

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El-Tarf



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Department des Sciences Agronomiques

قسم العلوم الزراعية



Mémoire de Fin de Cycle

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master 2

Option « Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

Essai de fabrication de yaourt incorporé de sirop de myrte et caractérisation physico-chimique, microbiologique et organoleptique du produit.

Soutenu le : 14 /06/ 2023

Présenté Par :

Tlili Abir

Présidente : Mme Amel Alayat (MCA)

Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Examinatrice : Mme Nesrine Feknous (MCA)

Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Encadreur : Benmeziane Farida (Pr)

Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Année universitaire 2022 - 2023

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف ص-ب رقم 73 الطارف - الجزائر

Université Chadli Bendjedid d'El Tarf. BP : 73, El Tarf 36000 Algérie

الهاتف : +213 38.30.15.28 / فاكس : +213 38.30.15.28 / Tél : +213 38.30.18.93 / Fax : +213 38.30.15.28

<http://www.univ-eltarf.dz>



Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère. A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père Ouahab

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit Non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère fatima el Zahraa

A ma chère sœur Razane et ma tante Karima qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A Mes adorable frères Mohamed et Ibrahim qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A mes grands-mères, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A tous les cousins, les voisins et les amies que j'ai connu jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mes chère collègues Imen , Theima ,Merieme et Djihen pour leur soutien moral, leur patience.et leur compréhension tout au long de ce projet.





Remerciement

Tout d'abord, je tiens à remercier au Bon Dieu de m'avoir donnée la volonté, le courage et la force pour terminer mon travail et pour sa bienveillance jusqu'au bout du parcours de mes études.

A travers ce modeste travail, mes remerciements les plus vifs s'adressent surtout à mon encadrant Pr. Benmeziane –Derradji Farida, pour sa disponibilité, générosité, conseils précieux et pour toutes les orientations qu'elle m'a apporté durant mes études et la réalisation de ce projet.

Mes remerciements les plus vifs d'adressent aussi au président du jury et les membres examinateurs d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre modeste travail



SOMMAIRE

Sommaire

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE1

Partie I. volet bibliographique

I. Myrte (Myrtus communis)

1. Origine de la plante	3
2. Systématique et morphologie de la plante	4
3. Importance de la culture en Algérie	6
4. Utilisations du myrte	6
5. Composition biochimique et valeur nutritionnelle	7
6. Propriétés antioxydants	8
7. Intérêts nutritionnels et effets thérapeutiques.....	8

II. Sirops d'origine alimentaire

1. Historique	10
2. Description du sirop	10
3. Caractéristiques et utilisations	10
4. Procédé général de la fabrication du sirop de fruit.....	11

III. Yaourt

1. Définition.....	12
2. Technologie de fabrication	12
3. Qualités du yaourt	13
4. Valeur nutritionnelle.....	13
5. Vertus thérapeutique du yaourt	14

Partie II. Volet expérimentale

Chapitre I : Matériel & Méthodes

1. objectif de l'étude	15
2. Matériel végétal	15
2.1 Myrte	15
2.2 Sucre stévia.....	16
2.3 Analyse de sirops de myrte	17
2.3.1 Caractérisation physico-chimiques.....	17
2.3.2 Qualité microbiologique.....	20
3. Préparation du yaourt	21
3.1 Analyses physicochimiques du lait	21
3.1.1 Détermination de la matière grasse (MG) (méthode de GERBER)	21
3.1.2 Détermination de l'acidité	22
3.1.3 Détermination de la densité	22
3.1.4 Détermination de l'extrait sec total (EST)	22
3.2 Préparation du yaourt proprement dite.....	22
3.3 Détermination des paramètres de qualité du produit fini	25
3.3.1 Qualité physicochimique	25
a) pH.....	25
b) Mesure de l'acidité	25
c) Mesure de l'extrait sec (EST)	25
d) Mesure de la Synérèse.....	25
3.3.2 Qualité microbiologique.....	26
3.3.3 Evaluation sensorielle (test de dégustation)	26
4. Analyse statistique	27

Chapitre II. Résultats & Discussion

1. Caractérisation des matières premières	28
1.1 Qualité physicochimique du sirop de myrte	28
1.1.1 pH	28
1.1.2 Acidité titrable	29
1.1.3 Taux de cendre et de matière organique (MO).....	29
1.1.4 Conductivité	30
1.1.5 Teneur en eau en sirop.....	30
1.1.6 Teneur en matière sèche	30
1.1.7 Degré Brix(°Brix).....	31
1.2 Qualité microbiologique du sirop de myrte	31
1.3 Qualité du lait de vache	32
2. Produit fini (yaourt)	32
2.1 Qualité physicochimique	32
2.1.1 pH	32
2.1.2 Acidité	34
2.1.3 Mesure de l'extrait sec total (EST)	34
2.2 Synérèse	35
2.3 Qualité Microbiologique	36

2.4 Analyse sensorielle.....	37
2.4.1 Qualité sensorielle des échantillons de yaourt durant les différentes journées d'analyse	37
2.4.2 L'acceptabilité globale des laits fermentés auprès des consommateurs.....	41
2.4.2.1 Préférence à J0.....	43
2.4.2.2 Préférence à J7	43
2.4.2.3 Préférence à J14.....	43
2.4.2.4 Préférence à J21.....	43
Conclusion et perspectives	45
Références bibliographiques	47
Annexes.....	51

Liste des tableaux

N°	Titre du Tableau	Page
1	Composition nutritionnelle de 100 g de yaourt	14
2	formulation des échantillons du yaourt (Pour un litre de lait)	23
3	Représentation simplifiée des germes recherchés	26
4	Caractéristiques physicochimiques des sirops de myrte	28
5	Qualité physicochimique du lait utilisé	31
6	Résultats d'analyses microbiologiques du yaourt fabriqué	36

Liste des Figures

N°	Titre de la Figure	Page
1	Zone de distribution de <i>Myrtus communis</i> selon Ahmed et Vardar	3
2	La distribution de <i>Myrtus communis</i> l et nivellei en Algérie	4
3	<i>Myrtus communis</i> L (gauche <i>Myrtus communis</i> pas mur), à droite <i>Myrtus communis</i> mur	5
4	Les micrographies par MEB des cavités sécrétoires dans la feuille de <i>Myrtus communis</i>	5
5	Baies et feuilles de myrte	6
6	Procédé général de la fabrication du sirop de fruit	11
7	Photographie de l'échantillon du myrte	15
8	Diagramme de fabrication de sirop de myrte	16
9	Étapes de fabrication de sirop de myrte	17
10	a) Balance de précision ; b) le four à moufle	18
11	Réfractomètre d'Abbé	18
12	Processus de la mesure de l'acidité titrable le sirop de myrte et les résultats de la titration	19
13	Mesure de la conductivité	20
14	Dénombrement des coliformes totaux (méthode NPP)	21
15	Boîte de Pétriensemencées (recherche des levures et moisissures)	21
16	Diagramme de fabrication de yaourt	24
17	Caractérisation des germes totaux et fécaux, levure et moisissure dans sirop de myrte frais	31
18	Evolution du pH (a) ; Acidité (b) et EST (c) des trois yaourts produits au cours du stockage	33
19	Taux de synérèse des différents yaourts fabriqués.	35
20	Attributs sensoriels des yaourts fraîchement produits	37
21	Attributs sensoriels des yaourts après 7 jours de stockage réfrigéré	38
22	sensoriels des yaourts après 14 jours de stockage réfrigéré	39
23	sensoriels des yaourts après 21 jours de stockage réfrigéré	40
24	Pourcentage d'appréciation des laits fermentés durant le stockage, a) J0 ; b) J7 ; c) J14 ; d) J21	41

Résumé

Les utilisations du lait fermenté sont connues depuis longtemps comme moyen de conserver le lait plus longtemps. L'objectif de ce travail était de préparer un yaourt en incorporant le sirop de myrte et en préparant un yaourt nature sucrée avec du sucre stévia afin de développer un produit alimentaire fonctionnel (symbiotique). Les yaourts aromatisés et nature ont subi plusieurs analyses, à savoir physico-chimique (pH, acidité et l'extrait sec total (EST)) et microbiologique (la flore total aérobie mésophile (FTAM), coliforme fécaux et totaux, levure et moisissure et *Staphylococcus aureus*). Pour montrer si la qualité du produit fabriqué convient au goût du consommateur, une analyse de la qualité organoleptique a été conduite. Le sirop incorporé a également fait l'objet de l'analyse de la qualité physicochimique (pH, acidité, taux de cendre, taux de matière organique, teneur en eau matière sèche, conductivité, le degré Brix (°Brix)) et microbiologiques (coliforme fécaux et totaux, levure et moisissure). Les résultats ont montré que les yaourt au sirop de myrte et à la stévia étaient proches du yaourt témoin avec des pH de 4.21 et 4.25, respectivement vers la fin du stockage et une acidité comprise entre 75 et 100°D. L'EST a diminué et la synérèse a augmenté dans le yaourt au sirop de myrte. L'analyse microbiologique a montré l'absence des germes des contaminations, dans les sirops et les yaourts comme indiqué dans la réglementation algérienne. En conclusion, il a été montré que le yaourt additionné de sirop de myrte et de sucre stévia peuvent être utilisés comme édulcorant et même comme un agent aromatique pour le sirop de myrte en particulier afin d'obtenir un produit fonctionnel symbiotique (probiotique et prébiotique) et que le produit a été apprécié par les consommateurs ce qui ouvre la voie vers son éventuelle commercialisation.

Mots clés : Yaourt ; Sirop de myrte ; Sucre stévia ; Analyse de la qualité.

Abstract

The uses of fermented milk have long been known as a way to preserve milk longer. The objective of this work was to prepare a yogurt by incorporating myrtle syrup and preparing a plain yogurt sweetened with stevia sugar in order to develop a functional (symbiotic) food product. Flavored and plain yoghurts underwent several analyses, namely physico-chemical (pH, acidity and total dry extract (TSE)) and microbiological (total mesophilic aerobic flora (FTAM), faecal and total coliforms, yeast and mold and *Staphylococcus aureus*). To show whether the quality of the manufactured product suits the taste of the consumer, an analysis of the organoleptic quality was conducted. The incorporated syrup was also the subject of the analysis of the physicochemical quality (pH, acidity, rate of ash, organic matter rate, water content dry matter, conductivity, Brix degree (°Brix)) and microbiological (faecal and total coliforms, yeast and mold). The results showed that the yogurts with myrtle syrup and stevia were close to the control yogurt with pH values of 4.41 and 4.25, respectively towards the end of storage and an acidity between 75 and 100°D, the TSE is reduced and the syneresis increased in the myrtle syrup yoghurt. showed the absence germs of contamination as indicated in the Algerian regulations. In conclusion, it has been shown that yogurt added with myrtle syrup and stevia sugar can be used as a sweetener and even as a flavoring agent for myrtle syrup in particular to obtain a symbiotic functional product (probiotic and prebiotic) and that the product has been appreciated by consumers, which paves the way for its eventual commercialization.

Keywords: Yogurt; Myrtle syrup; Stevia sugar; Quality analysis.

ملخص

لطالما عُرفت استخدامات الحليب المخمر كطريقة للحفاظ على الحليب لفترة أطول. كان الهدف من هذا العمل هو تحضير الزبادي من خلال دمج شراب الآس وتحضير الزبادي العادي المحلى بسكر الستيفيا من أجل تطوير منتج غذائي وظيفي (تكافلي). خضع الزبادي المنكه والعادي للعديد من التحليلات ، وهي الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة والحموضة والمستخلص الجاف الكلي (TSE)) والميكروبيولوجي (مجموع النباتات الهوائية الوسيطة (FTAM) ، القولونيات البرازية والكاملة ، الخميرة والعفن والمكورات العنقودية الذهبية. جودة المنتج المُصنَّع تناسب ذوق المستهلك ، تم إجراء تحليل للجودة الحسية ، وكان الشراب المُدمج أيضًا موضوع تحليل الجودة الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة ، الحموضة ، معدل الرماد ، معدل المادة العضوية ، الماء محتوى المادة الجافة ، الموصلية ، درجة البريكس (درجة بركس)) والميكروبيولوجية (القولونيات البرازية والكلي ، الخميرة والعفن) وأظهرت النتائج أن لبن شراب الآس كان يتحكم عن كثب في درجة حموضة الزبادي 4.41 و 4.25 على التوالي قرب نهاية التخزين و حموضة بين 75 و 100 درجة مئوية ، يتم تقليل TSE وزيادة التآزر في شراب الآس الزبادي. أظهر الغياب الجراثيم الملوثة حسب اللوائح الجزائرية. في الختام ، تبين أن الزبادي المضاف مع شراب الآس وسكر الستيفيا يمكن استخدامه كمُحلي وحتى كعامل منكه لشراب الآس على وجه الخصوص للحصول على منتج وظيفي تكافلي (بروبيوتيك وبريبايوتيك) وأن المنتج قد تم استخدامه. يحظى بتقدير المستهلكين ، مما يمهد الطريق لتسويقه في نهاية المطاف.

الكلمات المفتاحية :

زبادي ؛ شراب الآس سكر ستيفيا ,تحليل الجودة

Liste des abréviations

AFNOR	association française de normalisation
°C	Degré Celsius
cf	Coliformes fécaux
CT	Coliformes totaux
°D	Degré Dornic
DDM	La date de durabilité minimale
ESD	Extrait sec dégraissé
EST	Extrait sec total
F.A.O	Food and Agriculture Organisation
J.O.R .A	Journal Officiel de la République Algérienne
Kcal	Kilocalories
Kg	Kilogramme
K joule	Kilojoule
MG	Matière grasse
mg	Milligramme
pH	Potentiel hydrogéné
T°	Température
lb	Lactobacillus
ST	Streptococcus
µm	Micromètre



Introduction

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Il y a longtemps, l'homme avait l'habitude de consommer du lait avec ses dérivés en raison de sa grande disponibilité. Parmi les types de lait les plus importants consommés dans le monde, les laits fermentés. Le monde entier avait l'habitude de consommer du lait fermenté sous plusieurs types. Comme lben, et raïb (surtout au pays du Maghreb et du Moyen-Orient) et Yaourt...etc. Qu'il s'agisse d'un produit fabriqué de façon artisanale ou industriel, les produits laitiers sont variés selon de type de lait utilisé, le type des microorganismes (ferments) et la technologie de fabrication.

Le yaourt peut être considéré comme une alimentation fonctionnelle grâce à sa richesse en bactéries lactiques actives tout au long du tractus digestif d'une part, et puisque c'est un produit qui peut remplacer le lait pour les personnes qui souffrent d'intolérance au lactose d'autre part, le yaourt possède des aspects probiotiques en aidant par exemple à renforcer l'immunité intestinale et systémique (**Kim, 2013**).

Le yaourt généralement consommé comme un dessert par toutes les tranches d'âge à cause de sa qualité organoleptique, saveur, odeur, texture, mais aussi sa valeur nutritionnelle intéressante. La durée de conservation du yaourt est de 28 jours, basée sur la qualité microbienne c.-à-d. l'absence d'altération microbienne à une température de 4°C à 8°C. Si le maintien des yaourts au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement leur activité métabolique. Bien que lente, la production d'acide lactique se poursuit ; des enzymes hydrolysent les protéines avec, comme conséquences, une diminution de la fermeté et de la viscosité et l'apparition de peptides à goût amer. Pour ces raisons, on procède parfois, quand la réglementation le permet, à un traitement thermique après la fermentation (<https://www.fao.org>).

Le yaourt renferme plusieurs additifs et ingrédients, notamment du sucre, utilisés dans le but est d'améliorer sa qualité organoleptique. Cependant, la majorité de ces additifs sont de nature chimique qui peuvent avoir des effets néfastes à long terme. De même pour le sucre qui peut avoir des effets néfastes à long terme sur l'organisme humain. C'est la raison pour laquelle plusieurs travaux ont été effectués dans le sens de remplacer ces additifs et sucre par d'autres agents aromatisant, colorant et sucrant d'origine naturelle qui remplissent le même rôle que ceux industriels et qui ne présentent aucun danger pour la sécurité alimentaire du consommateur.

Parmi ces ingrédients d'origine naturelle, on en trouve le myrte (*Myrtus communis* L.) de la famille de *Myrtaceae* qui est une plante aromatique et médicinale ayant une activité antimicrobienne qui a été largement démontrée (**Bouhdid et al., 2006**). La baie (fruit de myrte) inspire les artisans et les industriels qui mettent en marché des produits divers, en passant par l'huile essentielle et un nombre croissant de produits cosmétiques. Aussi, le sucre stévia issu de la plante *Stevia rebaudiana* et qui est connu pour ces effets très bénéfiques pour la santé de l'homme comme l'a mentionné **Aboudrare (2009)**.

C'est dans cette optique d'utilisation d'additifs naturels que notre travail s'inscrit et qui a pour objectif global de déterminer l'effet d'incorporation de sirop de myrte comme un agent aromatique et du sucre stévia comme agent de sucrage (qualité organoleptique) sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique du yaourt pendant le stockage réfrigéré (21 jours). Une caractérisation physicochimique et microbiologique des sirops a, également, été effectuée. Notre étude s'est fixée comme objectifs :

1. De préparer deux types de sirop de myrte : avec le sucre cristallisé et le sucre stévia ;
2. De caractériser les sirops de myrte sur le plan physicochimique et microbiologique ;
3. De fabriquer du yaourt incorporé avec le sirop à base du sucre stévia ;
4. De contrôler la qualité physicochimique et microbiologique du yaourt ;
5. De déterminer le degré d'appréciation du consommateur du yaourt incorporé ou non de sirop de myrte.

Le manuscrit est organisé en trois principales :

- La première partie est une étude bibliographique synthétisant les connaissances en termes du myrte, des sirops alimentaires. Une synthèse sur le yaourt a également été développée ;
- La deuxième partie est une description des matières premières utilisées ainsi que du matériel et de la démarche expérimentale suivie pour la réalisation du travail ;
- La troisième partie rapporte les résultats obtenus et leur discussion, en commençant par les propriétés physicochimiques et microbiologiques des sirops produits et en terminant par la caractérisation des qualités physicochimique, microbiologique et organoleptique des yaourts fonctionnels mis au point.
- Une conclusion générale reprendra de manière succincte les principaux résultats auxquels ce travail a abouti.

Volet Bibliographique



I. Myrte (*Myrtus communis*)

1. Origine de la plante

Le myrte a été découvert dans le bassin méditerranéen (Europe méditerranéenne et nord d'Afrique) et Asie de l'ouest et depuis longtemps où il pousse à l'état sauvage dans les montagnes d'une manière aléatoire dans les bois et les arbustes et qui a été découvert par les habitants de ces montagnes.



Figure 1. Zone de distribution de *Myrtus communis* (Ahmed et Vardar, 1978)

● Plantes spontanées ; ○ plantes cultivées

1.2 Myrte dans l'Algérie

Le genre *Myrtus* L. (Famille des *Myrtacées*) comprend deux espèces, *Myrtus communis* L. (appelé myrte commun) poussant à l'état sauvage tout autour du bassin méditerranéen et *Myrtus nivellei* (connu sous le nom de myrte saharien), trouvé dans le centre du Sahara. Un seul pays, l'Algérie, abrite les deux espèces, *M. communis* au Nord et *M. nivellei* au Sud (Bouzabata et al., 2016).



Figure 2. Distribution de *Myrtus communis* et *Myrtus nivellei* en Algérie (<https://onlinelibrary.wiley.com>)

2. Systématique et morphologie de la plante

2.1 Généralité

Le *Myrtus communis* (Myrte commun) est une espèce végétale appartenant à la Famille des *Myrtacées* (sous-famille des Myrtoïdées, tribu des Myrtées) originaire du pourtour du bassin méditerranéen. C'est une plante idéale pour y créer des haies (libres ou taillées), des bordures ou des massifs. A partir de ses fruits, on élabore des confitures ou des liqueurs, comme en Corse (<https://www.quelleestcetteplante.fr>). La famille des *Myrtacées* renferme 131 genres et 4620 espèces (Yvan, 2003). La majorité des espèces de cette famille est utilisée pour les traitements à base des huiles essentielles extraites de ces espèces. Parmi ces espèces en trouve : *Eucalyptus globulus* (le gommier bleu), *Melaleuca cajuputi* (le cajeput), *Melaleuca quinquenervia* (le niaouli), *Syzygium aromaticum* (le giroflier). *Myrtus communis* est la seule espèce se trouvant spontanément en Algérie sans culture ou intervention humaine

2.2 Structure de la plante

Le myrte commun est une garrigue¹, c'est une plante ligneuse rigide est résistante, de 1 à 3.5 mètres de longueur et de 1 à 2 mètres d'épaisseur avec une long durée de croissance, ce type de plante peu vivre jusqu'à 300 ans. La brindille de cet arbuste est de couleur roux, fine, approximativement lisse, squameux et désuet. Les feuilles de myrte commun sont très immobile stable et opposée, de forme ovale et lancéolée ayant des dimensions variantes entre 20 et 24 mm de longueur et 4 à 11 mm de largeur. Une seule feuille de la plante de myrte commun contient des creux de nombres très considérables de 400 à 1700 par feuille, ces creux situés sur la couche superficielle de la feuille de *Myrtus communis*.

¹ La garrigue est une formation végétale caractéristique des terrains acides et calcaires de la région méditerranéenne



Figure 3. *Myrtus communis* : à gauche non-mûr ; à droite à l'état mûr (Tlili, 2023)

D'après Kalachanis et Psaras (2005), le calibre des cavités sécrétrices varie entre 30 μm et 100 μm . Ces creux de sécrétion commencent à apparaître au cours du développement de la feuille et sont présents très tôt ; le nombre des creux baisse au cours de l'extension de la feuille. Dans ces creux de sécrétion, l'huile essentielle du myrte est alors rassemblée (Fig. 4).



Figure 4. Micrographie par MEB des cavités sécrétrices dans la feuille de *Myrtus communis* : les feuilles en coupe (Franceschini, 2016)

Le fruit de *Myrtus communis* est une baie ovoïde qui fait de 7-10 x 6-8 mm. De couleur proche de la couleur de myrtilles noire bleuté à maturité avec un long pédoncule, le réceptacle formé la partie dodu qui contient de le fruit de myrte

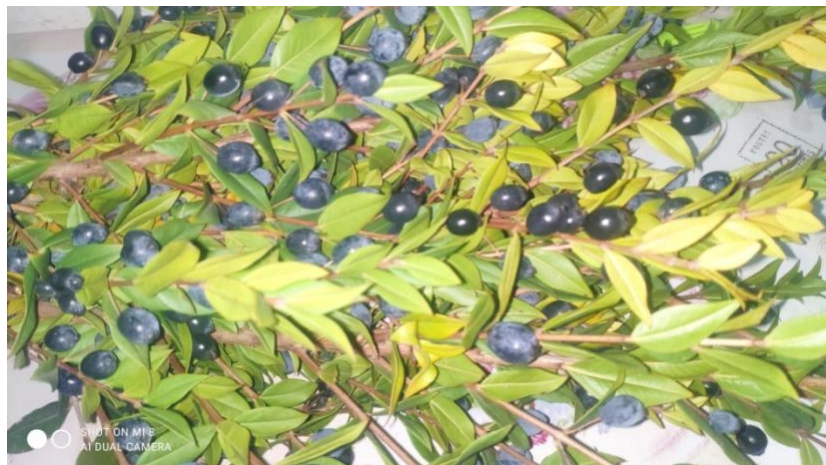


Figure 5. Baies et feuilles de myrte (Tlili, 2023)

3. Importance de la culture en Algérie

En Algérie, le myrte est consommé comme un fruit de saison par les habitants du nord généralement et beaucoup plus par les villageois lors de la recherche d'herbes utilisables (utilisations des brindilles comme balai) et plutôt consommable (le fruit vert et les feuilles). Les habitants utilisent le myrte aussi comme une plante médicinale grâce à sa valeur thérapeutique et le manque des médicaments dans un temps passé pour les maladies cardiovasculaire, l'asthme, la grippe, brulures d'estomac, côlon irritable ...etc sous forme de tisane ou sous forme d'huile extraite de la plante. Généralement en Algérie, *Myrtus communis* n'est pas cultivée mais il se trouve d'une manière spontanée. Les agricultures utilisent le myrte commun pour nourrir les bétails lors du pâturage dans les montagnes.

4. Utilisations du myrte

Depuis longtemps, l'homme utilise la plante du myrte comme un médicament grâce à son expérience (30 % des médicament sont de source naturelle), comme un produit cosmétique (l'utilisation des huiles extraites de la plante) et d'autre utilisations traditionnelles qui diffèrent d'un pays à l'autre

4.1 Utilisation en médecine traditionnelle

Le myrte (*Myrtus communis* L.) est une plante médicinale utilisée dans le monde entier en médecine traditionnelle. Un grand nombre de composants ont été isolés de cette herbe. Les polyphénols, la myrtucommulone (MC), la semimyrtucommulone (S-MC), le 1,8-cinéole, l' α -pinène, l'acétate de myrtényle, le limonène, le linalol et l' α -terpinolène font partie des composés considérés comme les principaux composants biologiquement actifs. Diverses parties de cette

herbe, telles que ses baies et ses feuilles ont été largement utilisées comme médicament traditionnel pendant plusieurs siècles. L'herbe est traditionnellement utilisée pour le traitement de troubles tels que la diarrhée, l'ulcère peptique, les hémorroïdes, l'inflammation, les maladies pulmonaires et cutanées, bien que des études cliniques et expérimentales suggèrent qu'elle possède un spectre plus large d'effets pharmacologiques et thérapeutiques tels que antioxydant, anticancéreux, anti-activité diabétique, antivirale, antibactérienne, antifongique, hépatoprotectrice et neuroprotectrice (**Ghazal et al., 2014**)

4.2 Utilisations non médicamenteuses

Le myrte commun est utilisé dans les domaines cosmétique et agroalimentaire grâce à ses propriétés balsamiques, surtout dans le bassin méditerranéen. Grâce à ses propriétés odoriférantes le myrte est utilisé comme un agent aromatique dans les produits cosmétiques comme les savons, gel douche, sérum pour la peau et les cheveuxetc.

Pour le domaine agroalimentaire, le myrte est utilisé pour la fabrication des vins ; les baies sont récoltées en hiver, elles sont séchées dans un endroit approprié une semaine avant le début de la production, les fruits séchés sont mis dans l'alcool à 70°C et sont laissés jusqu'à obtenir la liqueur du myrte. Les feuilles du myrte sont utilisées comme un agent odorant dans la boîte de conservation des nourritures surtout les produits de la pêche.

5. Composition biochimique et valeur nutritionnelle

Certaines propriétés nutritionnelles et physiques des fruits de myrte (*Myrtus communis* L.) poussant à l'état sauvage dans la région de Mersin (Turquie) ont été déterminées par **Aydın et al (2007)**. Les propriétés nutritionnelles telles que protéines, huile, fibres, sucre réducteur, tanin, cendres et extrait soluble dans l'eau et les propriétés physiques telles que dimensions, poids, épaisseur, diamètre moyen géométrique, sphéricité, densité apparente, porosité, surface projetée, poids de 100 fruits, la vitesse terminale et la résistance à la rupture des fruits de myrte utilisés dans l'expérience ont été établies. Les valeurs de l'huile brute, de la protéine brute, de la fibre brute, de l'énergie brute, du sucre réducteur, du tanin, de la cendre, de l'extrait soluble dans l'eau et de l'huile essentielle des fruits ont été déterminées comme suit : 2.37 %, 4.17 %, 17.41 %, 11.21 kcal/g, 8.64 %, 76.11 mg/100 g, 0.725 %, respectivement. Certaines propriétés physiques des myrtes ont été évaluées en fonction de la teneur en humidité. La longueur moyenne, la largeur, l'épaisseur, le diamètre moyen géométrique des fruits de myrte étaient respectivement de 13.75 mm, 8.11 mm, 7.57 mm, 10.53 mm à une teneur en humidité de 8.32% (**Cevat et al, 2007**). Les baies de myrte contiennent 74.1% d'acides gras insaturés et 25.7% d'acides gras

saturés, qui sont principalement 72.1% d'acide oléique et 15.7% d'acide palmitique (**Seliz et al, 2020**).

6. Propriété antioxydant

Les extraits à l'acétate d'éthyle et à l'éthanol, de myrte ont manifesté une activité antioxydante dans la protection des stérols contre l'attaque des radicaux libres et une inhibition de la formation des oxystérols (**Tuberoso et al., 2010**).

7. Intérêts nutritionnels et effets thérapeutiques

7.1 Intérêt nutritionnel

Selon **Mehmet Musa et al. (2017)**, les analyses chimiques, les acides aminés, le profil en sucre, la composition en acides gras et la teneur en minéraux des fruits de myrte blanc et noir (*Myrtus communis* L.) ont été déterminés. Les teneurs en protéines brutes et en huile des fruits de myrte blanc et noir ont été trouvées entre 5.99 et 5.45 % à 8.31 et 6.17 %, respectivement. De plus, les teneurs totales en phénols, flavonoïdes et anthocyanes des fruits blancs et noirs ont été déterminées entre 4253 et 4060 mg équivalent acide gallique (GAE)/g, 94.4 et 121.1 mg équivalent catéchol (EC)/g, et 0.096 et 1.667 mmol/g, respectivement. Les teneurs en acide aspartique des fruits de myrte blanc et noir ont été déterminées respectivement à 0.50 et 0.45 %. De plus, l'acide glutamique et l'arginine les plus élevés ont été trouvés dans les fruits de myrte blanc. Les teneurs en fructose et en glucose des fruits de myrte blanc et noir ont été signalées comme étant respectivement de 11.26 et 11.53 % à 13.02 et 13.74 %. Les teneurs en acides linoléique, palmitique et oléique des huiles de fruit de myrte blanc et noir ont été déterminées à 72.48 et 68.34 %, 9.99 et 10.43 % à 8.52 et 9.02 %, respectivement. Les teneurs en P, K, Ca et Mg des fruits de myrte noir et blanc ont été mesurées à 1335.10 et 1165.15 mg/kg, à 2714.16 et 2631.04 mg/kg, 191.13 et 245.28 mg/kg et à 837.86 et 720.38 mg/kg, respectivement. En conclusion, les fruits du myrte se sont révélés être des sources importantes de nutriments et d'éléments essentiels.

7.2 Effet thérapeutique

7.2.1 Activités antimicrobiennes

Les extraits de myrte et les huiles essentielles exercent des activités antibactériennes en affectant la perméabilité de la paroi cellulaire et de la membrane bactérienne, en favorisant la libération du contenu cellulaire à l'extérieur de la cellule et en perturbant la fonction essentielle de la membrane, y compris l'absorption des nutriments, l'activité enzymatique et le transfert d'électrons (**Amensour et al., 2010**). **Mir et al. (2020)** n'ont observé aucun effet sur les bactéries

Gram-négatives. Cependant, des extraits de feuilles de myrte et de baies ont montré un potentiel antibactérien pertinent contre différentes bactéries Gram-positives et Gram-négatives (*Bacillus subtilis*, *Listeria innocua*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa* et *P. fluorescens*) avec une CMI comprise entre <0.075 (*S. aureus*) et > 5 (*P. vulgaris*) mg/ml pour les deux extraits ; aucun effet n'a été observé contre *E. coli* K12 (Amensour et al., 2010).

7.2.2 Maladies gastro-intestinales

L'extrait de graines de myrte a montré des propriétés antidiarrhéiques intéressantes. La diarrhée peut être due à une malabsorption, à un transit accéléré, à une sécrétion intestinale excessive, à un effet osmotique provoquant un afflux de liquide (Jabri et al., 2018a). L'extrait de graines de myrte a également amélioré les activités enzymatiques antioxydantes et a restauré les perturbations des médiateurs intracellulaires (Jabri et al., 2016). Le jus de myrte (5 et 10 ml/kg) a inhibé la vidange gastrique et la mobilité intestinale, a protégé contre l'accumulation de liquide intestinal, a diminué le stress oxydatif et a amélioré les activités enzymatiques antioxydantes dans l'intestin (Jabri et al., 2016)

7.2.3 Effets antidiabétiques

Les huiles essentielles de myrte, après une consommation aiguë (50 et 100 mg/kg une fois par jour pendant 1 semaine) ou chronique (2.5 à 5 gouttes de 50 à 100 mg/kg pendant 4 h jusqu'à 21 jours), réduisent significativement les niveaux de glucose sanguin, de triglycérides sériques, de nitrite hépatique et de MDA (malondialdéhyde). Ainsi, qu'augmentent l'activité hépatique de la glucokinase² et la concentration de glycogène, mais n'affectent pas le niveau d'insuline sérique (Sepici et al., 2004 ; Dineel et al., 2007).

7.2.3 Effets anti-inflammatoires

Des extraits de feuilles de myrte ont montré qu'ils protégeaient des souris albinos stressées par le xylène contre l'inflammation aiguë et chronique (Hossein-zadeh et al., 2011), a diminué les niveaux plasmatiques des cytokines inflammatoires³, telles que le facteur de nécrose tumorale α , l'interleukine (IL)-8, l'IL-6 et l'IL-1 β , ainsi que les concentrations érythrocytaires de espèces

² La glucokinase est une enzyme qui joue un rôle important dans la régulation du métabolisme des glucides dans l'organisme. Elle catalyse la première étape de la glycolyse, qui est la conversion du glucose en glucose-6-phosphate. La glucokinase est principalement exprimée dans les cellules du foie, du pancréas et du cerveau. Dans le pancréas, elle joue un rôle crucial dans la régulation de la sécrétion d'insuline par les cellules bêta des îlots de Langerhans en réponse à la concentration de glucose dans le sang.

³ Les cytokines inflammatoires sont des protéines qui sont produites par les cellules du système immunitaire en réponse à une infection, une inflammation ou un traumatisme. Elles jouent un rôle clé dans la réponse immunitaire en signalant aux cellules du système immunitaire de se mobiliser pour lutter contre les infections et les blessures.

réactives à l'oxygène et de peroxydation lipidique, et a augmenté l'activité des principales enzymes antioxydantes chez les rats intoxiqués à l'éthanol (**Jabri et al., 2018b**).

II. Sirops d'origine alimentaire

1. Historique

Le sirop aux fruits est l'un des éléments des civilisations arabes et occidentales, et il était connu après les croisades, lorsque les envahisseurs chrétiens ont été influencés par la culture islamique, là où les musulmans avaient l'habitude de conserver les dates sous la forme d'un sirop appelé «Roub ».

2. Description du sirop

Le sirop est un produit liquide visqueux obtenu par le mélange d'eau, de sucre et de fruit et les chauffer jusqu'à ce que le sirop se concentre. Le sirop de fruit est le produit obtenu par mélange de sucre avec le jus de ce fruit. Le principe consiste à l'évaporation de ce mélange jusqu'à l'obtention d'une substance suffisamment sirupeuse contenant environ 65g de sucre pour 100g de produit final (**BIT, ONUDI, 1990**).

3. Caractéristiques et utilisation

Selon la législation française, un sirop en bouteille destiné au marché française renferme au moins 55% de matières sucrante c'est-à-dire de sucres (blanc, raffiné, dextrose, stévia, miel...etc) ou 50% pour les agrumes ajoutés et de sucres de fruits et 10 % de jus de fruits et 7 % de jus d'agrumes. La composition peut varier d'un sirop à l'autre et de fruit à l'autre (selon la quantité de pectine). Le sirop est utilisable dans la préparation de plusieurs produits comme les boissons, les crèmes, les gâteaux, les glaces et les sorbets. En effet, Il existe 3 types de sirop :

→ *Les sirops traditionnels*

Ils ont un goût sucré et leur couleur varie selon leur origine et le degré de raffinage utilisé. On en trouve des sirops de plantes (cannes à sucre, sorgho, betterave...) ; des sirops de céréales (blé, maïs, orge, riz...) ; des sirops d'arbres (bouleau, érable, palmiers...) et des sirops de fruits (raisin, datte...etc).

→ *Les sirops aromatisés*

Ils sont destinés aux boissons et aux desserts ; préparés à base de sucre et d'un additif alimentaire au goût spécifiques (sirop de menthe, de fraise, de grenadine, de caramel, de chocolat...etc.).

→ *Les sirops pharmaceutiques*

Il ne s'agit pas des sirops au sens strict du terme, mais plutôt des suspensions médicamenteuses édulcorées grâce à l'aspartame, l'isomalt et des gélifiants d'extraire d'algues

4. Procédé général de la fabrication du sirop de fruit

La fabrication du sirop est légèrement plus complexe que celle des confitures, mais c'est encore un produit biologiquement stable, facile à fabriquer. La fabrication du sirop de fruit est résumé dans le diagramme suivant :

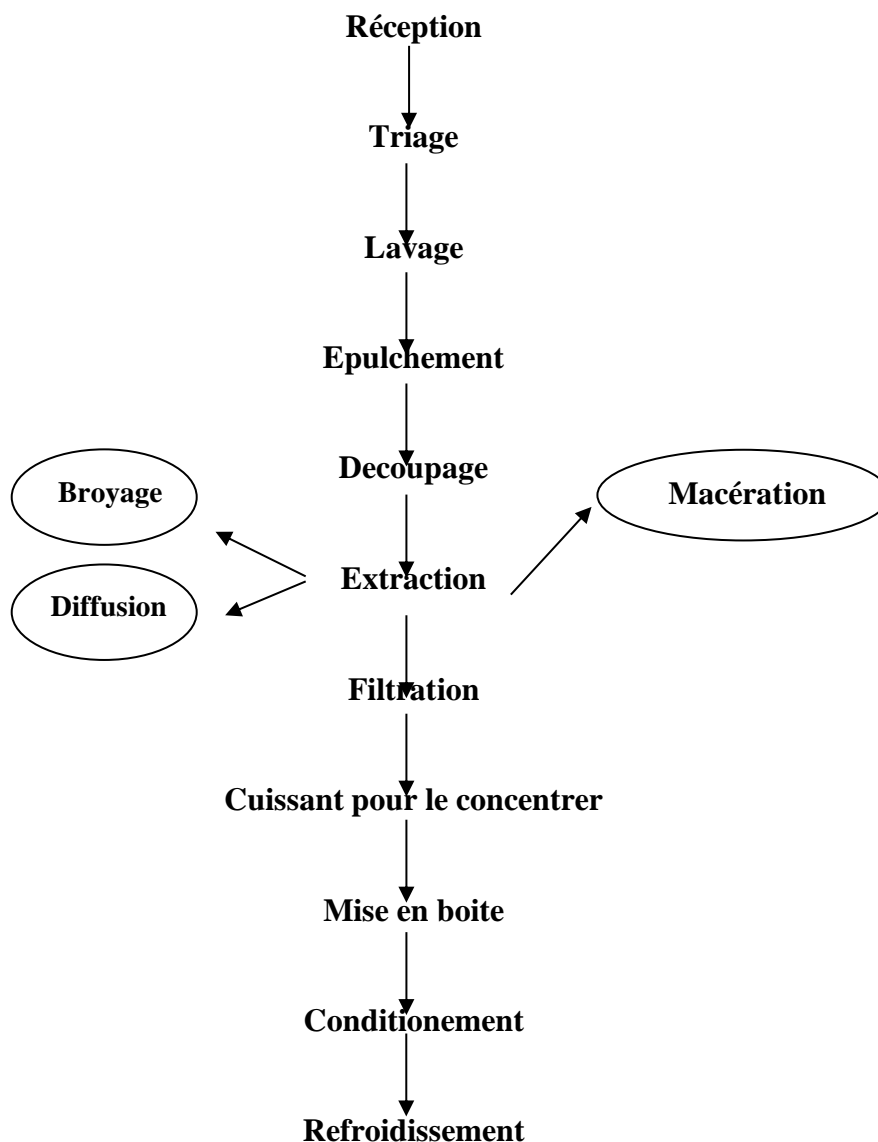


Figure 6. Procédé général de la fabrication du sirop de fruit

III. Yaourt

1. Définition

Selon la FAO, le yaourt ou yoghourt est le lait fermenté le plus consommé. Il résulte de la fermentation du lait par deux bactéries lactiques thermophiles : *Streptococcus salivarius*, subsp. *Thermophilus* (anciennement dénommé *Str. thermophilus*), et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (anciennement dénommé *L. bulgaricus*). Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum. Il peut être consommé en l'état ou après brassage lui donnant une consistance crémeuse ou liquide. Il peut aussi être congelé et consommé comme une glace (<https://www.fao.org/>).

Selon le *Codex Alimentarius*, norme n° A- 11 (a) (1975) : «le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants ».

2. Technologie de fabrication

2.1 Réception de la matière première

Le lait est collecté dans plusieurs fermes puis analysé pour voir s'il est autorisé à être utilisé pour produire du yaourt ou non (pH, acidité, densité, l'absence des antibiotique ...etc). Le taux de matière grasse du yaourt est variable selon le type de lait (lait entier, partiellement écrémé ou écrémé (<https://www.fao.org/>)).

2.2 Standardisation du lait

C'est la mise de poudre dans le lait pour moduler le teneur en matière grasse

2.3 Traitement thermique

Le lait enrichi subi un traitement thermique à 90 °C -95 °C pendant 3 à 5 minutes (Mahaut et al., 2008). Il a pour but :

- De détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présents et la plus grande partie de la flore banale ;
- Il permet aussi la suppression éventuelle d'inhibiteurs naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance;

- De dénaturer une partie importante des protéines solubles, ce qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau du yaourt et de permettre à ces protéines de se fixer sur la caséine.

2.4 Refroidissement

Après la pasteurisation, le lait est refroidi est refroidi à la température d'ensemencement des ferments lactiques, habituellement entre 40 et 45 °C.

2.5 Ensemencement

Le lait estensemencé avec les bactérie lactique thermophile spécifique du yaourt sous forme de levain constitué par *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

2.6 Fermentation

Ce fait dans un étuve ou dans une cuve à une température variant entre 43 – 45 °C pendant 3h -6h. Une grande partie de lactose est transformée en acide lactique sous l'action des bactéries lactiques thermophiles spécifiques. La fermentation est arrêtée lorsque le pH du mélange s'approche du point isoélectrique des caséines (pH 4.6 – 4.7), les caséines agrégées s'associent et précipitent (**Boutin, 2000**)

2.7 Conditionnement

C'est le stade de l'arrêt de la fermentation ou de l'acidification. À ce stade, la multiplication des bactéries lactiques est arrêtée par l'application d'un choc thermique (refroidissement) à condition que le taux d'acidité ne dépasse pas (70 à 80 °D) dans le cas de yaourt étuvé et (80 à 100 °D) dans le cas de yaourt brassé.

2.8 Stockage

Le yaourt est refroidi à 4 °C dans une chambre froide. A cette étape, les yaourts sont prêts à être consommés et cela jusqu'à la date de durabilité minimale (DDM) qui est de 28 jours.

3. Qualités du yaourt

3.1 Qualité physicochimique

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Couleur franche et uniforme ;
- Goût caractéristique ;
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

3.2 Qualité hygiénique

Le produit (yaourt) doit être sain et conforme à la réglementation du point de vue microbiologique, c.-à-d. ne renferme pas des germes pathogène pouvant porter atteinte à la santé du consommateur.

4. Valeur nutritionnelle

Le yaourt est un produit riche en protéine de valeur biologique très élevé, riche en calcium et en vitamine B12 (Tableau 1).

Tableau 1. Composition nutritionnelle de 100 g de yaourt

Désignation produite	Composition nutritionnelle pour 100g					
	Énergie	Protéines	Matière grasse	Glucides	Calcium	Vitamine B12
Yaourt et lait fermenté	kcal/100g	g/100	g/100	g/100	mg/100	mg/100
Yaourt spécialité laitière nature (aliment moyen)	56.8	3.88	2.3	4.73	127	0.23
Yaourt, lait fermenté ou spécialité laitière, nature	45.8	3.96	1.5	2.65	128	0.26
yaourt ou lait fermenté ou spécialité laitière, nature 0 MG%	39.8	4.82	0.064	4.1	129	0.24
Yaourt aux spécialité laitière aux fruits	93.3	3.2	2.89	12.8	109	0.23
Yaourt aromatisé lait fermenté ou spécialité laitière ou aux fruits 0% MG (aliment moyen)	42.8	4.29	0.13	4.92	129	0.26
Yaourt lait fermenté ou spécialité laitière aromatisé, sucré	89.3	3.42	2.6	12.2	120	0.22

Source : <https://www.syndifrais.com>.

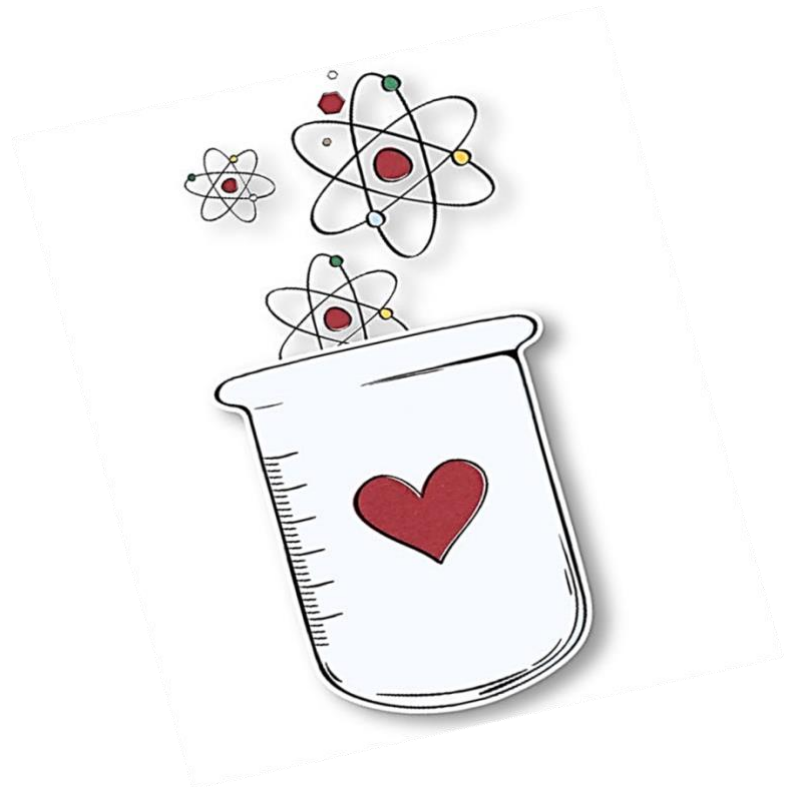
5. Vertus thérapeutique de yaourt

Beaucoup d'études scientifique ont prouvé que le yaourt présente des effets bénéfiques pour la santé humaine, parmi ces effets :

- Très riche en vitamines du groupe B ;
- Source de calcium ;
- Riche en protéine d'origine animal ;
- Source de microéléments : zinc et cuivre ;
- Bonne source de phosphore ;
- Excellent pour la digestion grâce a sa richesse en bactéries lactique ;
- Le yaourt aide à prévenir le diabète de type deux ;
- Le yaourt stimule le système immunitaire.



Partie II :
Volet expérimental





Chapitre I.

Matériel & Méthode



CHAPITRE I. MATERIEL & METHODES

1. Objectifs de l'étude

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de :

- ✓ Industrie laitière nationale "Edough" de la Wilaya de Annaba (laboratoire de physicochimie et microbiologie et la section : production yaourt).
- ✓ Laboratoire étatique du Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage (CACQE) de la wilaya d'Annaba ;

L'objectif et la démarche expérimentale de notre expérimentation sont :

- La préparation d'un sirop à base de fruit sauvage, le myrte, en utilisant deux types de sucre : sucre cristallisé et sucre stévia ;
- La détermination de la qualité physicochimique et microbiologique des sirop préparés ;
- La préparation de trois échantillons du yaourt (i) yaourt nature sucré (témoin), (ii) yaourt additionné du sirop du myrte à la stévia, (iii) yaourt sucré au sucre stévia ;
- Le suivie de la qualité physicochimique, microbiologique et sensorielle des yaourts depuis la production jusqu'à sa date de durabilité minimale fixé à jour 21.

2. Matériel végétal

Les matières premières utilisées dans ce travail sont le myrte (*Myrtus communis*) qui est utilisé pour préparer les sirops (sirop à base de sucre cristallisé et à base de stévia).

2.1 Myrte

Les myrtes sauvages ont été collecté au niveau de la région (**Hamam Beni Salah - Bouhadjar**), la wilaya d'El Tarf le (**4-03-2022**).



Figure 7. Photographie de l'échantillon du myrte (Tili, 2023)

2.2 Sucre stévia

Le sucre stévia utilisé dans la présente étude est commercial et a été acheté au niveau des grandes surface de la Wilaya de Annaba.

→ Préparation du sirop de myrte

Le sirop du myrte a été préparé à la maison. Les fruits ont été triés à la main afin d'écartier les baies altérées, puis lavés à l'eau potable afin d'éliminer les traces de poussières éventuellement présentes. Les fruits triés et lavés ont été bouillis, après quoi, les différents sucres ont été ajoutés selon les échantillons. Les sirops ont été filtrés et conditionnés dans des bocaux préalablement stérilisés. Les étapes de fabrication du sirop sont résumées dans ce diagramme.

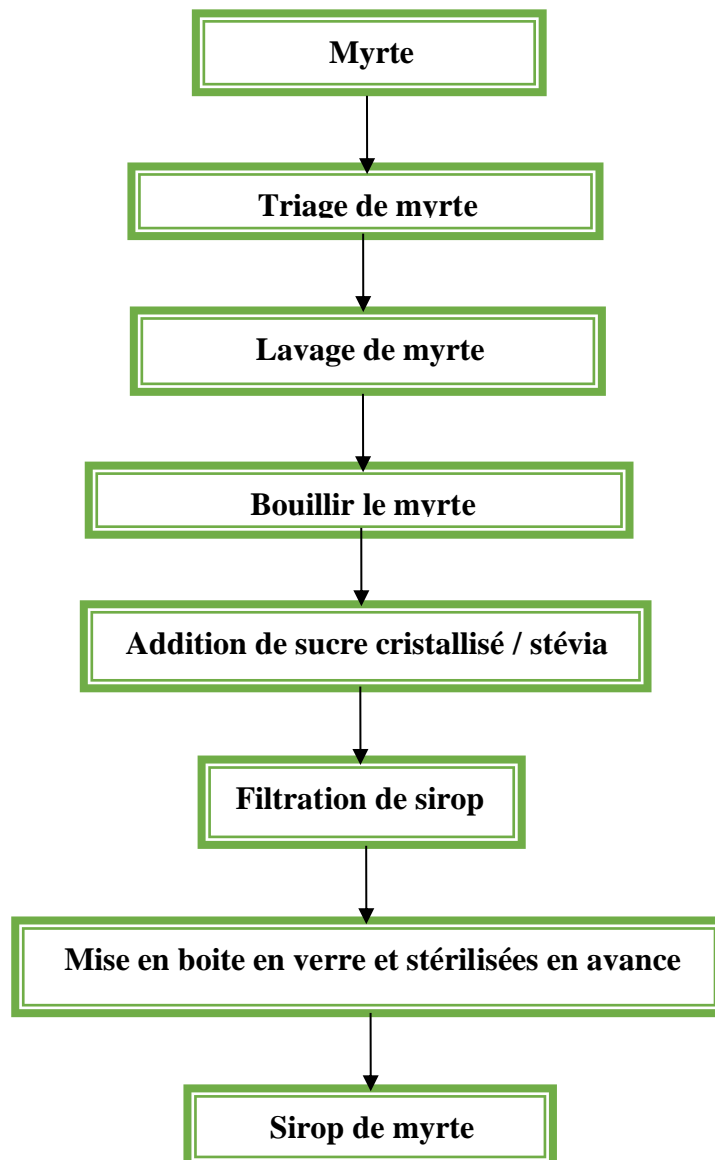


Figure 8. Diagramme de fabrication de sirop de myrte (Tlili, 2023).



Figure 9. Étapes de fabrication de sirop de myrte 1 : Échantillon frais ; 2 : Triage ; 3 : Lavage ; 4 : Bouillir le myrte ; 5 : Addition de sucre dans le myrte bouillant ; 6 : Filtration du sirop et de baie de myrte ; 7 : Produit fini (sirop de myrte) (Tlili, 2023).

2.3 Analyse de sirops de myrte

2.3.1 Caractérisation physicochimique

Les protocoles suivis pour la caractérisation physicochimique des sirops sont ceux appliqués au niveau des laboratoire du CACQE (Annaba).

a. Teneur en cendres

La teneur en cendres totales (CT) est obtenue par calcination à 550 °C dans un four à moufle d'une quantité connue d'échantillon.

Mode opératoire

Une quantité de 5g de sirop est versée dans un creuset d'incinération préalablement tarée puis incinérée à 550°C dans un four à moufle pendant 5h. Après refroidissement, le creuset contenant les cendres est pesé dans une balance de précision. La teneur en cendres a été déterminé selon cette formule :

$$CT (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Où : $C\%$: teneur en cendre en g pour 100g de matière brute

m_2 :masse en g de la capsule d'incinération avec les cendres

m_1 :masse en g de la capsule d'incinération avec les prises d'essai

m_0 : masse en g de capsule d'incinération vide

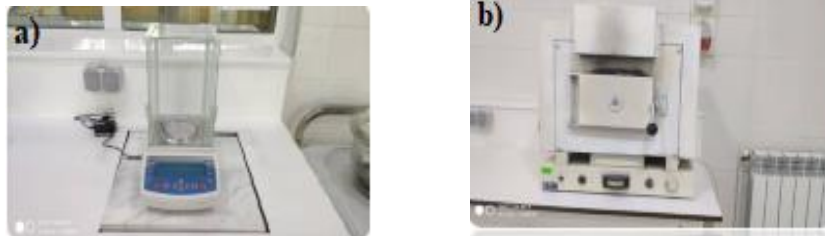


Figure 10. Balance de précision ; b) le four à moufle (Tlili, 2023)

b. Mesure du degré Brix

Mode opératoire

Le Brix est mesuré en utilisant le réfractomètre d'Abbé qui donne aussi l'indice de réfraction avec une grande précision. L'appareil est capable de mesurer différentes sortes de concentration pour différentes substances que ce soit liquides ou bien solides. Le prisme du réfractomètre est nettoyé avant chaque mesure par l'alcool et l'eau distillé pour donner un résultat clair et exacte.

Quelques gouttes du sirop de myrte sont déposées sur le prisme nettoyé. Le réfractomètre est dirigé vers une source de lumière. Le résultat est lu directement en regardant dans le deuxième oculaire du réfractomètre où le pourcentage, la température et l'indice de réfraction sont directement affichés tout en réglant la lumière selon la couleur (claire ou foncée).

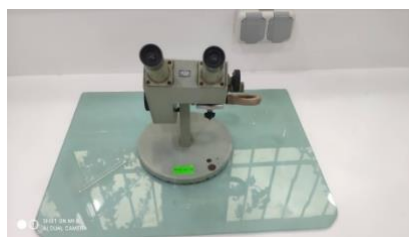


Figure 11. Réfractomètre d'Abbé (Tlili, 2023)

c. Acidité titrable

Mode opératoire

La mesure de l'acidité titrable consiste à dissoudre 20 g d'échantillon dans 60 mL d'eau distillée, après une agitation de 15 min, 5 mL ont été prélevés dans un bécher tout en ajoutant 10 mL d'eau distillée et 4 gouttes de phénolphthaléine comme indicateur colorée et le mélange

résultant a été agité pendant 5 min. Au terme de cette agitation, on procède à une titration avec une solution de soude à 0.1 N jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante.

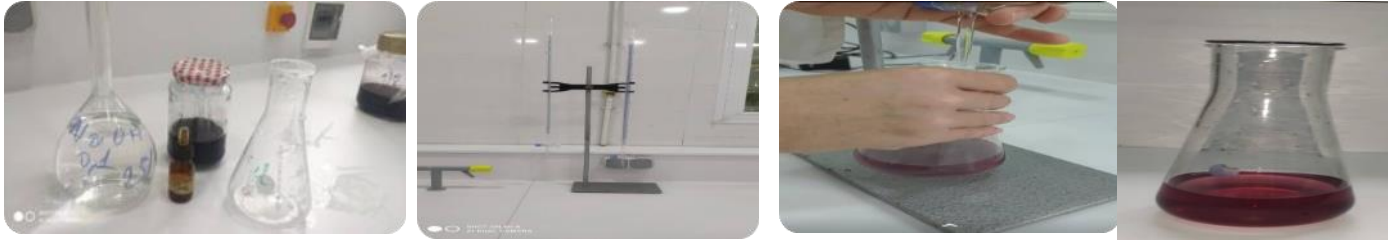


Figure 12. Processus de la mesure de l'acidité titrable le sirop de myrte et les résultats de la titration (Tlili, 2023)

L'acidité est déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Acidité titrable (TA)} = \text{mL} * 0.1 \text{NaOH} * 10 / \text{mL de sirop / volume de sirop densité}$$

d. Teneur en humidité

Mode opératoire

Afin de déterminer la teneur en eau des différents échantillons, 5 g de chaque sirop ont été pesés dans des capsules propres, les capsules sont mises à sécher dans une étuve portée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'au poids constant (pendant environ 3 heures). La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

$$MS = 100 - H$$

H (%) : Humidité en pourcentage ;

MS (%) : Matière sèche en pourcentage ;

M1 : Masse de la capsule + masse de la matière fraîche (g);

M2 : Masse de la capsule + masse de la matière sèche (g);

P: Masse de la prise d'essai (5g).

e. Conductivité

Elle représente la conductance d'eau comprise entre deux électrodes métalliques. La conductivité a été mesurée par immersion de l'électrode d'un conductimètre de paillasse de marque **InoLab** dans une solution (sirop dissout dans de l'eau distillée). Le résultat est lu directement sur l'afficheur du conductimètre et est exprimé en mS/cm.



Figure 13. Mesure de la conductivité (Tlili, 2023)

2.3.2 Qualité microbiologique

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer que les sirops préparés présentent une qualité hygiénique et commerciale supérieure. Les analyses microbiologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire national de contrôle de qualité et la reprises de fraude CACQE (Annaba)

a. Recherche des coliformes totaux

Une dilution standard a été d'abord préparé en mélangeant, dans un flacon, 10 mL du sirop avec 90 mL d'une solution de typtone-sel.

Les coliformes totaux ont été dénombrés en utilisant la méthode du nombre le plus probable (NPP) à l'aide de lauryl de sulfate. Pour chaque échantillon (sirop au sucre cristallisé et au sucre stévia), une série de 9 tubes ont été préparés avec un tube témoin. Dans chaque 3 tubes on ajoute une quantité différente de sirop

- Le 1^{er} groupe en ajoute 10 mL de la solution mère ;
- Le 3^{ème} groupe en ajout 0.1mL de la solution mère + tube témoins

Entre chaque ouverture et fermeture du tube, on procède à une stérilisation par le bec bunsen
Les tubes ont été incubés à 37 °C pendant 48 heures.

- ✓ Si y a un dégagement de gaz c'est-à-dire que notre sirop est contaminé ;
- ✓ Si y a aucun dégagement de gaz, cela veut dire que les deux sirops sont stériles et propr



+ —————> -

Figure 14. Dénombrement des coliformes totaux (méthode NPP) (Tlili, 2023)

a. Recherche des levures et moisissures

Pour la détection (présence /absence) des levures ou des moisissures dans nos échantillons, le milieu sélectif : gélose Dichloran Rose-bengale Chloramphénicol (DRBC) a été utilisé. Le milieu est ensemencé en surface avec les 2 mL de chaque échantillon. Un témoin a été réalisé. Enfin, le colorant rose de bengale a été ajouté jusqu'à ce que le fond de la boîte se remplisse. L'incubation est faite à 30°C pendant 5 à 7 jours.

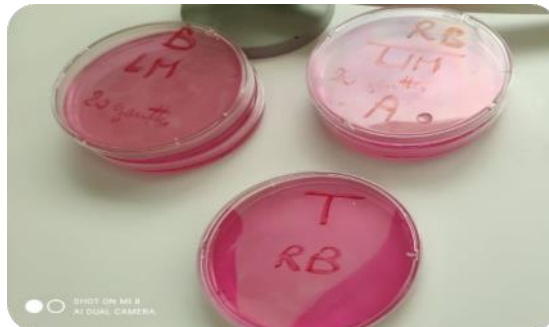


Figure 15. Boîte de Pétri ensemencées (recherche des levures et moisissures) (Tlili, 2023)

3. Préparation du yaourt

3.1 Analyses physicochimiques du lait

La qualité physicochimique du lait utilisé pour la fabrication du yaourt a été déterminée suivant les protocoles appliqués au niveau de l'entreprise laitière (Edough – Annaba).

3.1.1 Détermination de la matière grasse (MG) (méthode de GERBER)

Le taux de MG du lait a été mesuré selon la méthode de GERBER dont le principe est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre après attaque acide des éléments du lait, excepté la MG. La séparation de cette dernière en une couche

claire et transparente est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. La teneur en MG du lait exprimée en gramme par litre, est égale à :

$$MG (g/l) = (n-n').10$$

Où : **n** : Valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse ;
n' : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne.

3.1.2 Détermination de l'acidité

L'acidité du lait a été déterminée par titration à l'aide de la soude (9N) en présence de la phénolphthaléine comme indicateur coloré. L'acidité est exprimée en degré Dornic (D°) -c'est-à-dire en décigramme d'acide lactique par litre- est égale à :

$$AT = V'.10$$

Où : **AT** : Acidité titrable,
V' : Est le volume en millilitre de la solution NaOH versé.

3.1.3 Détermination de la densité

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse volumique de ce liquide et celle d'un même volume d'eau à 15°C. A l'aide d'un thermo-lacto-densimètre que l'on plonge dans une éprouvette contenant le lait, la densité du lait est déterminée par la formule suivante :

$$D' = D'' + 0.2 (T - 15^\circ C)$$

Où : **D'** : densité corrigée
D'' : densité brute
T : température du lait
0.2 : coefficients de correction de température

3.1.4 Détermination de l'extrait sec total (EST)

La détermination de l'EST permet d'évaluer la qualité du lait. Il est déterminé par séchage d'une quantité bien déterminée du lait dans l'étuve à 103°C pendant 5 heures. L'EST est calculé par différence de poids après séchage selon ces formules :

$$ES = n' - n$$

$$ESD = ES - MG$$

Où : **ES** : Extrait sec
n : Poids de la capsule vide,
n' : Poids de la capsule +lait
ESD : extrait sec dégraissé,
MG : Matière grasse
EST : Extrait sec total.

3.2 Préparation du yaourt proprement dite

Toutes les étapes de fabrication du yaourt ont été effectuées au niveau de la laiterie Edough – Annaba. Aussi, les matières premières ont été fournies par la même entreprise, à l'exception du sirop de myrte qui a été préparé par nous-même et le sucre stévia. Les matières premières mises en œuvre sont :

- ✓ Du lait partiellement écrémé (1.5 % de matières grasses) ;
- ✓ Amidon modifié (E1442-E1422) ;
- ✓ Le sucre stévia
- ✓ Sirop de myrte à base du sucre stévia ; et
- ✓ Ferments lactiques, sous forme de poudre lyophilisée de couleur beige, constitués de
 - *Lactobacillus bulgaricus* ; et
 - *Streptococcus thermophilus*.

Étapes de fabrication

La préparation des yaourts a été réalisée à l'échelle de laboratoire de la laiterie Edough – Annaba (Algérie) en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt standard suivi au sein de la même entreprise, avec une modification portant sur l'ajout du sirop et du sucre stévia comme substituants du sucre cristallisé. Dans une casserole, du lait a été versé et chauffé à 45-50°C et sucré au sucre cristallisé (témoin), un deuxième échantillon sucré au sirop de myrte et un troisième échantillon sucré avec de la stévia (Tableau 2). Après une dissolution correcte de tous les ingrédients secs dans le lait, le mélange est pasteurisé à 93°C pendant 5 min dans un bain marie, puis refroidi à 45°C, juste après, 0.03 g de poudre de ferments lactiques ont été ajoutés. Au terme d'une agitation de 5 min, le mélange est versé dans des pots de 50 mL de capacité chacun qui sont fermés en utilisant la machine industrielle. Les pots de yaourt sont répartis en trois lots et l'ensemble des pots est incubés à 45°C pendant 2 à 4h. La Figure 6 représente le diagramme de fabrication des différents yaourts (Fig. 16).

Tableau 2. Formulation des écartillons du yaourt (Pour un litre de lait)

Recette	Lait	Amidon modifié	Sucre	Ferments lactiques	Sucre stévia	Sirop de myrte
Yaourt Nature	1 Litre	1 g	100 g	0.03 g	/	/
Yaourt additionné de sucre stévia	1 Litre	1 g	/	0.03 g	33g	/
Yaourt additionné de sirop de myrte (stévia)	1 Litre	1 g	/	0.03 g	/	66 g

Remarque : L'addition de différents ingrédients intervient soit avant la fermentation pour les yaourts fermes (arômes, colorants) soit après la fermentation par l'addition de préparation de fruits pour les yaourts brassés (Béal et Sodini, 2003).

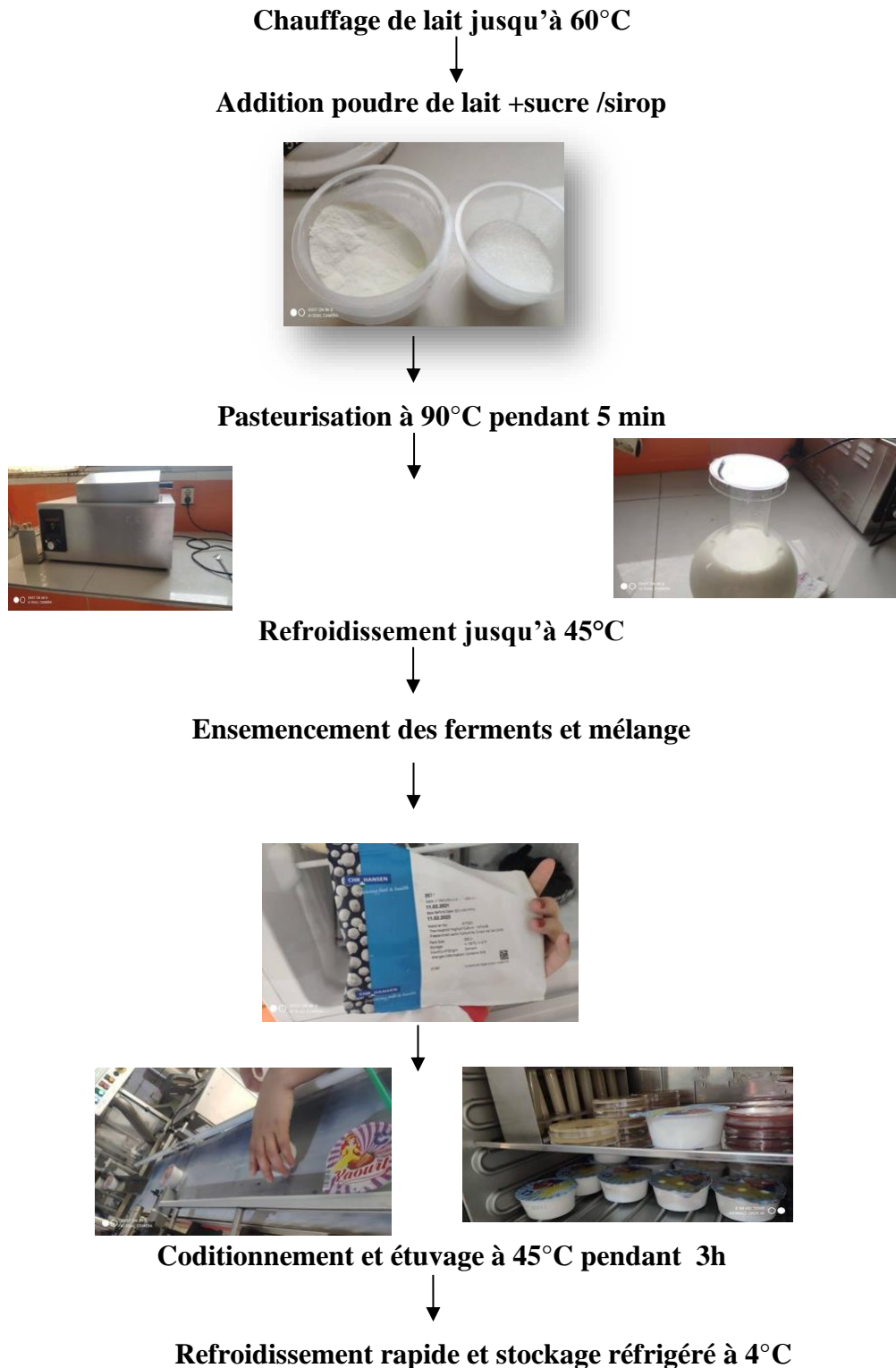


Figure 16. Diagramme de fabrication de yaourt (Tlili, 2023)

3.3 Détermination des paramètres de qualité du produit fini

Les yaourts produits ont subi alors une batterie d'analyses physicochimique, microbiologique et sensorielle.

3.3.1 Qualité physicochimique

a) pH

Le pH du yaourt a été mesuré en plongeant l'électrode du pH-mètre (de marque *Hanna*) dans un bécher contenant le yaourt. La valeur du pH est directement lue sur l'écran du pH-mètre.

b) Mesure de l'acidité titrable

Cette analyse a pour but de doser l'acide lactique du yaourt produit au cours de la fermentation. Le principe est basé sur la titration d'une quantité du yaourt avec de la soude (0.1N) et en présence d'un indicateur de couleur (phénolphthaléine). L'acidité est exprimée en degré Dornic et exprimée comme suit :

$$AT = V' \cdot 10$$

Où : **AT** : acidité titrable,
V' : le volume en millilitre de la solution NaOH versé.

c) Mesure de l'extrait sec total (EST)

Le principe de la mesure se base sur la pesée d'une quantité du yaourt avant et après séchage à l'étuve ($103 \pm 2^\circ\text{C}$). La mesure en EST a été déterminée selon la formule suivante :

$$EST\% = (M_1 - M_2 / M_0) \times 100$$

Où : **M₁**: Masse de la capsule + matière fraîche après étuvage (g).
M₂: Masse de la capsule vide (g).
M₀ : Masse de la prise d'essai (g).

d) Mesure de la synérèse

Les échantillons de yaourt préparés sont placés dans des pots de 50 mL et stockés à 4 °C. Le volume de sérum séparé à la surface du yaourt est déterminé après 15 et 21 jours de stockage (**Koksoy et Kilic, 2004**).

3.3.2 Qualité microbiologique

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer que les yaourts préparés présentent une qualité hygiénique et commerciale supérieure. Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'entreprise Edough – Annaba. Le Tableau 3 résume l'ensemble de germes recherchés et dénombrés.

Tableau 3. Représentation simplifiée des germes recherchés

Germes recherchés	Milieux utilisés	T°C d'incubation	Durée d'incubation
Coliformes Totaux	gélose désoxycholate	30 à 37°C	24h
Coliformes Fécaux	gélose désoxycholate	44 °C	48h
<i>Staphylococcus aureus</i>	milieu Chapman	35-37°C	24 à 48h
FTAM	gélose (PCA).	30°C	48 à 72h

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile

3.3.3 Evaluation sensorielle

a) Règles générales de la conduite de la dégustation

- Le nombre de dégustation est de 10 ;
- Chaque étape de dégustation prend une minute ;
- L'évaluation a été effectuée à une température ambiante.

b) Présentation des échantillons

- Tous les échantillons ont été enlevés du réfrigérateur 1 heure avant le début de la séance de la dégustation ;
- La gamme d'échantillons est servie à une température allant de 10 à 12°C ;
- Chaque yaourt est présenté dans un contenant plastique de 50 g et codé par une lettre (A, B ou C) pour garder l'anonymat ;
- Les échantillons sont présentés dans un ordre différent d'un sujet à un autre.

c) Séance de travail

- Le test de dégustation a été réalisé au niveau de l'entreprise de l'Edough- Annaba. Dans le but d'obtenir une meilleure sensibilité des dégustateurs, la séance de travail est organisée entre 9 heures et 11 heures, la matinée ;
- Le groupe de panelistes est constitué de dix personnes faisant parti du personnel du laboratoire et de production de l'entreprise de l'Edough dont la tranche d'âge est entre 28 et 56ans. Les dégustateurs ont été appelés à évaluer les yaourts préparés par rapport à leur texture, couleur, goût, odeur et viscosité. Chaque paramètre testé est évalué par une note, selon une échelle métrique de cinq points :
 - **1 point** : N'aime pas du tout ;
 - **2 point** : N'aime pas beaucoup ;
 - **3 point** : Indifférent ;

- **4point** : Aime un peu ;
- **5point** : Aime beaucoup.

-Pour garder la sensibilité constante, les dégustateurs se rinceront la bouche avec soin du début de la séance et après chaque dégustation ;

-Afin d'éviter les phénomènes de saturation, des petites quantités de chaque échantillon suffisent pour évaluer les paramètres recherchés ;

-Toutes les épreuves se sont déroulées en notre présence pour donner plus d'explications, ainsi que pour s'assurer du bon déroulement de la séance.

d) Recueil et traitement statistiques des résultats

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche ou questionnaire remplie par chaque dégustateur.

Remarques :

- 1. Il est à noter que les analyses physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques sont effectuées durant 21 jours, la durée de conservation des yaourts produits avec un pas de temps de 7 jours ;*
- 2. La mesure du taux de l'extrait sec total n'a été mesuré que sur les yaourts fraîchement produits (J0) et le dernier jour du stockage (J21).*

4. Analyse statistique

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écart type ($n = 3$) calculés avec Microsoft Office Excel 2007. L'analyse de la variance, ANOVA est utilisée afin de mettre en évidence des différences significatives entre les yaourts produits au seuil de probabilité de $p < 0.05$. L'ANOVA a été réalisé avec le Logiciel Minitab.

Chapitre II.

Résultat & Discussion



Chapitre II. Résultats & Discussion

Dans ce travail, un sirop à base du myrte et du sucre (cristallisé et stévia) a été préparé et sa qualité physico-chimiques et microbiologique a été évaluée. L'un des sirop (au sucre stévia) ainsi que le sucre stévia ont été utilisés comme agents aromatisant et sucrant pour développer du yaourt. Les qualités physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques des produits mis au point ont été évaluées.

1. Caractérisation des matières premières

1.1 Qualité physicochimique du sirop de myrte

La détermination des propriétés physicochimiques des deux types de sirop à base du myrte a donné les résultats mentionnés dans le tableau suivant.

Tableau 4. Caractéristiques physicochimiques des sirops de myrte

Paramètre	Sirop au sucre cristallisé	Sirop à la stévia
Ph	5.00 ± 0.00	4.9 ± 0.1
Acidité (g/100g)	0.19 ± 0.02	0.15 ± 0.05
Taux de cendre (%)	6.07 ± 2.54	4.23 ± 0.00
Taux de matière organique (%)	93.93 ± 2.54	95.76 ± 0.00
Teneur en eau (humidité) (%)	30.87 ± 0.08	75.27 ± 0.47
Matière sèche (%)	69.13 ± 0.08	24.73 ± 0.47
Conductivité (mS/cm)	0.2 ± 0.1	0.10 ± 0.00
Le degré Brix (°Brix)	62.14 ± 0.13	22.47 ± 0.90

Les résultats sont présentés sous forme d'une moyenne de trois essais ± Écart type

1.1.1 pH

D'après les résultats du Tableau 4, il a été remarqué que les deux sirops ont présenté des valeurs de pH assez proches de 5.00 et de 4.9 pour les sirops au sucre cristallisé et à la stévia, respectivement. Donc, les sirops ont montré des pH qu'on peut considérer acide. Il est connu que le pH est l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Ainsi, un pH entre de 3 à 6 est très agréable pour la multiplication de certain microorganisme tel que levure et moisissures (Amellal, 2007). Le résultat de la présente étude est identique au pH trouvé par Mobli et al. (2016) sur le sirop du myrte (préparé avec du sucre cristallisé) qui était de 5.00 même après trois mois de stockage.

1.1.2 Acidité titrable

L'acidité titrable est une mesure de la concentration totale d'acide, exprimée en pourcentage ou g par 100 g de sirop. Le taux d'acidité enregistré pour les deux sirops étaient proches avec des valeurs respectives de 0.19 % et de 0.15 % pour le sirop au sucre et le sirop à la stévia (Tableau 4). Ces taux étaient inférieurs à l'acidité du sirop préparé à partir de fruits de grenade sauvage (*Punica granatum* L.) qui était de l'ordre de 1.80 % (Thakur et al., 2018) et à celle du sirop de Mûrier (*Morus alba* L.) analysé par Hamid et al. (2017) qui ont noté une acidité de 1.60 % et qui tendais à diminuer au cours du stockage. Ces différences enregistrées dans le taux d'acidité entre le sirop étudié par rapport aux résultats rapportés dans la bibliographie peuvent être dues à la différence entre la nature des fruits utilisés, la méthode de préparation et même le taux et la nature du sucre rajouté. Le faible taux d'acidité noté pour le sirop fait à base de la stévia pourrait être due à la copolymérisation des acides organiques du myrte avec le noyau stéviol (partie aglycone) de la stévia, les stéviols glycosides et les acides aminés.

1.1.3 Taux de cendre et de matière organique (MO)

Les cendres représentent la matière minérale contenue dans une matrice alimentaire. Les résultats obtenus (Tableau 4) ont montré que le taux de cendre était supérieur dans le sirop au sucre cristallisé (6.07 %) que dans le sirop à la stévia (4.23 %). Cette différence peut s'expliquer éventuellement par le fait que le sucre cristallisé à apporter plus de minéraux que la stévia, ce qui a contribué à élever leur taux dans le sirop au sucre. Il n'existe dans la bibliographie des données concernant le taux de cendre de sirop de myrte. Toutefois, les résultats de la présente étude sont supérieurs à ceux rapportés par Adzinyo et al. (2015) qui ont noté une teneur en cendre de 2.19 % sur le sirop fait à partir de rône (fruit du rônier). Le sirop de sucre cristallisé contient un taux de matière organique de 93.93%. tandis que le sirop à la stévia contient un taux de matière organique de 95.76% Cela suggère que les deux sirops contiennent une quantité élevée de composés organiques. Cependant, il est important de noter que la composition des matières organiques peut varier entre les deux sirops. Par exemple, le sirop de sucre cristallisé contiendra principalement des sucres et des acides organiques dérivés du sucre, tandis que le sirop à la stévia contiendra principalement des glycosides de stéviol, qui sont les composants sucrés de la plante stévia.

1.1.4 Conductivité

C'est la mesure de la teneur en sels solubles du produit. Ces minéraux responsables de la conductivité sont des substances essentielles pour le bon fonctionnement de l'organisme. Les résultats ont montré le sirop à base du sucre était plus minéralisée (0.2 mS/cm) que le sirop à

base de stévia qui affiché une conductivité de 0.10 mS/cm. Ceci signifie que le sirop à base de stévia est un produit faiblement minéralisé, ce qui concorde avec les teneurs en cendres trouvées. La conductivité électrique est liée à la teneur en matière ionisable dans la matière minérale en constituant l'essentiel. Elle dépend de la nature des ions dissous et leur concentration (**Rejsek, 2002**).

1.1.5 Teneur en eau en sirops

La teneur en eau est d'une grande importance pour les propriétés technologiques, microbiologiques et nutritionnelles des aliments et affecte également les aspects réglementaires et économiques. La détermination de la teneur en eau est donc l'une des analyses les plus courantes dans l'industrie agroalimentaire. Une différence considérable entre les teneurs en eau de sirop de myrte au sucre stévia qui a présenté le taux d'humidité le plus élevé avec une valeur de 75.27 %, et du sirop au sucre qui a affiché un taux d'humidité de 30.87 %. Cette teneur témoigne d'une plus grande stabilité du sirop au sucre contre les risques d'altération au cours de la conservation, notamment microbiologiques par rapport au sirop à la stévia ; puisque la plupart des micro-organismes d'altération survivent, se développent et se multiplient à des niveaux d'humidité plus élevés. Dans l'étude de **Al-Farsi et al. (2004)** porté sur le sirop de date préparé à partir de trois différentes variétés (Mabseeli, Um-Sellah et Shahal), la teneur en eau a varié entre 20.56 et 34.33 %.

1.1.6 Teneur en matière sèche

Quant à la matière sèche, celle-ci est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré de matières organiques et minérales des sirops, les résultats obtenus dans la présente étude ont montré que le taux de la matière sèche de sirop au sucre était plus important de 69.13 % contre 24.73 % dans le sirop à la stévia. Ceci peut s'expliquer en partie par le taux de matières minérales du sirop au sucre qui a contribué à augmenter le taux de matières sèche totale dans le produit. Le taux de matières sèches a varié entre 75.65 % et 80.34 % pour le sirop de date préparé par différents méthodes (Bain-marie rotavapeur et micro-ondes) (**El-Nagga & Abd El-Tawab, 2012**), valeurs élevées par rapport aux résultats de la présente étude.

1.1.7 Degré Brix (°Brix)

Le taux de matière sèche soluble ou le taux de solide totaux soluble est représenté par le degré Brix (°Brix). Les résultats ont montré que le sirop à la stévia est nettement plus fluide donc moins visqueux avec un taux de °Brix de 22.47 % que le sirop témoin (au sucre) qui était plus visqueux avec une structure plus épaisse ayant enregistré un taux de °Brix de 62.14 %. Ce qui a

fait que la teneur en eau était moins élevée dans ce dernier. D'après **Andrea et al. (2016)**, le sirop de dattes peut être concentré de 18 à 72° Brix (1° Brix correspond à 1 gramme de sucre dans 100 grammes de solution), alors que le sirop de la caroube est concentré à 66.5 °Brix. Il est à noter, qu'il n'existe pas dans la bibliographie de données concernant le sirop de myrte, c'est la raison pour laquelle, les comparaisons des résultats ont été faites par rapport à d'autres sirops élaborés avec d'autres fruits.

1.2 Qualité microbiologique du sirop de myrte

Les sirops de myrte ont été soumis à des analyses microbiologique, pour déterminer leur qualité hygiénique. Ces analyses ont été effectuées à un sirop frais et stocké à 4°C pendant 6h avant l'analyse. Dans ce travail, nous avons recherché de coliforme fécaux, coliformes totaux, levure et moisissure. Après une incubation de 24h pour les coliformes et 7 jours pour les levures et moisissures aucun développement de colonie n'a été observé pour tous les germes dénombré et recherché. Cela témoigne d'une qualité hygiénique supérieure des sirops préparés et que les produits sont sains et sans risques pour la santé humaine. Les résultats de la présente étude ne sont pas an accord avec ceux rapportés par **Mimouni et al. (2014)** sur le sirop de datte.



Figure 17. Analyse microbiologique des sirops : à gauche : absence de levure et moisissure ; à droite : absence de coliforme totaux et fécaux (**Tlili, 2023**)

1.3 Qualité du lait de vache

Le lait utilisé dans la préparation des yaourts a subi quelques analyses physico-chimiques de contrôle afin de confirmer sa qualité et les résultats sont rassemblés dans le Tableau 5.

Tableau 5. Qualité physicochimique du lait utilisé

Paramètre	Lait de vache
EST(g/L)	113.34
ESD (g/L)	64.1935
Ph	6.43
Acidité (°D)	18
MG (%)	15
Densité	1028
Température de réception (°C)	23

EST : Extrait sec total ; ESD : Extrait sec dégraissé ; MG : Matière grasse

Le lait de vache utilisé était partiellement écrémé, ce qui a été confirmé d'après le taux de matière grasse mesuré par la méthode de Gerber qui était de 15 g/L. Le lait est conforme aux normes interne de l'entreprise en termes de sa densité (1028), son acidité (18 °D) et son pH de 6.43. Le taux d'extrait sec total (EST) trouvé, peut être justifié par le fait que le lait de vache utilisé est un lait reconstitué, donc le taux d'EST est fixé au départ.

2. Produits finis (Yaourts)

Les yaourts produits ont subi une série d'analyse quant à leur qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique. Les résultats obtenus sont discutés dans ce qui suit.

2.1 Qualité physicochimique

La qualité physicochimique des yaourts a été déterminée par la mesure du pH, de l'acidité et de l'EST pendant toute la durée de stockage du produit estimée à 21 jours. Les résultats sont montrés dans la Figure 18.

2.1.1 pH

L'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière est la production d'acide lactique qui est un acide organique permettant de préserver la matière sèche du lait et d'agir comme coagulant et antimicrobien. Cette production d'acide lactique s'accompagne par des changements de pH du produit. D'après les résultats obtenus, il s'avère que le pH des différents yaourts a varié entre 4.89 et 5.32. D'après la Figure 18a, le pH des trois yaourts tend à diminuer au cours du stockage avec des pourcentage respectifs de 16.95 %, 18.11 et 14.10% pour les échantillons A, B et C. Cette diminution peut s'expliquer par la progression de la fermentation au cours du stockage. Des changements similaires du pH pendant le stockage du yaourt ont été observé par **El-Nagga et Abd El-Tawab, (2012)**, qui ont enregistré un pH de 4.76 à J0 et 4.18 après 21 jours de stockage dans le yaourt "Zabady" additionné de 2% du sirop de datte "Dibs". La même tendance de minution du pH a été rapportée par **Mangia et al. (2014)** sur le yaourt au lait de chèvre incorporé du jus et du sirop de myrte. Néanmoins, il s'avère que l'addition du sirop de myrte a affecté le pH où il a été remarqué que le yaourt additionné du sirop de myrte était l'échantillon qui a montré le pH le plus faible durant toutes les journées d'analyse J0, J7, J14 et J21 avec des pHs de 5.19, 5.05, 4.89 et 4.25, respectivement.

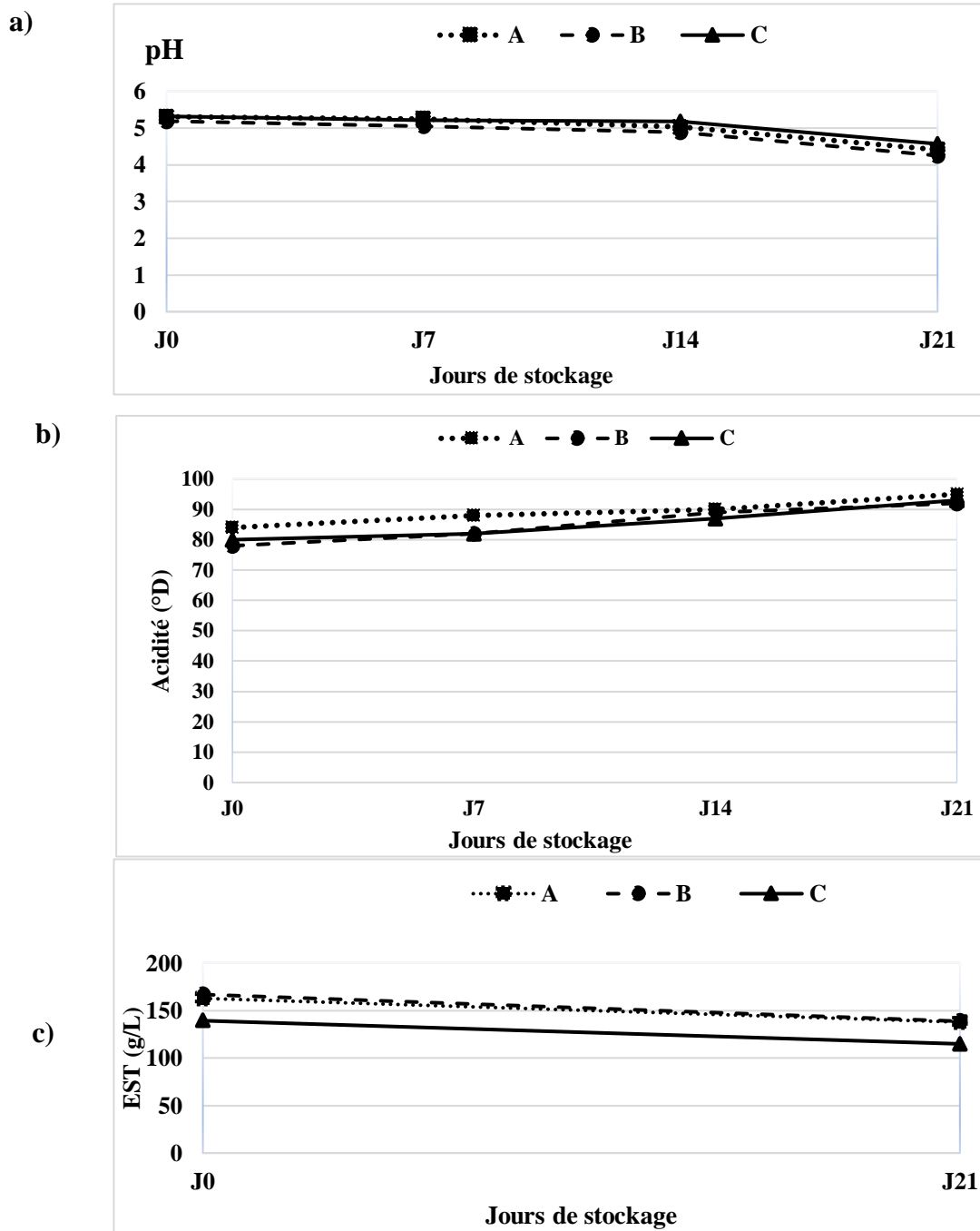


Figure 18. Evolution du pH (a) ; Acidité (b) et EST (c) des trois yaourts produits au cours du stockage

A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré ; EST : Extrait Sec Total.

2.1.2 Acidité

Le Dornic (°D) est l'expression conventionnelle de l'acidité dans le yaourt. L'acidité normale du yaourt est comprise entre 75 et 100°D. D'après les résultats illustrés dans la Figure - 18b, on observe une augmentation de l'acidité initiales J0 jusqu'à J21 de trois types de yaourt A (de 84 à 95°D), B (de 78 à 92°D) et C (de 80 à 93°D) montrant ainsi des taux d'augmentation de 13.10, 17.95 et 16.25 % pour les échantillons A, B et C, respectivement. Des augmentations de

l'acidité du yaourt au cours du stockage ont également été rapportées par **Mangia et al. (2014)** qui ont enregistré une acidité de 0.77 % dans le yaourt à J0 et de 1.25 % après 30 jours de stockage. Cette augmentation est due à l'augmentation de la production de l'acide lactique à cause d'une activité fermentative des bactéries lactiques qui continue même à faible température au cours du stockage. Généralement, durant la période de post acidification du premier jusqu'aux 21^{ème} jours de stockage, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est inversement proportionnelle à celle du pH.

2.1.3 Mesure de l'extrait sec total (EST)

La fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon représente la matière sèche. Elle est exprimée en % ou en g/L. D'après la Figure 18c, il est clair que le taux de la matière sèche des yaourts tend à diminuer de J0 où des valeurs de 162.73, 166.82 et 139.26 g/L ont été enregistré dans les échantillons A, B et C, respectivement à J21 où des valeurs respectives de 137.77, 138.62 et 114.83 g/L ont été enregistré dans les échantillons A, B et C. Ainsi, des taux de diminution de 15.34, 16.90 et 17.54 %. Une situation inverse a été observée par **Mangia et al. (2014)** où une augmentation du taux de l'EST a été notée dans le yaourt additionné de sirop de myrte (de 16.86 à 16.90 % de J0 à J30, respectivement). La différence enregistrée entre l'EST des trois yaourts, peut probablement être expliquée par la teneur initiale des matières premières en MG et en ESD.

2.2 Synérèse

La séparation du sérum dans un lait fermenté, notamment le yaourt est appelé synérèse. La quantité du sérum obtenu (la synérèse) à la surface des yaourts fabriqués après 14 et 21 jours de stockage est représentée dans la Figure 19.

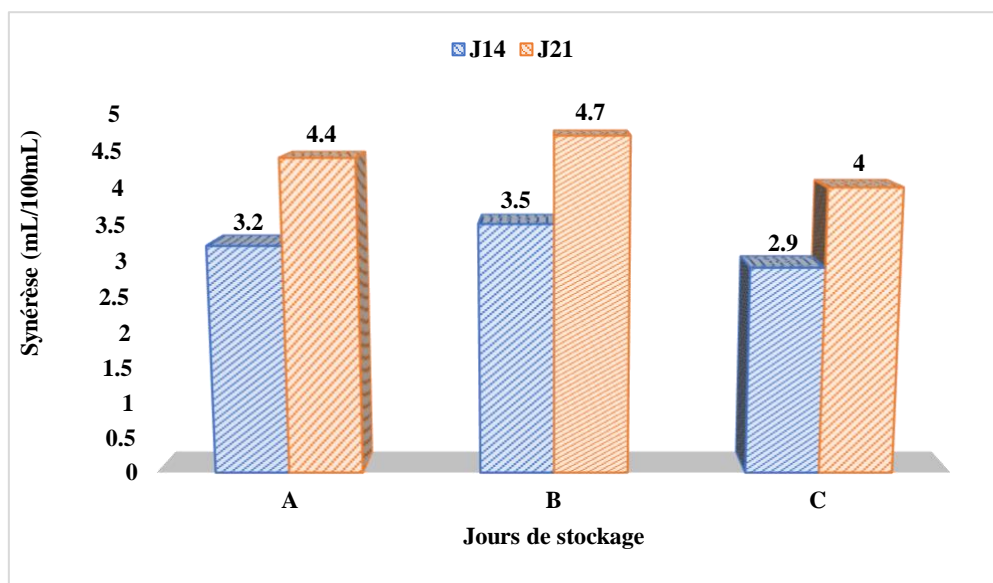


Figure 19. Taux de synérèse des différents yaourts fabriqués.

A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que le taux de synérèse était plus important dans l'échantillon du yaourt "B" avec des valeurs de 3.5 et 4.7 mL/100mL pendant J14 et J21, respectivement. En revanche, ces taux étaient de 3.2 et 4.4 mL/100mL dans A et de 2.9 et 4 mL/100mL dans le yaourt témoin (échantillon C) pendant J14 et J21, respectivement. La synérèse tend à croître du quatorzième au vingt et unième jour de stockage de 37.5, 34.29 et 37.93 % pour les yaourts incorporés de la stévia, du sirop de myrte et pour le yaourt témoin, respectivement. Le taux de synérèse élevé dans l'échantillon B peut s'expliquer par l'effet de dilution lors de l'ajout du sirop de myrte. Néanmoins, il est clair que la substitution du sucre cristallisé par le sucre stévia et par le sirop du myrte à la stévia à engendrer une augmentation de la synérèse, ce qui n'est pas souhaitable dans un milieu tel le yaourt puisque le lactosérum constitue un milieu de développement, par excellence, pour les bactéries.

2.3 Qualité microbiologique

Les résultats de l'analyse microbiologique des échantillons du yaourt sont représentés dans le Tableau 6. D'après le contrôle microbiologique des échantillons du yaourt préparé (A, B et C), il s'avère que :

- ❖ La flore totale aérobie mésophile (FTAM) est absente dans les trois types du yaourt produit c-à-d que les yaourts sont de qualité très satisfaisante d'après les normes du journal officiel de 1998 appliqués dans l'entreprise ;

- ❖ Les coliformes totaux et fécaux sont totalement absents dans les trois types de yaourts produits, cela signifie que les règles d'hygiène ont été bien respectées lors de la fabrication ;
- ❖ La même constatation a été faite quant aux levures et des moisissures, qui étaient absentes dans les yaourts produits et ce jusqu'à la fin du stockage (21 jours de stockage) ; ce qui en témoigne, encore une fois, du respect des bonnes pratiques d'hygiène et d'un traitement thermique efficace ;
- ❖ Enfin, il a été observé l'absence de la flore pathogène en termes de *Staphylococcus aureus* et de Salmonelles, ce qui représente un gage pour la protection de la santé et sécurité du consommateur.
- ❖ Durant J28, on a observé l'apparition de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) dans le yaourt témoins avec une charge de 2.5 ufc/g. Cette charge était dans la norme standard préconisé par la réglementation algérienne (JORA, 1998)

Tableau 6. Résultats d'analyses microbiologiques du yaourt fabriqué

Germes recherchés	Type de produit	Durée de conservation (jours)					Norme du J.O.R.A
		J0	J7	J14	J21	J28	
Coliformes totaux	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10/g
	B						
	C						
Coliformes fécaux	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1/g
	B						
	C						
<i>Staphylococcus aureus</i>	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10/g
	B						
	C						
<i>Salmonella</i>	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence dans 25 g du produit
	B						
	C						
Flore total aérobie mésophile	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	< 10 ²
	B					Abs	
	C					2.5ufc/ml	
Levures et moisissures	A	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Levures : 10 ² Moisissure : Absence
	B						
	C						

A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

2.4 Analyse sensorielle (test de dégustation)

La qualité organoleptique joue un rôle très important dans la valeur commerciale de tout produit alimentaire. L'analyse sensorielle a pour but de décrire les caractéristiques

organoleptiques des produits de façon subjective selon des critères bien définis ; texture, couleur, goût, odeur et viscosité. Cette analyse a été réalisée à travers un test de dégustation des yaourts par un panel semi-entraînés constitué par 10 individus de la laiterie Edough.

2.4.1 Qualité sensorielle des échantillons de yaourt durant les différentes journées d'analyse

→ *Evaluation des laits fermentés fraîchement produits (J0)*

D'après les résultats obtenus (Fig.20), il paraît qu'il n'existe pas de différences significatives ($p > 0.05$) entre les différents yaourts produits pour tous les attributs étudiés, à l'exception de la texture. En effet, les dégustateurs ont beaucoup plus préféré la texture du yaourt nature, avec un score très élevé de 4.8, contrairement aux deux autres échantillons qui ont présenté le même score de 3.5. De manière générale, il a été constaté que les dégustateurs ont attribué des scores qui ont varié entre 3.5 et 4.8 ce qui veut dire que pratiquement, les trois échantillons du yaourt ont été plus ou moins appréciés du moins pour l'un des attributs évalués et que l'échantillon "C" a reçu les notes les plus élevées en comparaison avec les deux autres échantillons.

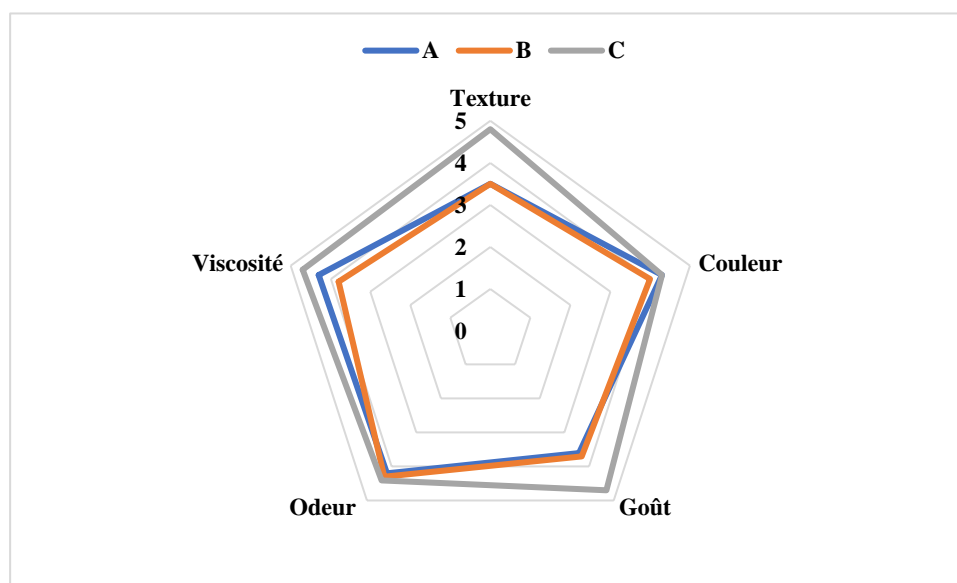


Figure 20. Attributs sensoriels des yaourts fraîchement produits

A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

Ainsi et selon les scores moyens obtenus pour les différents attributs sensoriels et l'étude statistique réalisée, les yaourts frais peuvent être classés comme suit :

Selon la texture : C > A- B ;

Selon la couleur : A - C > B ;

Selon le goût : C > B > A ;

Selon l'odeur : C > B > A ;

Selon la viscosité : C > A > B .

→ *Evaluation des laits fermentés après 7 jours de stockage réfrigéré (J7)*

Différemment à l'évaluation de J0 (Fig. 21), la seule différence significative ($p < 0.05$) a été enregistré uniquement pour l'odeur, où le yaourt nature sucré au sucre cristallisé (échantillon C) a reçu la note la plus élevée de 4.9. Cependant, aucune différence significative ($p > 0.05$) n'a été enregistrée pour la texture, la couleur, le goût et la viscosité, mais il reste à dire que l'échantillon "C" a reçu les scores les plus considérables de 4.7, 4.7, 4.8 et 4.8, respectivement. Il a été noté que les scores attribués étaient aussi importants que ceux enregistrés pendant J0. En effet, les scores ont varié entre 3.6 et 4.9, témoignant que les dégustateurs ont pratiquement apprécié tous les échantillons du yaourt.

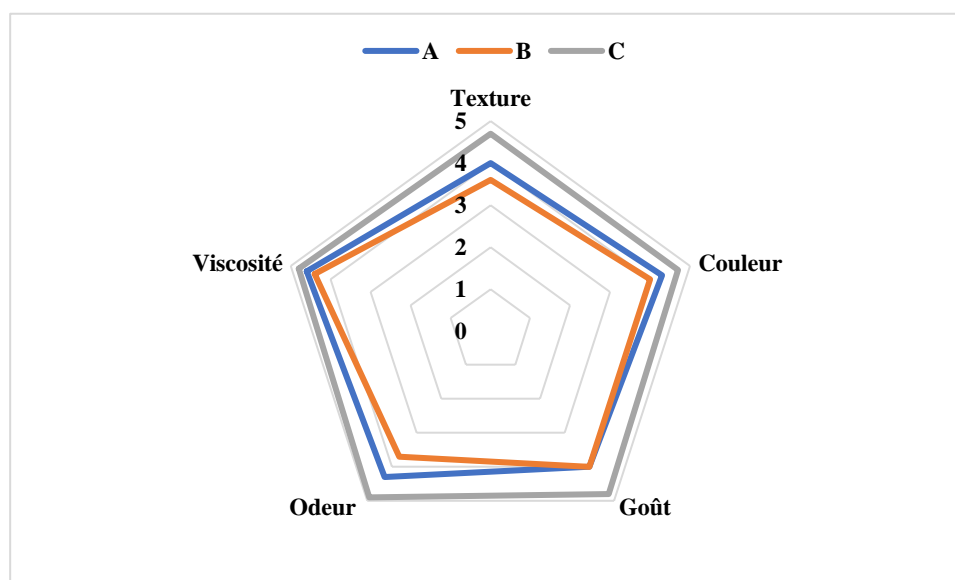


Figure.21 Attributs sensoriels des yaourts après 7 jours de stockage réfrigéré
A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

Ainsi et selon les scores moyens obtenus pour les différents attributs sensoriels et l'étude statistique réalisée, les yaourts, après 7 jours de stockage, peuvent être classés comme suit :

Selon la texture : A - B - C ;

Selon la couleur : A - B - C ;

Selon le goût : A - B - C ;

Selon l'odeur : C > A - B ;

Selon la viscosité : A - B - C.

→ *Evaluation des laits fermentés après 14 jours de stockage réfrigéré (J14)*

Comme pour l'évaluation à J7, la seule différence significative ($p < 0.05$) a été enregistrée uniquement pour l'odeur, où le yaourt nature sucré au sucre cristallisé (échantillon C) a reçu la note la plus élevée de 4.6. Aucune différence significative ($p > 0.05$) n'a été notée entre les autres attributs sensoriels (la texture, la couleur, le goût et la viscosité). Néanmoins, il a été observé que l'échantillon témoin "C" a reçu les scores les plus élevés (4.4, 4.5, 4.8 et 4.8, respectivement) en comparaison avec les deux autres yaourts. Toutefois, les scores attribués sont aussi importants que ceux des évaluations précédentes puisque ceux-ci ont varié entre 3.5 et 4.8 indiquant que les dégustateurs ont, en général, apprécié tous les yaourts préparés.

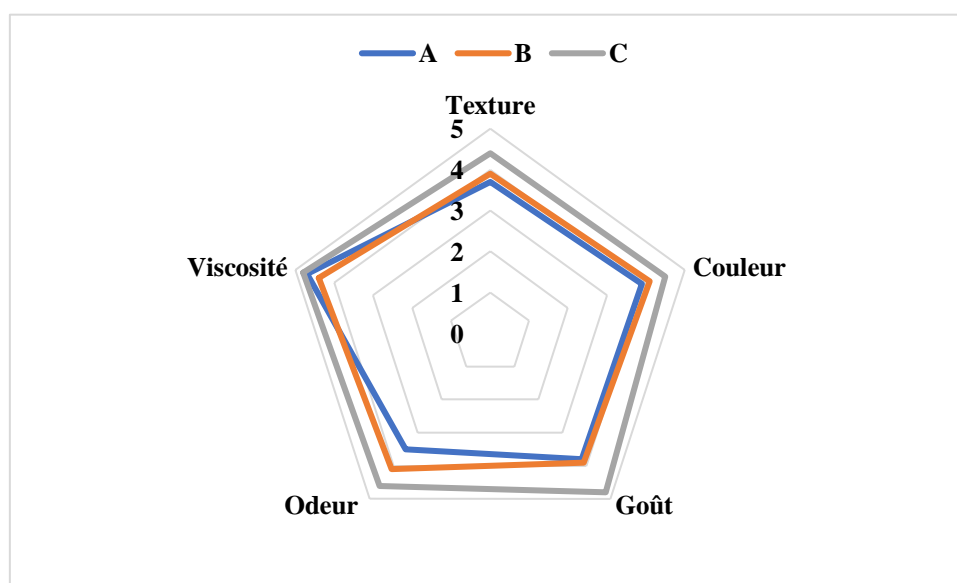


Figure 22 . Attributs sensoriels des yaourts après 14 jours de stockage réfrigéré
 A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

Ainsi et selon les scores moyens obtenus pour les différents attributs sensoriels et l'étude statistique réalisée, les yaourts, après 14 jours de stockage, peuvent être classés comme suit :

Selon la texture : A - B - C ;

Selon la couleur : A - B - C ;

Selon le goût : A - B - C ;

Selon l'odeur : C > A - B ;

Selon la viscosité : A - B - C.

→ *Evaluation des laits fermentés après 14 jours de stockage réfrigéré (J21)*

D'après les résultats obtenus (Fig.23), il a été remarqué qu'aucune différence significative ($p > 0.05$) n'a été enregistrée entre les attributs sensoriels étudiés, à l'exception de la viscosité où les

dégustateurs ont donné la note la plus faible de 2.5 pour l'échantillon témoin "C". Vers la fin du stockage, il a été observé que les dégustateurs ont beaucoup moins apprécié l'échantillon témoin "C" contrairement aux évaluations précédentes (J0, J7 et J14). Dans l'ensemble, l'échantillon "A" a reçu les scores les plus élevés en comparaison aux deux autres yaourts.

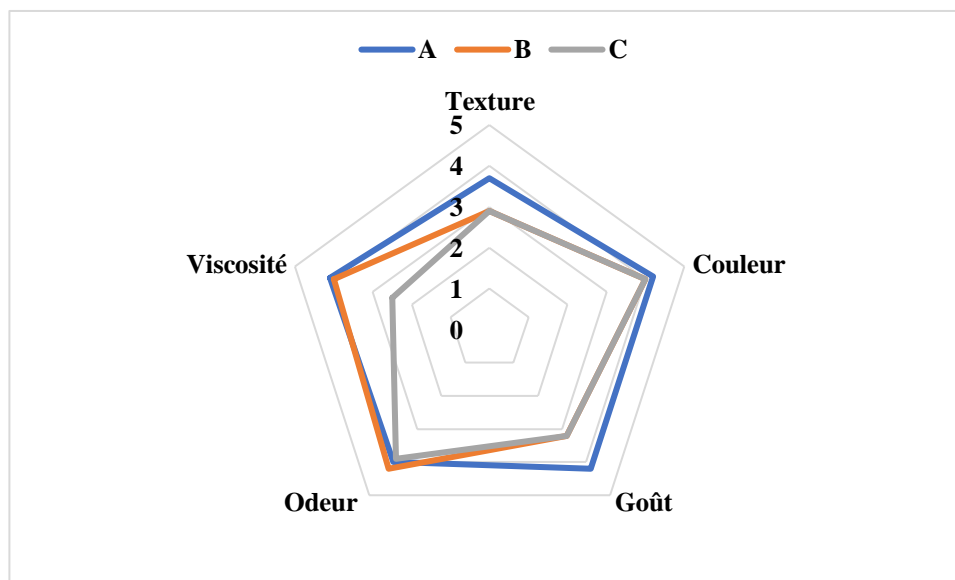


Figure 23. Attributs sensoriels des yaourts après 21 jours de stockage réfrigéré
A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte ; C : Yaourt nature sucré.

Ainsi et selon les scores moyens obtenus pour les différents attributs sensoriels et l'étude statistique réalisée, les yaourts, après 21 jours de stockage, peuvent être classés comme suit :

Selon la texture : A - B - C ;

Selon la couleur : A - B - C ;

Selon le goût : A - B - C ;

Selon l'odeur : A - B - C ;

Selon la viscosité : A - B > C.

Donc, il a été remarqué qu'après 21 jours de stockage le yaourt sucré avec la stévia a été le plus apprécié par les dégustateurs.

2.4.2 L'acceptabilité globale des laits fermentés auprès des consommateurs

Afin de déterminer le produit le plus préféré, il a été demandé aux dégustateurs d'attribuer une note globale (entre 1 et 5, selon qu'ils aiment bien, peu ou pas du tout le produit) pour chaque yaourt et durant chaque jour d'analyse (J0, J7, J14 et J21). Les résultats obtenus sont alors traités statistiquement et représentés sous forme d'histogrammes dans ce qui suit (Fig.24).

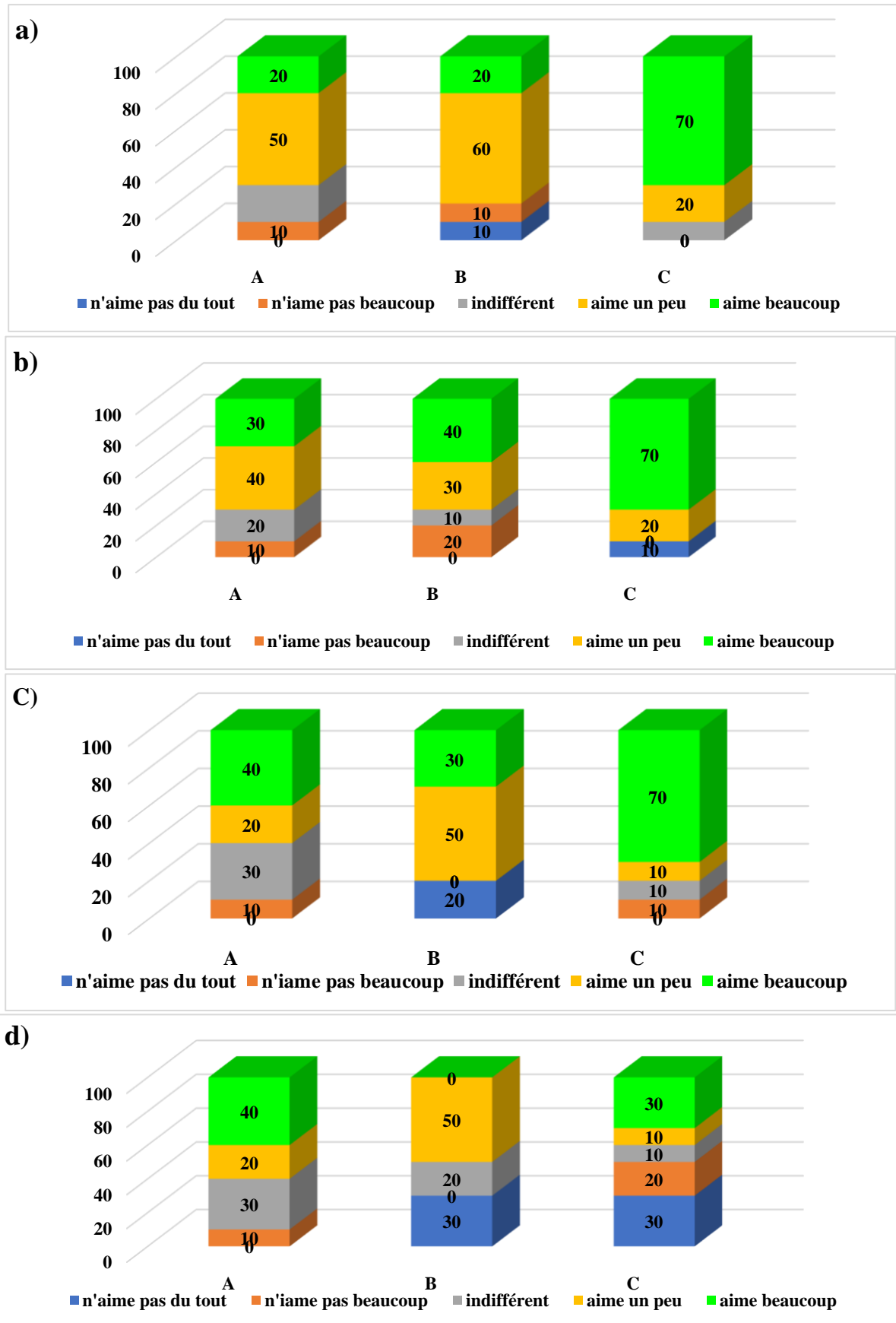


Figure 24. Pourcentage d'appréciation des laits fermentés durant le stockage, a) J0 ; b) J7 ; c) J14 ; d) J21 ; A : Yaourt additionné avec de la stévia ; B : Yaourt du sirop de myrte C : Yaourt nature sucré.

2.4.2.1 Préférence à J0

D'après la Figure 14a et juste après la production (J0), on remarque que l'échantillon "C" de yaourt nature sucré a été le plus apprécié à hauteur de 70 % des dégustateurs qui lui ont attribué la mention "*aime beaucoup*" alors que 20 % de ceux-ci l'ont apprécié un peu. En revanche, les échantillons "B" et "A" ont été "*aimé un peu*" par 60 et 50 % des dégustateurs, respectivement. Aucun des dégustateurs n'a attribué une réponse négative (*n'aime pas du tout* et *n'aime pas beaucoup*) pour le yaourt témoin, alors que 20 et 10 % de ceux-ci l'ont attribué pour les yaourts "B" et "A", respectivement. Cela vient du fait que les dégustateurs ne sont pas habitués à ce type de yaourt (sucré à la stévia et au sirop de myrte). Pour cela, à J0 les laits fermentés peuvent être classés par ordre décroissant, en faisant la somme des pourcentages des dégustateurs ayant donné une réponse positive ("*aime beaucoup*" et "*aime un peu*"), comme suit : **C > B > A.**

2.4.2.2 Préférence à J7

Après une semaine de stockage (Fig. 14b), il a été remarqué que le pourcentage de dégustateurs ayant apprécié beaucoup le produit a augmenté de 20 à 30 % pour le yaourt "A" et de 20 à 40 % pour le yaourt "B". Néanmoins, le yaourt témoin "C" reste le plus apprécié vu que 70 % des dégustateurs lui ont attribué la mention "*aime beaucoup*". Il paraît que les dégustateurs ont commencé à se familiariser avec les nouveaux yaourts mis au point. Pour cela, après 7 jours de stockage et en faisant la somme des pourcentages des dégustateurs ayant donné une réponse positive ("*aime beaucoup*" et "*aime un peu*"), les produits peuvent être classés par ordre décroissant, comme suit : **C > B - A.**

2.4.2.3 Préférence à J14

Après 14 jours du stockage (Fig.24c), le yaourt témoin (l'échantillon "C") a été le plus apprécié vu que 70 % des dégustateurs ont beaucoup aimé cet échantillon. Celui-ci a été suivi de l'échantillon "A" avec un pourcentage de 40 % de dégustateurs, et enfin, l'échantillon "B" avec 30 % des consommateurs qui l'ont beaucoup appréciée. Le total des dégustateurs donnant une réponse positive ("*aime beaucoup*" et "*aime un peu*") était de 80 % pour le "C" et le "B" et de 60 % pour le "A". Là encore, on remarque que les nouveaux yaourts produits ont été bien appréciés par les dégustateurs qui se sont familiarisés avec ces yaourts. Pour cela, après 14 jours de stockage et en faisant la somme des pourcentages des dégustateurs ayant donné une réponse positive ("*aime beaucoup*" et "*aime un peu*"), les produits peuvent être classés par ordre décroissant, comme suit : **C - B > A.**

2.4.2.4 Préférence à J21

Vers la fin du stockage, le pourcentage des dégustateurs ayant beaucoup apprécié (Fig. 24d) le yaourt "A" était de 40 % contre seulement 30 % pour le yaourt témoin "C". En revanche, aucun des dégustateurs n'a beaucoup apprécié le yaourt "B", toutefois, 50 % de ceux-ci l'ont apprécié un peu contre 20 et 10 % pour les échantillons "A" et "C", respectivement. On observe que la fin du stockage est marquée par l'élévation du pourcentage des dégustateurs ayant préféré les nouveaux yaourts produits. La somme des pourcentages des dégustateurs ayant donné une réponse positive ("*aime beaucoup*" et "*aime un peu*") était de 60, 50 et 40 % pour les échantillons "A", "B" et "C", respectivement. Pour cela, les yaourts peuvent être classés par ordre décroissant, comme suit : **A > B > C**. Vers la fin du stockage, c'est plutôt le yaourt sucré à la stévia qui a été le plus apprécié par les dégustateurs.

Conclusion & Perspectives



Conclusion et Perspectives

L'étude réalisée à la laiterie Edough à Annaba nous a permis d'approfondir les connaissances acquises au cours de notre cycle d'étude et nous a amené à acquérir de nombreuses informations et connaissances sur le contrôle de la qualité des produits laitiers, en l'occurrence le yaourt, et de mieux comprendre son processus de production. Ce travail nous a, non seulement permis de recueillir des informations et des résultats sur notre sujet d'étude, mais nous a, également introduit dans le domaine professionnel. De même que pour le travail réalisé sur les sirops, qui nous a permis de comprendre la démarche de contrôle la qualité de ce type de produits.

L'objectif de ce travail était de fabriquer un lait fermenté, yaourt (à base de lait de vache) nature sucré avec le sucre cristallisé et avec d'autres succédanés du sucre, à savoir la stévia et le sirop de myrte à base de la stévia. Les analyses physicochimique (pH, acidité, extrait sec), microbiologique et organoleptique ont été effectuées sur le produit durant toute sa durée de stockage de 21 jours. La synérèse a également été déterminée pendant J14 et J21.

Les résultats de cette étude montrent que :

- Les résultats du contrôle physicochimiques du yaourt, y compris les échantillons substitués en sucre, sont conformes aux normes de l'entreprise avec un pH acceptable qui ne dépasse pas les limites supérieures de la norme ;
- Les trois produits sont conformes aux normes de l'entreprise concernant leur qualité microbiologique ce qui confirme que la matière première (lait) est de bonne qualité sanitaire et hygiénique. Cette conformité est due également au respect des bonnes pratiques d'hygiène au cours de la fabrication et aux conditions d'entreposage des produits. L'application de traitement thermique pour éliminer certains germes spécifiques et aussi les bonnes conditions de stockage de produit fini (yaourt) au cours de la conservation sont tant de facteurs qui ont contribué à une qualité finale irréprochable.
- En se basant sur les préférences globales des dégustateurs, le yaourt nature était le plus apprécié durant J0, J7 et J14. Cependant, vers la fin de stockage, c'est plutôt le yaourt sucré à la stévia qui a été le plus préféré par les dégustateurs.

En conclusion, nous pouvons dire que nous avons pu développer un nouveau produit alimentaire qui peut être considéré comme fonctionnel, du fait de la présence du sucre stévia

connu pour ses effets bénéfiques sur la santé, entre autres son effet hypoglycémiant. De ce fait, ce yaourt représente un produit de choix pour les gens souffrant de diabète.

Afin de compléter ce travail, d'autres prescriptives peuvent être proposées :

- Utiliser de sucre stévia dans d'autres produits non seulement le yaourt pour les diabétiques mais aussi dans d'autres laits fermentés, boissons lactées...etc. et d'évaluer la qualité du produit ;
- Déterminer l'index glycémique des yaourt produits afin de pouvoir les classer en aliment hypo ou hyperglycémiant ;
- Etudier en détails la composition de sucre stévia et de baies de myrte et ses effets thérapeutique notamment antioxydant pour le myrte et produits non calorique pour le sucre stévia ;
- Déterminer la valeur nutritionnelle du yaourt au sucre stévia et au sirop de myrte en comparaison avec celle du yaourt nature.

Références Bibliographique



Références bibliographiques

-A-

Adzinyo, O.A., Kpodo, F.M., Asimah, V.K., and Asante-Dornyinah, D.(2015). Sensory and Physicochemical Characteristics of Naturally Flavoured *Borassus aethiopum* Syrups for Potential Applications in Food Products. *Food Science and Quality Management*, 45: 109 – 113.

Ahmed, M. et Vardar, Y.(1973). Distribution and Plasticity of *Myrtus communis*. *Phyton (Austria)* Vol. 15 Faso. 1-2 145-150 30. 8.

Al-Farsi, M. Alasalvar, C. Al Abid, M., Al-Shoaily, M., Al-Amry, M., and Al-Rawahy, F.(2004). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. p945.

Amellal, H. (2007). Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat spécialité Génie Alimentaire, Université de Boumerdès. Pp 1-131.

Amensour, M., Bouhdid, S., Fernandez Lopez, J., Idaomar, M., Senhaji, N.S. and Abrini, J.(2010). Antibacterial activity of extracts of *Myrtus communis* against foodborne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Properties*, 13, 1215–1224.

Amensour, M., Sendra, E., Abrini, J., Pérez Alvarez, J.A., and Fernández López, J.(2010). Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts. *CyTA—Journal of Food*, 8, 95–101.

Andrea, M., Van den Heuvel, J., and Brouns, F. (2016). Fruit Syrups: Sweet Concentrated Sources. *The World of Food Ingredients*, 44 – 46.

Aydın, C. and Mehmet Musa, Ö.(2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(2), 453–458.

- B -

BIT, ONUDI . (1990). Conservation des fruits à petite échelle, OIT, Genève

Bouhdid S.(2009). Activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles. Application biotechnologique pour l'amélioration de la qualité des boyaux naturels. Thèse pour l'obtention du doctorat en sciences. Université Abdelmalek Essaadi. Faculté des Sciences de Tétouan. Maroc.

Bouzabata A. (2016). Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique myrtle communis L. Thèse de doctorat p –47- .

- C -

Cevat, A., and Mehmet Musa,Ö. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(2), 453–458.

Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (a). (1975).

- D -

Dineel,A.S.,Acikgoz,S.,Cevik,C.,Sengelen,M.,andYesilada,E.(2007). Effects of in vivo antioxidant enzyme activities of myrtle oil in normoglycemic and alloxan diabetic rabbits .*Journal of Ethnopharmacology*,110, 498–503

- E -

El-Nagga, E.A., and Y.A., Abd El-Tawab. (2012). Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science*, 57(1): 29 – 36.

- F -

Franceschini P. (2016). *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée : de sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutiques. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université Victor Segalen Bordeaux 2 U.F.R. Des Sciences Pharmaceutiques, Pp 141.

-G-

Ghazal. A., Saeedeh ,D., and Hossein ,H.(2014). Pharmacological Effects of *Myrtus communis* L. and its Active Constituents p -02-

- H -

Hamid , N. S. ,Thakur, Pradeep ,K., and Abhimanyu T.(2017). Development of Syrup from Mulberry (*Morus alba* L.) and its Quality Evaluation under Ambient and Refrigerated Storage Conditions. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 8(1)(1786):116-121.

Hosseinzadeh, H., Khoshdel, M., & Ghorbani, M. (2011). Antinociceptive ,anti-inflammatory effects and acute toxicity of aqueous and ethanolic extracts of *Myrtus communis* L .aerial parts in mice.*Journal of Acupuncture & Meridian Studies*,4,242–247.

- J -

Jabri, M.A., Marzouki, L., & Sebai, H. (2018a). Ethnobotanical, phytochemical and therapeutic effects of *Myrtus communis* L. berries seeds on gastro-intestinal tract diseases: A review. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 124(5), 390–396

Jabri, M.A., Marzouki, L., & Sebai, H. (2018b). Myrtle berries seeds aqueous extract abrogates chronic alcohol consumption induced erythrocyte osmotic stability disturbance, hematological and biochemical toxicity. *Lipids in Health and Disease*, 17, 94

Jabri, M. A., Rtibi, K., Sakly, M., Marzouki, L., & Sebai, H. (2016). Role of gastrointestinal motility inhibition and antioxidant properties of myrtle berries (*Myrtus communis* L.) juice in diarrhea treatment. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 84, 1937–1944.

Jabri, M.A., Tounsi, H., Rtibi, K., Marzouki, L., Sakly, M., & Sebai, H. (2016). Ameliorative and antioxidant effects of myrtle berry seed (*Myrtus communis*) extract during reflux-induced esophagitis in rats. *Pharmaceutical Biology*, 54, 1575–1585.

J.O.R.A N 35 Mai 1998. Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, p 7.

Journal officiel de la République Algérienne n° 39, 8 Chaoual 1438 correspondant au 2 juillet (2017). Arrêté interministériel relatif aux Critères microbiologiques applicable aux denrées alimentaires.

-K-

Kalachanis .D., and Psaras GK. (2005). Structure and development of the secretory cavities of *Myrtus communis* leaves. *Biologia Plantarum* 49 , , p105-110

Koksoy. A., and Kilic .M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, pp 593-600. Doi:10.1016/j.foodhyd.2003.10.002.

Kim SH., Oh S. (2013). Fermented milk and yogurt. In *milk and dairy products in human nutrition: production, composition and health*. Editor(s): Young W. Park, George F.W. Haenlein, pp. 338-356

- M –

Mahaut M. (2008). Les produits laitiers. 2 ème édition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris.

Mangia ,N ., Marco, A.M., Francesco, F., Anna , N., Pietrino ,D. (2014). Influence of Myrtle Juice and Syrup on Microbiological, Physicochemical and Sensory Features of Goat's Milk

Yogurt Made with Indigenous Starter Culture. Journal of Microbiological and Biochemical Technology, 6(7) 370-374.

MIMOUNI, Y. (2015). Développement de produits diététiques hypoglycémisants à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Kasdi Marbah Ouargla .

- O -

Özcan, M. M., Simsek, S.(2017). Characteristics of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit and oils Journal of Food Safety and Food Quality 2017 Vol.68 No.4 pp.96-100 ref.28.

- R -

REJSEK F. (2002). Analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques. Ed.Dunod, Paris.

-S-

Seliz B., and Ceren G. (2020). Myrtle (*Myrtus communis* L.) and potential health effects. Journal of Pharmaceutical Science, 3(3): 205-214.

Sepici, A., Gurbuz, I., Cevik, C., Yesilada, E. (2004). Studies Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. Journal of Ethnopharmacology, 93, 311–318.

- T -

Thakur N.S., Dhaygude G.S., Hamid, Pradeep K., and Abhimanyu .T. (2018). on Development and Storage Quality Evaluation of Syrup Prepared from Wild Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruits. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2): 538-548.

Tuberoso C-I-G., Rosa, A., Bifulco. E., Melis, M-P., Atzeri, A., Pirisi, F-M., and Dessì M-A. (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. Food Chemistry, p1242-1450.

-Y-

Yvan . et Avramov.(2003). Ces précieuses plantes de Méditerranée. Ed. Edisud. p142-146.

Webographie

<https://onlinelibrary.wiley.com/> The Genus *Myrtus* L. in Algeria: Composition and Biological Aspects of Essential Oils from *M. communis* and *M. nivellei*: A Review.

<https://www.quelleestcetteplante.fr>.

www.ciquial.anses.fr.

<https://www.fao.org/le> lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

<https://www.syndifrais.com>

Annexe



Annexe : Production Scientifique (Attestation)

Benmeziane F, Tlili Abir. 2023. Formulation of a yogurt with added myrtle syrup and impact on the physicochemical, microbiological quality and sensory properties. "The fourth International Antalya Scientific Research and Innovative studies Congress", May, 9 – 10, 2023, Antalya, Türkiye. (Oral presentation).



CERTIFICATE

— OF PARTICIPATION —

This certificate is proudly presented to

Mrs. Tlili Abir

attended the 4th International Antalya Scientific Research and Innovative Studies Congress held on May 9-10, 2023 / Antalya, Türkiye, organised by IKSAD Institute with an oral presentation entitled

"FORMULATION OF A YOGURT WITH ADDED MYRTLE SYRUP AND IMPACT ON THE PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL QUALITY AND SENSORY PROPERTIES"

Dr. Mustafa Latif EMEK
President of IKSAD Institute



www.izdas.org