Algérienne., (2017). Arrêté interministériel du 2 Muharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, N JORA : 39 du 02/07/2017.

101) Jung, J., Paik, H.-D., Yoon, H.J., Jang, H.J., Jeewanthi, R.K.C., Jee, H.-S., Li, X., Lee, N.-K., Lee, S.-K. 2016. Physicochemical Characteristics and Antioxidant Capacity in Yogurt Fortified with Red Ginseng Extract. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour*, 36, 412–420.

102) Kasotis, K.M., Anastasia Dou, P., Papadhópoulos, A., 2017. PLoS One 12:0170077.

103) Kaur, R., Kaur, G., Mishra, S.K., Panwar, H., Mishra, K.K., Brar, G.S. 2017. Yogurt: A nature's wonder for mankind. *International Journal of Fermented Foods*. 6(1), 57- 69.

104) Kounouz, R., Sena, B., Faiza, B., Habiba, Z. 2021. Contrôle microbiologique de denrées alimentaires servies en restauration collective. *Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences(AJNFS)*.1(3), 22–30.

105) Kravtchenko, T.P. 1997. Application of *Acacia* Gum as a Natural Source of Soluble Dietary Fiber. *dens Food Ingredients Europe, Conference Proceedings*, pp. 56-60, Maarssen (The Netherlands): Miller Freeman.

106) Krell, R. 1996. Value-added products from beekeeping (No. 124). *Food & Agriculture Org.* <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e14.htm>

107) Kujungiev A., Tsvetkova L., Serkedjieva Y., Bonkova V.S., Christov R., Popov S. 1999. Antimicrobial, antifungal and antiviral activity of Propolis of different geographic origin, *J. Ethnopharmacol* 64 (3), 235-40p.

108) Kumazawa, S., Nakamura, J., Murase, M., Miyagawa, M., Ahn, M.-R., Fukumoto, S., 2008. Plant origin of Okinawan Propolis: honeybee behavior observation and phytochemical analysis. *Naturwissenschaften* 95, 781–786.

109) Kuropatnicki, A.K., Szliszka, E., Krol, W., 2013. Historical Aspects of Propolis Research in Modern Times [WWW Document]. *Evid.Based Complement.Alternat.Med*.

110) Larpent J.P., 1991. Les ferments microbiens dans les industries agroalimentaires : produits laitiers et canés. Ed. Apria. Paris. P 298.

111) Labiouiel H., Moualdi L., Benzakour A., EL Yachioui M., Berny El. H., Ouhssine M. 2009. Étude logique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 2009, 148, 7-16.

112) Lecerf JM. 2020. Particularités et bienfaits des yaourts. *Produit laitiers Elsevier*. 14 (8) : 699-705.

- 113) Lee, W.J., Lucey, J.A. 2010.** Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23(9), 1127-1136.
- 114) Lotfy, M., 2006.** Biological activity of bee Propolis in health and disease. *Asian Pac. J. Cancer. Prev.*, 7, 22–31.
- 115) Lourens-Hattingh, A., Viljoen, B.C.** Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11(1), 1-17. (2001).
- 116) Lowy FD.** Staphylococcus aureus infection. *N Engle Med.* **1998** Aug 20; 339(8): 520-32.
- 117) Luquet, 1985.** Lait et produits laitiers ; Vache Brebis et Chèvre, Edition Techniqueset Documentation, Lavoisier. Paris, France, P 61-233.
- 118) Luquet F.M., Carrieu G. 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires. Techniques et documentation. Lavoisier (Ed.), Paris. 307.
- 119) Luquet M. 1990.** LAITS ET PRODUITS LAITIERS. VACHE. BREBIS. CHEVRE, Transformation et technologie, Paris, TECHNIQUE ET DOCUMENTATION-Lavoisier, 2(2) : 658.
- 120) Machado, B., Pulcino, T.N., Silva, A.L., Tadeu, D., Melo, R.G.S., Mendonça, I.G., 2017.** Propolis as an alternative in prevention and control of dental cavity. *Immunity*, 19, 24.
- 121) Mahmoudi, S., Khali, M., Ben Khaled, A., Boucetta, I., Dahmani, Y., Attallah, Z., Belbraouet, S. 2018.** Fresh figs (*Ficus carica* L.): Pomological characteristics, nutritional value, and phytochemical properties. *European Journal of Horticultural Science*, 83(2), 104.
- 122) Marcucci, M.C., 1995a.** Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie* 26, 83–99.
- 123) Mathé, C.G. Rao, M.A. 1999.** Rheological behavior of aqueous dispersions of cashew gum and gum Arabic: effect of concentration and blending. *Food Hydrocele.*, 13, 501-506.
- 124) Mathieu J. 1998.** Initiation à la physico-chimie du lait. École nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Faron. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris.p12-210.
- 125) Mathieu J., 1998.** Initiation à la physico-chimie du lait. Techniques et Documentation– Lavoisier, Paris, 220 p.
- 126) McKinley, M.C. 2005.** The nutrition and health benefits of yoghurt. *International journal of dairy technology*, 58(1), 1-12.
- 127) Me, K.A. et Gee, D.L. 1997.** Apple fiber and gum Arabic lowers total and low-density lipoprotein cholesterol levels in men with mild hypercholesterolemia. *J. Am. Diet. Assoc.*, 97, 422-424.
- 128) Mehdizadeh, T., Langroodi, A.M. 2019.** Chitosan coatings incorporated with Propolis extract and Zataria multiflora Boiss oil for active packaging of chicken breast meat. *International journal of biological macromolecules*, 141, 401-409.
- 129) Mohapatra, D.P., Thakur, V., Brar, S.K., 2011.** Antibacterial Efficacy of Raw and Processed Honey. *Biotechnologie Research International* 2011, 1–6. <https://doi.org/10.4061/2011/917505>

- 130) Montenegro M, Botero M, Valle L et Borrelli C, 2012.** Gum Arabic: More Than an Edible Emulsifier. p1-25 DOI:10.5772/33783·Source: In Tech t:<https://www.researchgate.net/publication/221927627><https://www.researchgate.net/publication/221927627>
- 131) Morsy, A.S., Soltan, Y.A., El-Zaiat, H.M., Alencar, S.M., Abdallah, A.L. 2021.** Bee Propolis extract as a phyto-genic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. *Animal Feed Science and Technology*, 273, 114834.
- 132) Mutlag Al. Otaibi and Hassan El. Demerdash.** Improvement of the quality and shelf life of concentrated yoghurt (labneh) by the addition of some essential oils. *African Journal of Microbiology Research*. July, **2008**; (2): 156-161. Available online <http://www.academicjournals.org/ajmr> ISSN 1996-0808 ©2008 Academic Journals.
- 133) Martinotti, S., Ranzato, E., 2015.** Propolis: a new frontier for wound healing? *Burns. Trauma*, 3, 9. *Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1695-1703
- 134) Nianguiri MK., 2010.** Diversité interspécifique d'efficience d'utilisation de l'éau des Acacias sahé-liens et australiens. Thèse Présentée pour l'obtention du titre de Docteur de L'Université Henri Poincaré, Nancy-I en Biologie Forestière, 120 p.
- 135) Nongonierma, A.B., Springett, M., Le Quéré, J.L., Cayot, P., Voilley, A. 2006.** Flavor and odor intensities of aromatic flavor compounds. *Journal of texture Studies*, 4(4), 467-482.
- 136) Orsatti, C.L., Sforcin, J.M., 2012.** Propolis immunomodulatory activity on TLR-2 and TLR-4 expression by chronically stressed mice *Nat. Prod. Res*, 26, 446-453.
- 137) Orsi, R. de O., Sforcin, J.M., Funari, S.R.C., Fernandes Junior, A., Bankova, V., 2006.** Synergistic effect of Propolis and antibiotics on the *Salmonella typhi*. *Brazilian Journal of Microbiology* 37, 108–112.
- 138) Özcan, M., 1999.** Antifungal properties of Propolis. *Grass Aceites*, 50, 395–398.
- 139) Pacikora E. 2004.** (Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur ? Thèse de doctorat. Institut national agronomique. Paris-Grignon. France. 258p.
- 140) Pasupuleti, V.R., Sammugam, L., Ramesh, N., Gan, S.H., 2017.** Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxide. Med. Cell. Longev.*
- 141) Petrotos, K.B., Karkanta, F.K., Gkoutisidis, P.E., Giavasis, I., Papatheodorou, K.N., Ntontos, A.C. 2012.** Production of novel bioactive yogurt enriched with olive fruit polyphenols. *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, 64, 867–872.
- 142) Philippe Décrotté, Guillaume Gourcerol. 2016.** « Tube digestif et diabète ». Atelier Atteinte digestive au cours du diabète.
- 143) Philippe, J.-M. 1993.** Le guide de l'apiculteur. (Edisud, ed).
- 144) Phillips, G.O. 1998.** Acacia gum (Gum Arabic): a nutritional fiber; metabolism and calorific value. *Food Add. Contam.*, 15, 251-264.
- 145) Picton L., Bataille I., Muller G. 2000.** Analysis of a complexe polysaccharide (gum Pointurier H.; (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France : 64 (388 pages).
- 146) Raikos, V., Ni, H., Hayes, H., Ranawana, V. 2018.** Antioxidant Properties of a Yogurt Beverage Enriched with Salal (*Gaultheria shallon*) Berries and Blackcurrant (*Ribes nigrum*) Pomace during Cold Storage. *Beverages*, 5, 2.
- 147) Ramos, A., Miranda, J.D., 2007.** Propolis: a review of its anti-inflammatory and

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- 148) healing actions. *J. Venomous. Anim. Toxins Incl. Trop. Dis.* 13, 697–710.
- 149) **Randall RC., Phillips, GO., Williams, PA. 1988.** The role of the proteinaceous component on the emulsifying properties of gum Arabic. *Food Hydrocolloids*, 92(1) : 131-140.
- 150) **Rongead., 2014.** La filière gomme arabique au Tchad, Rapport de mission SOS Sahel, Tchad.
- 151) **Roudj, S; Bessadat, A; Karam, ne 2005.** Caractéristiques physicochimiques et analyses électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérienne. *Renc. Ruminants*, P12.
- 152) **Ryan, M.P., O'Dwyer, J., Adley, C.C. 2017.** Evaluation of the complex nomenclature of the clinically and veterinary significant pathogen Salmonella. *Biomed research international.* (2017),1-6.
- 153) **Sanlier N., Gokcen BB., Sezgin AC.** Health benefits of fermented foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017 ;1–22.
- 154) **Sawicka, D., Car, H., Borawska, M.H., Niklin' ski, J., 2012.** The anticancer activity of Propolis. *Folia Histochemical et Cytobiologica* 50, 25–37.
- 155) **Schmidt, JL. Tourneur, C et Lenoir, J.** Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie laitière. In : De Roissart H et Luquet FM. *Bactéries lactiques Tomes II.* Edition: Lorica, Paris. 1994.
- 156) **Schmitt C. 2000.** Etude de la coacervation complexe entre la β -lactoglobuline et la gomme arabique en solution aqueuse. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, 217 p.
- 157) **Schnitzler, P., Neuner, A., Nolkemper, S., Zundel, C., Nowack, H., Sensch, K.H., 2010.** Antiviral activity and mode of action of Propolis extracts and selected compounds. *Phytother Res*, 24 (Supple 1): S20–8.
- 158) **Seidel, V., Peyfoon, E., Watson, D.G., Fernley, J., 2008.** Comparative study of the antibacterial activity of Propolis from different geographical and climatic zones. *Phytother. Res.* PTR 22, 1256–1263.
- 159) **Shah, N.P. 2017.** Yogurt in health and disease prevention. Academic Press.
- 160) **Silva Elida Ramalho da, Roberta de Oliveira Sousa Wanderley, Antônio Vitor Machado, Rubenia de Oliveira Costa.** Tecnologia de Conservação dos Alimentos pelo Use de Aditivos Químicos Food preservation technology by the use of chemical additives. *Revista Brasileira de Agrotecnologia (Garanhuns – PE - Brasil) Jan-Dez.* 2014; 4(1): 10- 14.
- 161) **Siripatrawan, U., Vitchayakitti, W. 2016.** Improving functional properties of chitosan films as active food packagi incorporating with Propolis. *Food Hydrocolloids*, 61, 695-702.
- 170) **Snehal Giri, Dr. Neena Joshi. 2020.** Changes in physicochemical properties of yogurt enriched with encapsulated carrot coagulum powder during storage. *The Pharma Innovation Journal* 2020 ; 9(12) : 150-157.
- 171) **Soltan, Y.A., Petra, A.K. 2020.** Bee Propolis as a natural feed additive: bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. *Indian J. Anim. Hlth*, 59(2), 50-61.
- 172) **Soltani, E.K., Cerezuela, R., Charef, N., Mezaache-Aichour, S., Esteban, M.A., Zerroug, M.M., 2017.** Algerian Propolis extracts: Chemical composition, bactericidal activity and in vitro effects on gilthead seabream innate immune responses. *Fish. Shellfish. Imanol*, 62, 57–67.

173) Syndifrais. 2020. Produits laitiers frais. Code de Bonnes Pratiques Réglementaires, 1-44.

174) Syndifrais, M.S.D. 1997. Yaourts, laits fermentés. Lait, 77, 321-358.

175) Szczawińska, M.E., Szczawiński, J., Łobacz, A., Jackowska-Tracz, A. 2014. Modeling the effect of temperature on survival rate of Salmonella Enteritidis in yogurt. Polish journal of veterinary sciences. (3). 479–485

176) Takemura, T., Urushisaki, T., Fukuoka, M., Hosokawa-Muto, J., Hate, T., Okuda, Y., Hori, S., Tazawa, S., Araki, Y., Kuwata, K., 2012. 3, 4-dicaffeoylquinic acid, a major constituent of Brazilian Propolis, increases TRAIL expression and extends the lifetimes of mice infected with the influenza A virus. CAM.

177) Taleb, A. 2017. Contrôle et qualité d'un lait déshydraté. Mémoire de master, Université AboubekrBelkaid de Tlemcen, 59p.

178) Tamime A.Y., Robinson R.K. 1985. Background to manufacturing practice. In Yoghurt. Science and technology. pp. 7-90. ed. Tamime, A.Y. et Robinson, R.K., Pergamon Press, Paris.

179) Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 1999. Yoghurt: science and technology. Wood head Pub Limited.) The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt.

180) Thevenet, Francis. «Gomme d'acacia, hydrocolloïde multifonctionnel et nutritionnel », 2009, 13. Vangelis Antzoulatos. FORMULATION, s.d.

181) Tiebackx, F.W. 1911. Gleichzeitige Ausflockung zweier Kolloide. Z. Chem. Ind. Kolloide, 8, 198-201.

182) Tiss A., Carrier F., Verger R. 2001. Effects of gum Arabic on lipase interfacial binding and activity. Analytical Biochemistry, 294 (1): 36-43.

183) Tosi, E.A., Ré, E., Ortega, M. E., Cazzoli, A.F. 2007. Food preservative based on Propolis: Bacteriostatic activity of Propolis polyphenols .

184) Trinidad, M.A., Grosso, C.R.F. 2000. The stability of ascorbic acid microencapsulated in granules of rice starch and in gum Arabic. J. Microencapsulation, 17, 169-176.

185) Veiga, R.S., De Mendonça, S., Mendes, P.B., Paulino, N., Mimica, M.J., LagareiroNetto, A.A., Lira, I.S., López, B.G.-C., Negrão, V., Marcucci, M.C., 2017. Artépilline C and phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green Propolis and Baccharis dracunculifolia DC. J. Appl. Microbiol. 122, 911–920.

186) Vignola, C.I. 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed Lavoisier, Paris, Pp600.

187) Wang, X., Kristo, E., La Pointe, G. 2020. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. Food Hydrocoll, 100, 105453.

188) Warner, D.W. et Araujo, O.E. 1971. Kinetics of Rheological Properties of Acacia Solutions. J. Pharm. Scie., 60, 6, 863-866.

189) Weerathilake, W.A.D.V., Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U., Munasinghe, M.A.D.D. 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. International Journal of Scientific and Research Publications. 4 (4), 1- 10.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

190) Weerathilake, W.A.D.V., Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U., Munasinghe, M.A.D.D. 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. International Journal of Scientific and Research Publications.

191) Wisdom GOS., Shittu GA. 2010. In vitro antimicrobial and phytochemical activities of Acacia Nilotic a leaf extract. Journal of Medicinal Plants Research, 4(12): 1232-1234.

192) Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C. Simpson, B.K. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Research International. **2011**; 44(8): 2482–2488.

ANNEXE

Annexe 1

1. Les échantillons utilisés



Figure 1 : les différents échantillons du yaourt préparé.



Figure 2 : propolis brute



Figure 3 : la résine d'*Acacia*

2. Analyses microbiologiques du lait et des yaourts formulés

1- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germe aérobie à 30 °C	5	2	$3 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3
	Coliformes thermotolérants	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	

1- Lait et produits laitiers (suite)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Yaourts ou yoghourts et desserts lactés	Enterobacteriaceae	5	2	10	10^2
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	

Figure 4 : Journal officielle 2017.

3. Observation macroscopique et microscopique des bactéries lactiques



Figure 5: *Streptococcus thermophilus*

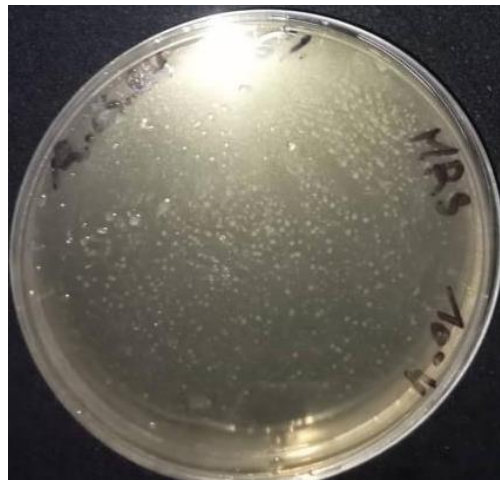


Figure 6 : *Lactobacillus bulgaricus*

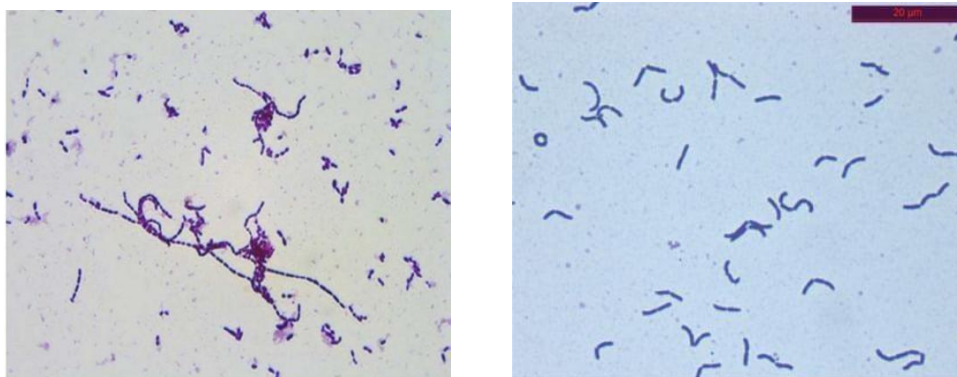


Figure N° 07: observation microscopique de a : *Streptococcus thermophilus* et b: *Lactobacillus bulgaricus*

Annexe 2

Tableau 1 : Évaluation de l'extrait sec total (%) des yaourts additionnés de Propolis et résine d'*Acacia* au cours de la conservation.

Extrait sec total Type du yaourt	T= (0 %)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25%)	P/G (50%/50 %)	P/G (25%/75 %)
Après 7 jours	12.7 %	13.80 %	13.40 %	13.5 %	13 %	12.5 %
Après 14 jours	11.1 %	13.78 %	10 %	13.40 %	12 %	11.6 %

Tableau 2 : Variations du taux de cendre (%) des yaourts additionnés de résine d'*Acacia* et propolis au cours de la conservation.

Taux de cendre Type du yaourt	T= (0 %)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25 %)	P/G (50%/50 %)	P/G (25%/75 %)
Après 7 jours	0,06 %	0,09 %	0.04 %	0,08 %	0,07 %	0,05 %
Après 14 jours	0,05 %	0,09 %	0.04 %	0,09 %	0,08 %	0,03 %

Tableau 3: Variations du taux de matière grasse (g/l) des yaourts additionnés de gomme d'*Acacia* et propolis au cours de la conservation.

Taux de matière grasse Type du yaourt	T= (0 %)	P (100%)	G (100%)	P/G (75%/25%)	P/G (50%/50 %)	P/G (25%/75%)
Après 1 jours	28g/l	28g/l	31g/l	30g/l	30g/l	29g/l
Après 7 jours	29g/l	31g/l	31g/l	31g/l	31g/l	31g/l
Après 14 jours	29g/l	31g/l	31g/l	31g/l	31g/l	31g/l

Annexe 3

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 :

Paramètres	Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3	Échantillon 4	Échantillon 5	Échantillon 6
Goût acide						
Arrière-goût						
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.

Définitions

- **Arrière-gout** : Le paneliste est appelé à apprécier l'ampleur de la sensation d'un arrière-
- Goût acide** : consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencée dans les laits fermentés type yaourt au cours de l'entreposage.
- goût amère (s'il existe) dans le produit présenté une fois mis en bouche.
- **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).