

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET
BACTERIOLOGIQUE DU BEURRE TRADITIONNEL**

Présenté par

BOUCENNA Zaki

Soutenu le **Date de soutenance**

Présenté devant le jury :

Président :	Dr. MOKRANI D.	MCA	ISV Blida1
Examineur :	Dr. FEKNOUS N.	MCA	ISV Blida 1
Promoteur :	Dr. BAAZIZE-AMMI D.	MCA	ISV Blida 1
Co-Promoteur :	Dr. HEZIL N.	MAA	ISV Blida1

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Tous d'abord, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné la volonté, la santé, la force et le courage pendant toutes les années d'études et surtout pour l'accomplissement de ce travail à terme.

*Je voudrais exprimer mes remerciements les plus vifs à **DR. MOKRANI D.** pour l'honneur qu'il nous a fait de présider le jury malgré ses multiples occupations.*

*Je remercie également **DR. FEKNOUS N.** qui a bien voulu accepter d'examiner ce travail malgré ses nombreuses taches pédagogiques.*

*Au terme de ce travail, il est agréable de présenter mes personnels remerciements les plus sincères à ma promotrice **Dr BAAZIZE-AMMI D.** et ma Co promotrice **Dr HEZIL N.** pour leur encadrement rigoureux et méthodique, leurs judicieux conseils et leur constante disponibilité. Je vous remercie infiniment mesdames ; c'est grâce à leurs compétences et indulgences et leurs gros coups de pouce que ce travail a pu être réalisé.*

*Je tiens à remercier également la directrice de laboratoire **ESSAFA** pour l'ouverture de ses portes et d'avoir mis à ma disposition tout ce dont j'avais besoin. Je remercie tout le personnel du laboratoire pour ses qualités et ses conseils précieux tout au long de la manipulation.*

Je remercie enfin tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin pour la réalisation de ce travail

Résumé

Le beurre traditionnel représente un produit alimentaire à large utilisation dans la pratique culinaire. C'est un produit fermenté à partir du lait cru entier par des méthodes empiriques. Ce produit constitue une part importante de l'alimentation algérienne et représente un patrimoine gastronomique qu'il convient de préserver et de protéger. L'objectif de la présente étude est la réalisation des analyses physico-chimiques (Humidité, Matière grasse, Matière sèche non grasse, Acidité et indice de peroxyde) et bactériologiques afin de vérifier la qualité du beurre traditionnel (Coliformes totaux, *Escherichia coli*, et *Staphylococcus aureus*).

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons montrent la non-conformité de la totalité des paramètres étudiés, à l'exception de la matière sèche non grasse qui ne dépasse pas le seuil d'acceptabilité par rapport aux normes Algériennes.

Concernant les analyses bactériologiques du beurre traditionnel, ils ont révélé la présence des *Staphylococcus aureus* à un taux de 66 %. La présence des coliformes totaux a montré un taux de contamination de 46 % (6/15) et le dénombrement a montré une charge moyenne de 2.78×10^4 UFC/g et l'absence des *Escherichia coli*.

Mots clés : Beurre traditionnel, analyses bactériologiques, analyses physico-chimiques, Matière grasse.

ملخص

الزبدة التقليدية تُعدُّ منتجًا غذائيًا يستخدم على نطاق واسع في الممارسة الطهوية. إنها منتج مخمر مشتق من الحليب الطازج بالكامل باستخدام طرق تجريبية. يشكل هذا المنتج جزءًا هامًا من النظام الغذائي الجزائري ويمثل إرثًا غذائيًا يجب الحفاظ عليه وحمايته. يهدف هذا الدراسة إلى إجراء تحاليل فيزيائية وكيميائية (الرطوبة والدهون والمادة الجافة غير الدهنية والحموضة ومؤشر البيروكسيد) وبكتيريولوجية للتحقق من تشير نتائج التحاليل جودة الزبدة التقليدية (الكوليفورم الكلي والإشريشية كولاي والعنقوديات الذهبية) الفيزيائية والكيميائية للعينات إلى عدم مطابقة جميع المعايير المدروسة، باستثناء المادة الجافة غير الدهنية بالنسبة للتحاليل البكتيريولوجية للزبدة التقليدية، كشفت التي لا تتجاوز حد القبول وفقًا للمعايير الجزائرية عن وجود العنقوديات الذهبية بنسبة 66%. أما وجود الكوليفورم الكلي، فقد أظهر نسبة تلوث قدرها 46% غ/وحدة 2.78×10^4 (6/15) وأظهرت العدو الحمولة المتوسطة للمستعمرات البكتيرية بلغت

وعدم وجود الإشريشية كولاي

الكلمات الرئيسية: الزبدة التقليدية، التحاليل البكتيريولوجية، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، الدهون.

ABSTRACT

Traditional butter represents a widely used food product in culinary practice. It is a fermented product made from raw whole milk using empirical methods. This product constitutes an important part of Algerian cuisine and represents a gastronomic heritage that should be preserved and protected. The objective of this study is to conduct physicochemical analyses (Moisture, Fat Content, Non-Fatty Dry Matter, Acidity, and Peroxide Value) as well as bacteriological analyses to verify the quality of traditional butter (Total Coliforms, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus*).

The results of the physicochemical analyses of the samples show non-compliance with all the parameters studied, except for the non-fatty dry matter, which does not exceed the acceptability threshold according to Algerian standards.

Regarding the bacteriological analyses of traditional butter, they revealed the presence of *Staphylococcus aureus* at a rate of 66%. The presence of total coliforms showed a contamination rate of 46% (6/15), with an average bacterial count of 2.78×10^4 CFU/g, and the absence of *Escherichia coli*.

Keywords: Traditional butter, bacteriological analyses, physicochemical analyses, fat content.

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES ANNEXES

RESUMES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : MATIERE GRASSE DU LAIT	2
1. Globule gras	2
1.1 Composition et structure du globule gras	2
1.2. Sécrétion du globule gras	3
1.3. Facteurs de stabilité des globules gras	4
1.4. Séparation des globules gras	4
2. Composition de la matière grasse	4
2.1 Triglycérides	4
2.2. phospholipides	5
2.3. Acides gras (fraction insaponifiable)	5
CHAPITRE II : TRANSFORMATION DE LA MATIERE GRASSE EN BEURRE	6
1. Composition et structure du beurre	6
2. Procédé de fabrication	7
2.1. Préparation de la crème	9
2.1.1. Maturation de la crème	9
a. Maturation physique	9
b. Maturation biologique	10
2.2. Transformation de la crème en beurre	10
2.2.1. Inversion de phase	10
2.3. Lavage, salage, malaxage	11
2.4. Transport et stockage intermédiaire du beurre	12
2.5. Conditionnement	12
3. Différents types du beurre	12
3.1. Beurre cru	12
3.2. Beurre concentré	13
3.3. Beurre allégé	13

4. Beurre traditionnel en Algérie	13
4.1. Etapes de fabrication	13
4.2 Conservation du beurre traditionnel	14
CHAPITRE III : QUALITE MICROBIOLOGIQUE	15
1. Flore originelle	15
2. Flore de contamination	15
2.1. Flore d'altération	15
2.2. Flore pathogène	16
2.2.1. Bactéries pathogènes	16
3. Action de la flore du beurre	18
3.1. Fermentation homolactique et hétérolactique	18
3.2. Protéolyse	19
PARTIE EXPERIMENTALE	20
PARTIE I : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	20
1. Matériel et méthodes	20
1.1. Matériel	20
1.2. Méthodes	21
1.2.1. Détermination de la teneur de la matière grasse (méthode acido- butyrométrique de Gerber	21
1.2.2. Détermination de l'humidité	21
1.2.3. Détermination de l'indice de peroxyde	22
1.2.4. Détermination d'indice d'acide et acidité	23
2. Résultats	24
3. Discussion	24
PARTIE II : ANALYSES BACTERIOLOGIQUE	27
1. Matériel et méthodes	27
1.1. Matériel	27
1.2. Méthodes	27
1.2.1 Traitement des échantillons et préparation de la solution mère	27
1.2.2. Préparation des dilutions décimales	27
1.2.3. Recherche d' <i>Escherichia coli</i>	27
1.2.4. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	28
2. Résultats	31
3. Discussion	32

Conclusion

33

Liste des références

34

Annexes

LISTE DES FIGURS

Figure 1 : Structure d'un globule de matière grasse	3
Figure 2 : microstructure du beurre	6
Figure 3 : Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par	8
Figure 4 : Photo du beurre et babeurre	14
Figure 5 : Diagramme récapitulatif de la microflore du beurre	15
Figure 6 : échantillons de beurre	20
Figure 7 : Pesée de 5g de beurre dans une vase de verre	22
Figure 8 : Thiosulfate de sodium 0.01N+ Amidon	23
Figure 9 : Boîtes pétries contenant une gélose Mac Conkey pour étalement <i>d'Escherichia coli</i>	29
Figure 10 : test de catalase positif	29
Figure 11 : Etape de coloration de gram et lecture sous microscope optique (x100)	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition pondérale moyenne du beurre	7
Tableau 2 : Principales activités métaboliques microbiennes dans les produits laitiers	19
Tableau 3 : Indications de la prise d'essai des corps gras	24
Tableau 4 : Résultat d'analyses physico-chimique des échantillons de beurre traditionnel	24
Tableau 5 : Résultat d'analyses bactériologique des échantillons de beurre traditionnel	31
Tableau 6 : tableau récapitulatif des analyses	31

INTRODUCTION

Le lait et les produits laitiers traditionnels sont des éléments incontestables du patrimoine culinaire et culturel. Ce ne sont pas de simples ressources économiques, mais des produits à forte valeur culturelle, dont la fabrication évoque un savoir-faire ancestral et témoigne d'une histoire et d'une identité locale (1)

En Algérie, une grande variété de produits laitiers est préparée avec du lait naturellement fermenté. Ils ont joué et jouent encore un rôle majeur dans l'alimentation des populations, en particulier celles des zones rurales. Parmi eux : Lben, Raib, le fromage, le beurre cru et le Smen, sont les plus courants et sont surtout commercialisés dans les circuits informels (2)

En Algérie, le secteur laitier joue un rôle très important dans le secteur agroalimentaire. En effet, il couvre une bonne partie des besoins alimentaire d'une grande partie de la population. Pour sa part, le beurre traditionnel représente un des dérivés du lait largement utilisé par le consommateur pour sa qualité alimentaire et organoleptique.

Les consommateurs doivent être attentifs aux qualités sanitaires du beurre. Ainsi durant la traite la collecte et les différentes étapes de transformation du lait en beurre, il peut subir des modifications des paramètres physico-chimiques et des contaminations microbiologiques pouvant constituer des risques sanitaires pour les consommateurs.

Dans ce contexte la présente étude a pour objectif l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique du beurre traditionnel vendu au niveau des crémeries.

CHAPITRE 1

MATIERE GRASSE DU LAIT

La matière grasse se compose principalement des triglycérides, des phospholipides et une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de carotène (3). En plus de quelques vitamines. La matière grasse du lait est presque entièrement sous forme de globules, allant de 0,1 μm à 15 μm de diamètre. La distribution des tailles est une caractéristique héréditaire qui varie selon les espèces et les races (4).

1. Globules gras

La matière grasse est sous forme de globules gras (visibles au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) et des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipidoprotéique chargée négativement (5).

1.1. Structure de globule gras

Les globules gras sont sphériques, de dimensions variées d'une espèce à l'autre, (de 0.1 μm à 20 μm .) dans le lait de vache le diamètre moyen est de (4 μm à 5 μm) (6). Ce diamètre diminue du début à la fin de la lactation tandis que le nombre de globules gras augmente et au cours d'une traite, le diamètre augmente ; un globule gras est donc plus gros en fin de traite que de début de lactation. La taille des globules gras est aussi un caractère propre à la race (6). La variabilité de la composition en acides gras (AG) et de la taille des globules gras (GG) de la matière grasse du lait se répercute sur les fabrications beurrières (temps de barattage, pertes de matière grasse dans le babeurre et texture du beurre) (7).

La structure d'un globule gras est hétérogène, en allant du centre à la périphérie, on trouve successivement (8) :

- Une zone de glycéride à bas point de fusion est liquide à température ambiante
- Une zone riche en glycéride à haut point de fusion
- Une zone corticale : la membrane du globule gras joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés. Cette membrane constitue une barrière naturelle contre l'accès de la lipase naturelle du lait ou d'enzymes étrangères reliées. Les enzymes extracellulaires thermorésistantes produites par des bactéries psychotropes qui croissent lors de la réfrigération du lait (Figure 1).

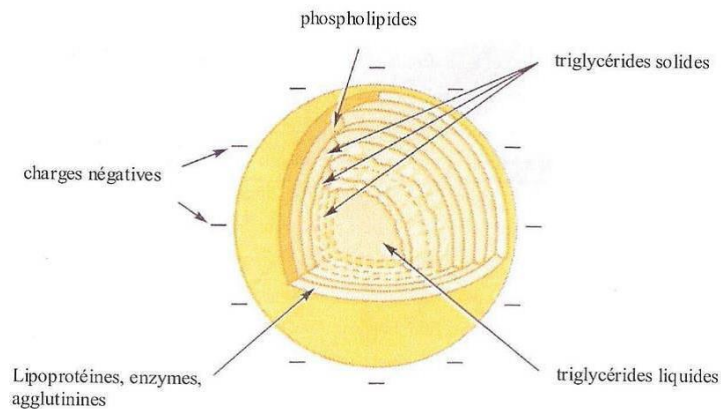


Figure 1 : Structure d'un globule de matière grasse (9)

1.2. Sécrétion du globule gras (GG)

1.3. Facteurs de stabilité des globules gras

L'élaboration des produits laitiers nécessite de prendre en compte les caractéristiques de l'émulsion laitière (diamètre et nature de la membrane des globules gras) qui gouvernent sa stabilité physique, biologique et chimique. Les matières grasses à l'état dispersé, notamment laitières, sont naturellement soumises à des instabilités physiques dont les principales sont l'écumage, la floculation et la coalescence. Par ailleurs, la matière grasse laitière (MGL) présente certaines spécificités telles que l'agglutination à froid et la coalescence partielle des globules gras (GG) qui s'observe sur une large gamme de température, couvrant les températures de stockage des produits laitiers (10)

La lipolyse est une réaction de nature enzymatique qui est catalysée par la lipase. Cette enzyme est naturellement présente dans le lait ou peut être développée par les bactéries. Il dégrade le lait lorsqu'il est en trop grande quantité ou que les globules de matière grasse ont été endommagés (3). Selon le même auteur voici les conditions qui favorisent l'apparition de la rancidité sont :

- Les fluctuations de température.
- Les chocs mécaniques ou la formation de mousse ou le barattage, qui donnent accès aux triglycérides.
- La forte contamination du lait par les bactéries psychotrophe des micro-organismes qui produisent la lipase microbienne.

L'oxydation des matières grasses, qui est la transformation chimique causant le plus important problème en technologie laitière. Elle peut entraîner l'apparition de nombreux goûts. Le goût d'oxydé ou métallique est le défaut le plus courant qui résulte de l'oxydation des phospholipides qui sont, par leur structure chimique et leur situation à la périphérie des globules, les plus sujets à l'oxydation.

Les moyens mis en œuvre pour prévenir cette décomposition consistent à protéger le lait et les produits laitiers de la lumière, notamment par l'utilisation d'emballages opaques, et contre toute contamination en cuivre et en fer. En outre, les antioxydants naturels comme les tocophérols et la vitamine C sont très efficaces pour prévenir l'oxydation des matières grasses (3).

1.4. Séparation des globules gras

La matière grasse peut aussi se présenter sous forme de groupements de globules gras. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse suivant la loi de Stokes (7). L'agitation, le pompage et le refroidissement énergétique entraînent la dislocation des lipoprotéines de la membrane des globules gras vers le sérum et amènent une présence de triglycérides vers la surface. Il se produit alors une contraction du noyau du globule gras causant des fissures qui permettent aux triglycérides liquides de se diriger vers l'extérieur, où ils se répendent à la surface pour former un rassemblement de globules, appelé aussi «graissage» (3)

2. Composition de la matière grasse

2.1. Triglycérides

Les triglycérides représentent 98% de la matière grasse totale de lait, qui correspond à trois molécules d'acides gras estérifiées sur une molécule de glycérol. Les triglycérides sont dits « purs » si les 3 acides gras sont identiques et « mixtes » si au moins un acide gras est différent. La majorité des triglycérides présents dans le lait sont mixte ; le nombre de combinaisons possibles des acides gras dans les molécules de triglycérides est considérable, ce qui fait de la matière grasse du lait une des graisses les plus complexes qu'on connaisse. Puisque la partie du glycérol est identique dans tous les triglycérides, ce sont les acides gras qui leur confèrent leur propriété physicochimique. Ces propriétés varient suivant la composition des acides gras et la composition de ces derniers sur la molécule (3).

2.2. Phospholipides

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse du lait. Ils sont classés comme graisses complexes, se caractérisent par la présence de phosphore dans leurs structures. Ils contiennent de la glycérine ou de la sphingosine associée à un ou deux acides gras et le groupe phosphate auquel est attaché un groupe azoté qui peut être la choline, l'éthanol amine ou la sérine (un acide aminé). Trois types de phospholipides sont distingués : la lécithine, la céphaline et la sphingomyéline (3).

Les deux plus importants phospholipides sont les lécithines et les céphalines. Les deux se composent de glycérol estérifié par deux acides gras et par l'acide phosphorique auquel se rattache un groupement azoté. La caractéristique la plus importante des phospholipides est leur propriété émulsifiante, c'est-à-dire leur capacité d'abaisser la tension ou force interfaciale présente à la surface des globules de matières grasses. Cette tension est provoquée par le caractère hydrophobe des matières grasses, qui les pousse à s'éloigner de l'eau (3)

2.3. Acides gras (fraction insaponifiable)

Les acides gras entrent dans la composition de tous les lipides et constituent 90% de leur masse. Leur nature est variée ; on en compte plusieurs centaines mais une dizaine seulement sont importants par leur quantité dont deux en particulier, l'oléique et le palmitique (11). La matière grasse du lait est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Parmi ceux-ci, la proportion d'acides gras polyinsaturés est faible (3%) (10).

Les acides gras sont constitués d'une chaîne linéaire d'atomes de carbone et d'hydrogène dont le nombre d'atomes de carbone est toujours pair, entre 4 et 32 ; le premier carbone porte la fonction acide ou dite carboxyle. La chaîne de carbone et d'hydrogène leur confère un caractère hydrophobe. Deux caractéristiques importantes des acides gras influent sur leurs propriétés physicochimiques : la présence de doubles liaisons entre les atomes de carbone souvent appelées insaturations, et le nombre d'atomes de carbone (3).

CHAPITRE 2

TRANSFORMATION DE LA MATIERE GRASSE EN BEURRE

Selon le *Codex Alimentarius*, le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait et/ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau dans huile. Il est obtenu par barattage de la crème du lait (12).

1. Composition et structure du Beurre

Le beurre contient environ 80 à 84% de matière grasse, de 14 à 16% d'eau et moins de 2% de matières non grasses. La phase grasse est constituée d'un grand nombre de globules gras intacts intégrés à un ciment de matière grasse liquide. Au sein de ces derniers, on trouve des cristaux de matière grasse solide. L'arrangement et le réseau que les cristaux de matière grasse sont susceptibles de former dans le ciment sont responsables de la fermeté du beurre. Enfin, on trouve également une part non négligeable d'eau dispersée sous forme de petites gouttelettes (1 μm - 25 μm) et intégrée dans la matière grasse (au niveau des membranes des globules gras), et des bulles d'air (>20 μm) (figure 2). Le principal critère d'appréciation de la qualité fonctionnelle du beurre est la tartinabilité. La dureté et la consistance du beurre dépendent donc de la proportion et de la composition de ces deux formes de matière grasse (cristallisé et liquide) (7).

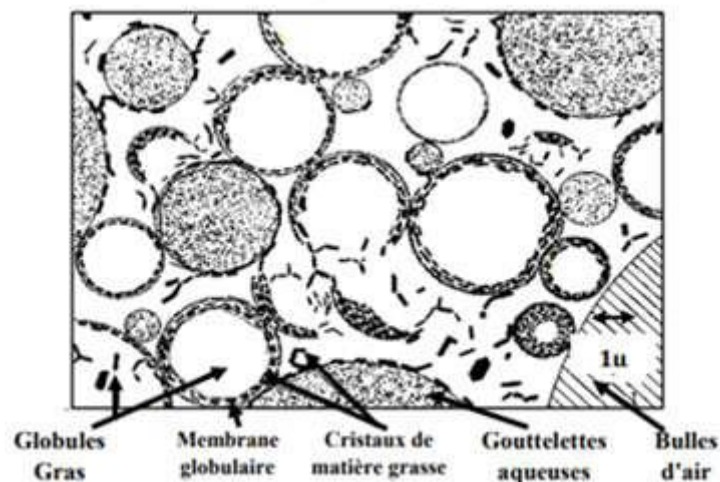


Figure 2 : Microstructure du beurre (13).

Les caractéristiques physiques et chimiques de la matière grasse du lait varient avec la race, la période de lactation et l'alimentation. Ainsi, en été la proportion des acides gras insaturés, plus mous, est plus grande qu'en hiver. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités, facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse. De plus, certains globules ont une membrane plus ou moins enveloppante et forment ainsi différents types d'agglomérations de globules gras (14). Le tableau suivant montre la composition pondérale moyenne du beurre :

Tableau 1 : Composition pondérale moyenne du beurre (7)

Composants	Pourcentage(%)	Détails et proportions	
Phase grasse	82 (82 à 84)	Triglycérides	82%
		Phospholipides	0.2 à 1%
		Carotène	3 à 9mg/kg
		Vitamines A	9 à 39mg/kg
		Vitamines D	0.002 à 0.04mg/kg
		Vitamines E	8 à 40mg/kg
Eau	<16 (14 à 16)	-	-
Extrait sec dégraissé	<2 (0.4 à 1.8)	Lactose	0.1 à 0.3%
		Acide lactique	0.15% (beurre de crème acide)
		Matière azoté	0.2 à 0.8%
		Sels (autre que NaCl) dont : citrates	0.1% 0.02%
		Vitamines C	3mg/kg
		Vitamines B2	0.8mg/kg

2. Procédé de fabrication

Selon Keogh (15), La fabrication du beurre comprend cinq étapes principales :

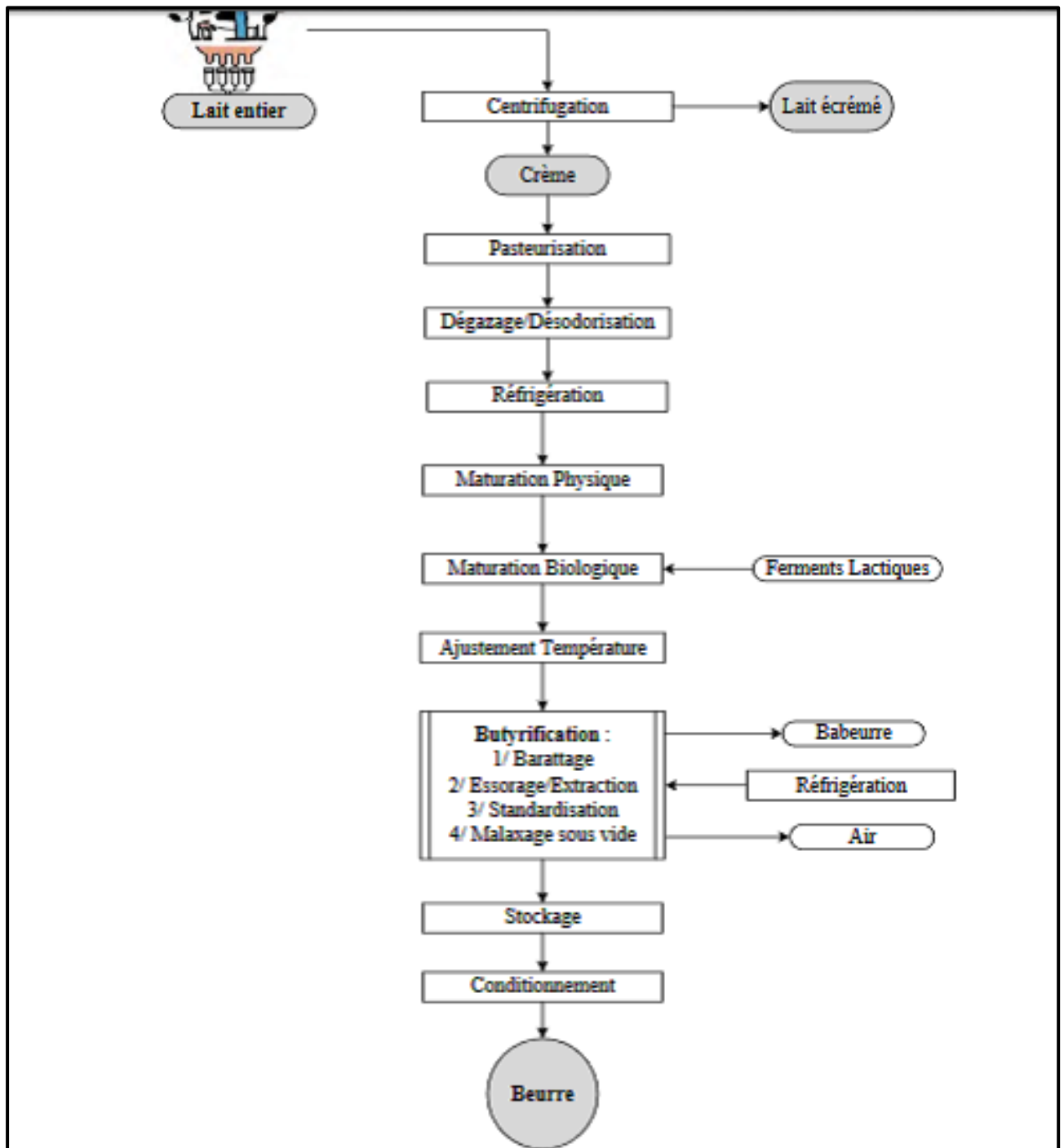
- Concentration de la phase grasse du lait par séparation mécanique ;
- Cristallisation de la phase grasse de la crème par refroidissant ;
- Phase d'inversion de l'émulsion huile dans l'eau de la crème ;
- Elimination du babeurre ;
- Formation d'une émulsion eau-dans-huile.

Dans le lait comme dans la crème, la matière grasse se trouve à l'état de globules. Dans le Beurre, la matière grasse forme une phase continue emprisonnant à la fois les globules gras restés plus ou moins intacts et des gouttelettes aqueuses. La proportion de matière grasse restée à l'état globulaire varie avec le procédé de fabrication. Elle est d'environ 50 % dans le barattage classique et de 30 à 40 % dans le procédé continu de Fritz.

La fabrication du beurre consiste en la destruction de la suspension globulaire et une inversion de phase, accompagnées d'une séparation de la plus grande partie de la phase non

grasse (babeurre). Alors que le lait constitue une émulsion du type grasse dans l'eau, le beurre est une émulsion du type eau dans la grasse (15).

Le diagramme général de Boutonnier (14) représente le processus de la fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération (figure 03).



Figures 03: Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération (14)

2.1. Préparation de la crème

La crème est standardisée entre 35 et 40% de matière grasse (MG) en fabrication traditionnelle et entre 40 et 45% de MG en fabrication continue. Dans le cas des crèmes acides, on procède à une désacidification pour ramener l'acidité du non gras entre 15 et 20° soit par lavage à l'eau suivi d'un écrémage afin d'éliminer la phase non grasse altérée, soit par addition de neutralisants (10).

2.1.1. Maturation de la crème

La maturation de la crème peut combiner deux processus : d'une part, la maturation physique qui assure une cristallisation dirigée de la matière grasse et d'autre part, une maturation biologique qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme (10).

a. Maturation physique

Les propriétés rhéologiques des beurres dépendent fortement des propriétés thermiques et structurales des triglycérides constituant la matière grasse. La maturation physique qui vise à solidifier une partie des triglycérides est une opération incontournable pour obtenir un beurre de qualité optimale et constante malgré le degré de variabilité de la qualité de la crème. L'application d'un cycle thermique adapté permet de diriger la cristallisation des triglycérides et de corriger ainsi les effets liés à la saison.

Par conséquent, le régime de refroidissement pratiqué lors de la maturation physique influence, à la fois, la quantité de matière grasse solidifiée par cristallisation, ainsi que le degré d'agglomération des globules gras. Ce dernier facteur est fondamental car il conditionne l'aptitude de la crème au barattage. Les globules gras sont dans un état métastable de grande fragilité au niveau de la crème pendant une dizaine de minutes après le refroidissement. Aussi, tout stress mécanique, pendant cette phase, entraîne une libération de matière grasse liquide qui agglomère les globules gras. La crème étant plus visqueuse, l'agitation doit être plus longue et plus énergique (14).

Selon Mahaut et al. (16), deux paramètres interviennent au cours du refroidissement de la crème :

- **Température de refroidissement**

Plus la température de refroidissement est basse, moins il y aura de matière grasse liquide. Un maintien de la crème à une température de 5°C à 6°C pendant 2 heures a pour avantage de limiter les pertes en matière grasse dans le babeurre à des niveaux de 0,2 à 0,3%.

- **Vitesse de refroidissement**

Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus il y aura de matière grasse solide. Il se forme alors de nombreux points de cristallisation conduisant à une multitude de petits cristaux fins et homogènes dans une plage de température de fusion étroite. Quand la vitesse de refroidissement est lente, il se forme des gros cristaux qui conduisant à un beurre plus ferme.

- b. Maturation biologique**

Cette opération se réalise dans le cadre des fabrications traditionnelles ainsi que pour l'obtention de beurres d'appellation d'origine contrôlée (obligation d'une durée minimale de 12 heures entre 9°C et 15°C). Elle consiste à ensemercer la crème avec une préparation de bactéries lactiques à la dose massique de 3 à 5% et à laisser se développer celles-ci pendant une dizaine d'heures afin de développer deux types de fermentations : lactique et aromatique (14).

- La fermentation lactique produit de l'acide lactique qui abaisse le pH de la crème entre 4,70 et 5,80 afin d'améliorer la conservation du beurre. En outre, cette diminution du pH permet en se rapprochant du point isoélectrique des protéines membranaires de faciliter l'agglomération des globules gras, recherchée lors du barattage.
- La fermentation aromatique résulte majoritairement du métabolisme des citrates par les bactéries lactiques. Elle conduit à la production d'une molécule très aromatique (goût de noisette du beurre) le diacétyle ou 2-3 butane dionée. Même si d'autres composés, soit originels (acides ou delta lactones), soit ceux issus de fermentation (alcools, aldéhydes, cétones, esters, amines, etc.) participent au profil aromatique du beurre, c'est le diacétyle qui joue un rôle prépondérant (14).

2.2. Transformation de la crème en beurre

2.2.1. Inversion de phase

L'inversion de phase, consiste à transformer la crème qui est une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse en beurre qui est une émulsion de solution aqueuse dans la matière grasse. Au cours de cette opération, il y a agglomération des globules, déstructuration et libération des triglycérides (solides et liquides) suivie d'une expulsion de la fraction non grasse contenue dans la crème de départ, le babeurre ; la matière grasse liquide libérée (glycérides à bas point de fusion) permet d'assurer la liaison intime des globules gras qui subsistent entre eux (16).

Selon Angers (5), trois procédés peuvent réaliser cette inversion de phases :

- **Procédé par concentration**

Le principe de fabrication par concentration fait appel à une concentration préalable de la crème obtenue par écrémage centrifuge, à une teneur en matière grasse voisine de celle du beurre. La crème concentrée étant instable en raison du rapprochement des globules gras et de leur déformation, l'inversion de phase s'effectue par le refroidissement à l'entrée du butyrateur et par le frottement mécanique des vis à propulsion ou des agitateurs. On termine la fabrication par un barattage et un malaxage en continu (5).

- **Procédé par émulsion ou combinaison**

La méthode par combinaison comprend trois opérations principales: déstabilisation d'une crème très riche en gras (85 à 99%) ; standardisation de la composition par l'incorporation d'eau ou d'une solution aqueuse de sel dans le gras à l'état d'huile; refroidissement en vue de solidifier le beurre.

- **Procédé par agglomération**

C'est le plus répandu dans le monde. Il s'est imposé grâce à sa maîtrise de la qualité du produit fini, sa souplesse d'utilisation et surtout par la productivité des appareils qu'il met en œuvre. Sous l'effet de l'agitation de la crème et de la formation de mousse fine par des palettes tournant à grande vitesse (2000tr/min), il se forme très rapidement, en deçà de trois secondes, une agglomération des globules de gras en grains de beurre qui sont transportés vers une section de malaxage, le babeurre étant expulsé de façon continue. La crème traitée est de concentration normale, de 40 à 50% de matière grasse (5).

2.3. Lavage, salage et malaxage

- **Lavage**

Le lavage permet de refroidir et de resserrer le grain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien. En général, on ne peut pas descendre en dessous de 0,5 à 1% de non-gras (10).

- **Salage**

Le sel contribue à rehausser la saveur et à prolonger la conservation du beurre. Ses propriétés antiseptiques permettent d'y restreindre la croissance microbienne et de prévenir certains défauts. Le sel incorporé au beurre doit être chimiquement pur, extra fin, rapidement et complètement soluble (5).

- **Malaxage**

Le malaxage est le traitement visant à disperser uniformément l'air, l'eau, le sel et composés aromatiques dans la masse butyrique, à poursuivre l'expulsion du gras liquide et des cristaux dans les globules gras endommagés par l'opération de barattage, et à mélanger intimement les grains de beurre pour obtenir un produit fini de consistance et de texture désirables. Il permet également la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de diamètre moyen inférieur à 5µm au sein de la matière grasse.

Lorsqu'il est correctement réalisé, il permet d'obtenir de l'ordre de 1010 gouttelettes de non gras par gramme de beurre. De façon générale, il recommande de poursuivre le malaxage jusqu'à l'absence de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieur du beurre et jusqu'à l'obtention d'une consistance ferme, d'une texture cireuse et d'une apparence lustrée (5).

2.4. Transport et stockage intermédiaire du beurre

Une fois produit, le beurre est stocké de manière temporaire avant le conditionnement dans des tanks silos qui sont directement reliés au butyrateur (14).

2.5. Conditionnement du beurre

L'emballage du beurre sert à préserver le produit des détériorations chimiques et microbiologiques et à le protéger des chocs mécaniques (Angers, 2010). Les matériaux utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés : ils doivent présenter une bonne étanchéité, une protection contre la lumière, l'oxygène et les odeurs de l'environnement (10).

3. Différents types de beurre

Selon plusieurs auteurs (17 ; 10 ; 18), il existe différents types du beurre selon les lieux et les processus de fabrication.

3.1. Beurre cru

Pour avoir ce genre de beurre, le lait utilisé n'a subi aucun traitement thermique hormis la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée et reste sous forme crue. Ce type de beurre est aussi de plus en plus rare de par ses critères microbiologiques moins rigoureux en ce qui concerne les germes non pathogènes (17).

3.2. Beurre concentré

Le beurre concentré qui est destiné à la consommation directe qui se caractérise par une pasteurisation et une déshydratation et qui contient au moins 96% de matières grasses d'origine laitière. Ce produit est commercialisé sous le nom « beurre de cuisine » et est plus stable au cours du stockage car quasiment toute l'eau et la matière non grasse ont été éliminées.

Le beurre concentré qui est destiné à l'industrie qui est aussi un beurre déshydraté pasteurisé mais qui contient au moins 99,8% de matières grasses d'origine laitière. Il ne doit pas contenir d'additifs neutralisants tels que les antioxydants ou de conservateurs et est commercialisé sous le nom de « beurre pâtissier ».

3.3. Beurre allégé

Le beurre allégé est un produit émulsionné dont la teneur en matières grasses est comprise entre 41 et 65%. Pour que sa cuisson peut être rendue possible (17).

4. Beurre traditionnel en Algérie

Le beurre frais est obtenu après barattage du Rayeb. Le barattage s'effectue par la chekoua. Selon Lemouchi (2007), la préparation de Chekoua consiste à utiliser la peau de différentes races (brebis ou chèvre). La peau de chèvre ou de chevreau est plus épaisse, solide et plus résistante aux chocs. La Chekoua se présente comme un sac souple et humide, ayant la couleur de la peau et se caractérise par une certaine perméabilité. En effet, elle joue à la fois le rôle d'un réservoir et d'un séparateur de phase (19).

4.1. Etapes de fabrication

La préparation artisanale du l'ben est simple: le lait est abandonné à lui-même jusqu'à sa coagulation. Celle-ci se fait à température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison (20). Le Raïb ainsi obtenu est soumis à l'écémage pour obtenir du L'ben et du beurre frais (Zebda) (21). Le barattage est effectué manuellement dans la peau d'une chèvre ou d'une brebis (Chekoua) suspendue ou posée sur les genoux. La Chekoua est à moitié pleine de Raïb (elle a une forme allongée pour le gonflement causé par des substances volatiles libérées lors du barattage). Elle est ligotée et agitée rigoureusement pendant environ une demi-heure (22). Ensuite le volume du lait baratté est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissant en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau (20).

La formation des globules gras (beurre) est perçue par le changement que l'on ressent à l'intérieur du sac. Généralement à la fin du barattage, on ajoute de l'eau chaude ou froide selon la température du lait. Le beurre est supprimé finalement en un seul morceau (22). Le liquide résiduel obtenu à la fin de ce processus est appelé L'ben. On procède alors au lavage du beurre à l'aide d'eau fraîche à température égale ou un peu inférieure à celle du grain de façon à le raffermir si nécessaire. Le volume d'eau représente environ les deux tiers du

volume de la baratte. L'eau doit être d'excellente qualité microbiologique et chimique et être exempte de fer. Le lavage a pour but de diluer les gouttes de babeurre émulsionnées dans la matière grasse de façon à réduire leur teneur en lactose et protéines, ces substances permettraient le développement de microorganismes défavorables à la qualité du beurre. Le malaxage se fait par pétrissage ou par laminage, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la baratte (20)

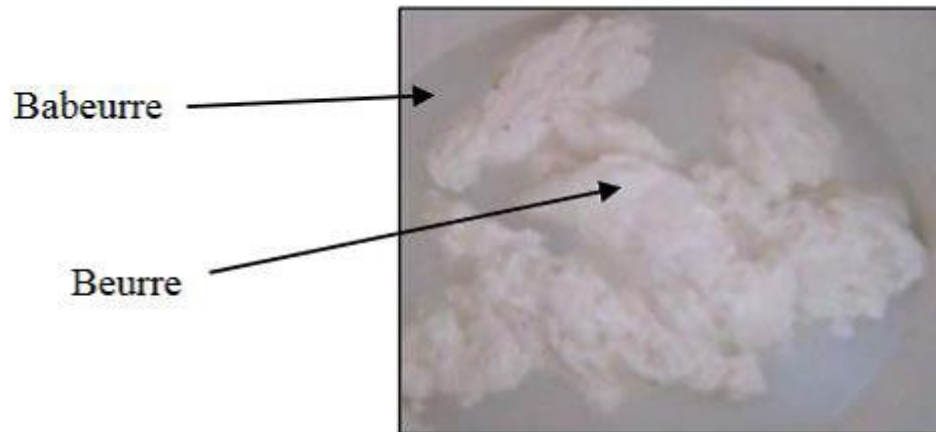


Figure 04: Photo du beurre et babeurre (Makhloufi, 2010)

4.2. Conservation du beurre traditionnel

Le beurre de ferme étant préparé à base de crème crue, il est impératif de le conserver dans les 10 jours qui suivent sa fabrication. Au congélateur, sa conservation n'excède pas 3 à 4 mois. En outre, comme toute matière grasse, le beurre est altérable à la chaleur et à la lumière, il prend vite le goût des produits qui l'entourent. Tous ces risques d'altération ont poussé les fermiers à utiliser la méthode de conservation par salage afin de prolonger la durée de stockage de ce produit périssable. (23).

CHAPITRE 3

Qualité Microbiologique

Du fait de sa composition physico-chimique, le beurre est un excellent substrat pour la croissance microbienne. Il peut contenir tous les germes rencontrés dans le lait. Des bactéries lactiques d'acidité et d'arôme (*Lactococcus lactis ssp lactis*, *Lc. Lactis ssp cremoris*, parfois *Leuconostoc*) participent à l'élaboration des qualités organoleptiques du beurre.

Plusieurs types de micro-organismes peuvent être des agents de dégradation; les bactéries lactiques peuvent entraîner une acidité trop forte, les coliformes et les entérobactéries peuvent entraîner des mauvais goûts dans la crème, les bactéries lipolytiques détruisent et oxydent les matières grasses, entraînant le rancissement du beurre, les bactéries protéolytiques peuvent dégrader la caséine du beurre et entraîner un goût de fromage, d'autres bactéries sont responsables de coloration ou de décoloration anormales et de mauvais goûts dans le beurre, les germes intervenant sont généralement psychrophiles en raison du stockage au froid. Enfin, les levures et moisissures peuvent provoquer des altérations de goût (moisis, acre, malté, caramélisé, etc) (24).

Selon Vignola (3), les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (figure 5).

1. Flore originelle

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines ont une activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (25).

2. Flore de contamination

C'est l'ensemble des microorganismes ajoutés aux produits laitiers, de la récolte jusqu'à la consommation. Les microorganismes d'altération et pathogènes du lait, sont considérés comme la flore qui s'ajoute aux produits laitiers extrait du pis de la vache (3).

2.1. Flore d'altération

Cette flore causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme et d'apparence. Elle réduira par la suite la vie du produit laitier (3). Trois groupes microbiens sont dominants : les bactéries coliformes (*Escherichia coli* et *Hafnia alvei*), les *Pseudomonas* du groupe fluorescent psychrotrophe et les streptocoques lactiques (26).

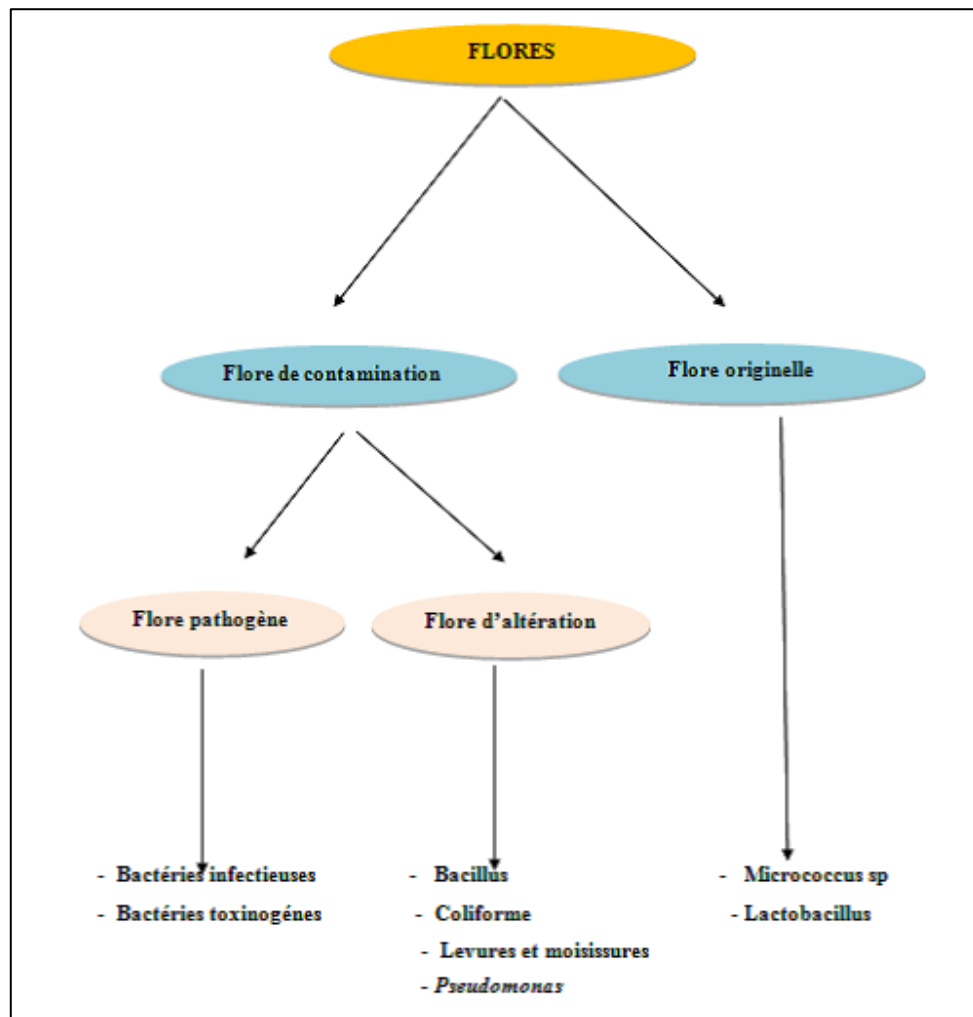


Figure 5 : Diagramme récapitulatif de la microflore du beurre (3).

2.2. Flore pathogène

L'animal, l'environnement et l'homme peuvent être la cause majeure de la présence de bactéries pathogènes dans le lait cru (3). Parmi ces dernières, certaines sont retrouvées habituellement à un très faible niveau et ont peu de chance de se développer (*Brucella*, *Campylobacter foetus* et *Salmonella*). D'autres sont à un niveau appréciable et peuvent se multiplier, c'est le cas des bactéries mésophiles, telles que : *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* ou l'espèce psychrotrophe *Yersinia enterocolitica* (26).

2.2.1. Bactéries pathogènes

L'origine des contaminations par les bactéries pathogènes varie en fonction de la nature du produit et de son mode de production et de transformation. La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel) (27).

- ***Salmonella***

Essentiellement présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de PH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (28).

- **Listeria**

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous la forme de petits bacilles de forme régulière arrondis aux extrémités et ne formant ni capsule ni spore. Elles sont à Gram positif. Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température optimale : 30°C- 37°C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6. Elles sont mobiles grâce à des flagelles péritriche. *Listeria monocytogenes* peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions extrêmes (température, pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments (29)

Deux voies de contamination sont généralement décrites :

- Contamination par la vache (mammite) est peu fréquente mais le niveau de contamination est souvent élevé (1 000 à 100 000 *L. monocytogenes*/ml dans le lait de quartier), associé avec une numération cellulaire anormale sans signes cliniques particuliers.
- Contamination par l'environnement est plus fréquente, mais les niveaux de contamination sont aussi plus faibles. Les ensilages de mauvaise qualité sont de ce fait une source significative de contamination puisque la présence de *L. monocytogenes* dans ceux-ci multiplie par vingt le risque de contamination du lait de tank

- **Staphylococcus**

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5µm à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles (30). Présent dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment l'homme. Leurs fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance, ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant (31). Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (32).

3. Action de la flore du beurre

Les altérations du lait sont associées à la multiplication de levures, moisissures et bactéries. Cependant et compte tenu de leurs caractères écologiques, les contaminations bactériennes sont les plus fréquentes et les plus importantes et leurs potentialités de développement les plus à craindre.

Ces processus de dégradation sont possibles, lorsque les conditions du milieu environnant sont favorables à la prolifération microbienne et à l'activité enzymatique. De graves défauts de goût et d'odeur peuvent apparaître par accumulation des produits issus, soit du métabolisme cellulaire, soit de l'action de systèmes enzymatiques complexes sur les constituants du lait. Le plus fréquemment, il s'agit de lait acide, amer, fruité, rance, malté, à goût étranger (33). Les principales activités microbiennes sont regroupées dans le (tableau n°2).

3.1. Fermentation homolactique et hétérolactique

Un tel processus conduit à la coagulation de la caséine et à la prise en masse du lait. Selon la température du lait et les bactéries impliquées, le phénomène de coagulation sera plus ou moins rapide : de 10°C à 37°C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Streptococcus lactis* avec plus rarement association avec des coliformes, entérocoques, microcoques et lactobacilles.

Au-dessus de 37°C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* et *Lactobacillus bulgaricus*. A des températures inférieures à 10°C, le processus est plus lent, la prise en masse nécessite un délai relativement important. Le caillot peut être dégradé dans une seconde étape par les espèces psychrotrophes protéolytique : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, microcoques (34 ; 35).

Après pasteurisation, l'acidification est produite par des germes thermotolérants ou des sporulés ayant résisté comme les *Clostridium* et les *Bacillus*. Lorsque des bactéries lactiques hétérofermentaires interviennent, il y a en plus des acides organiques, de nombreux composés volatils variés (aldéhydes, cétones, alcools) (36).

Ces composés, lorsqu'ils sont élaborés en quantité limitée, sont parfois recherchés, car ils contribuent à former le bouquet caractéristique de beaucoup de produits laitiers ; mais lorsqu'ils sont présents à forte concentration, ils engendrent des mauvais goûts et odeurs (33).

3.2. Protéolyse

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous-produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts

amers, des saveurs non désirées et atypiques ou de textures inadéquates des fromages contaminés. Les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* ainsi que d'autres germes de la flore banale à Gram négatif (3 ; 36).

Tableau 2 : Principales activités métaboliques microbiennes dans les produits laitiers (3)

Composants	Réactions	Produits	Microorganismes
Glucide est le premier (substrat privilégié) Beta-Galactosidase	Lactose Glucose + Galactose	Acide lactique Acide lactique+CO2 Acide mites+CO2 Ac Propionique+CO2 Ac Butyrique+CO2 Polysacchrides Alcool Desacidification	Bactéries lactiques homofermentaires Bactéries lactiques hétérofermentaires Bactéries entériques Propionibacterium sp. Clostridium sp. Bactéries filantes Levures Levures et moisissures
Protéines Protéases	Protéines Longs peptides (amertume) Cours peptides Acides aminés	Acides aminés ou dérivés (fruits, maltés) Composés soufrés Composés ammoniacaux Amertume Polypeptides	Psychotrophes Levures et moisissures Propionibacterium sp. Brevibacterium sp. Ferments lactiques Bactéries filantes
Lipides Lipases	Lipides Glycérol +Acides gras		

PARTIE EXPERIMENTALE

Notre travail a pour objectif l'évaluation des paramètres physico-chimique et bactériologiques du beurre traditionnel

Partie 1 : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE

Période de l'étude

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire Essafa Lab de Boumerdas durant la période de 04/06/2023 à 08/06/2023.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Matériel

Echantillons

Un total de 10 échantillons de beurre traditionnel de 250 g a été acheté à partir des crèmeries.



Figure 6 : échantillons de beurre.

Matériel de laboratoire

Le matériel et appareillages utilisés dans la présente étude sont rapportés dans l'annexe A

1.2. Méthodes

1.2.1. Détermination de la teneur de la matière grasse (méthode acido-butylrométrique de Gerber)

- **Principe**

La matière grasse du lait est séparée des protéines par l'ajout d'acide sulfurique facilitée par l'utilisation d'alcool amylique et la centrifugation, la teneur en graisse est lue directement via un butylromètre

- **Mode opératoire**

5g de beurre sont pesés dans un récipient en verre et déposée dans le butylromètre. L'acide sulfurique (densité : 1.522+/- 0.005g/ml) est ensuite introduit par l'ouverture supérieure du butylromètre jusqu'au-dessus du bord du récipient en verre après avoir été fermé, le butylromètre est agité énergiquement à plusieurs reprises jusqu'à dissolution complète de l'albumine et placé dans un bain-marie à 70°C. Ajouter ensuite de l'acide sulfurique jusqu'à hauteur du début de l'échelle de 1ml d'alcool amylique. Fermer le butylromètre, agiter et placer au bain marie pendant 5 min à 70°C. Centrifuger 5 min, tempérer au bain-marie à 65°C (environ 5min) et lire à 65°C à l'extrémité inférieure du ménisque.

1.2.2. Détermination de l'humidité

- **Principe**

Chauffage d'une prise d'essai à 103°C jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles et détermination de la perte de masse.

- **Mode opératoire**

Peser 5g de l'échantillon dans la vase en verre préalablement sèche et déshydraté. Maintenir la vase a environs 103°C durant 1h, laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante et peser. Répéter ces opérations avec 30mins d'intervalle, jusqu'à la perte de masse entre 2 pesées successives ne dépasse pas 2mg ou 4mg. (37)

- **Calcul**

$$\frac{m1 - m2}{m1 - m0} \times 100$$

m0 : est la masse, en grammes, du vase en verre

m1 : est la masse en grammes, du vase de la prise d'essai, avant chauffage.

m2 : est la masse en grammes, ou du vase et du résidu (5.2.3), après chauffage

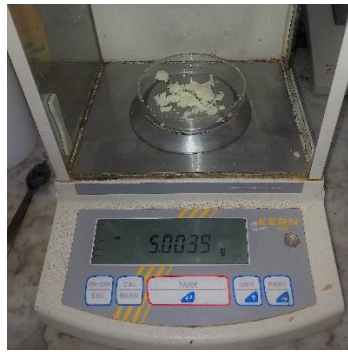


Figure 7 : Pesée de 5g de beurre dans une vase de verre.

1.2.3. Détermination de l'indice de peroxyde (IP)

- **Principe**

Déterminer visuellement l'iode libéré par les peroxydes, à l'aide d'un indicateur à l'amidon et d'une solution étalon de thiosulfate de sodium. Déterminer visuellement la fin du titrage. L'indice de peroxyde est généralement exprimé en milliéquivalents (méq) d'oxygène actif par kilogramme, mais il peut également être exprimé (en unités SI) en millimoles (mmol) d'oxygène actif par kilogramme d'huile.

- **Mode opératoire**

Peser 2g de corps gras et la mettre dans l'Erlenmeyer.

Ajouter 10ml de chloroforme + 10ml d'acide acétique 96% + 1ml d'iodure de potassium saturée.

Ajouter 75ml d'eau bouillie refroidie.

Boucher l'Erlenmeyer avec de l'aluminium et mettre dans l'obscurité pendant 5mins

Faire le titrage avec thiosulfate de sodium 0.01N, après quelques gouttes on ajoute de l'amidon et on continue le titrage jusqu'à la couleur marron et violet devienne transparente.

- **Calcul**

$$IP \left(\frac{meq}{kg} \right) = \frac{(V_{thios} - V_{blanc}) \times N_{thios} \times 1000}{Pe}$$

V_{thios} = Volume de thiosulfate de sodium

V_{blanc} = Volume de blanc

N_{thios} = Normale de thiosulfate de sodium (0.01N)

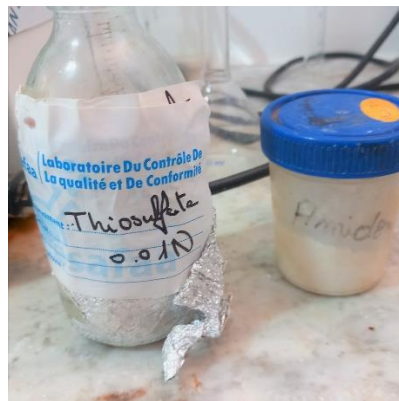


Figure 8 : Thiosulfate de sodium 0.01N+ Amidon

1.2.4. Détermination de l'indice d'acide et l'acidité

- **Principe**

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvants, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

- **Mode opératoire**

Prise du corps gras (pesée selon l'indice d'acide présumé, d'après les indications tableau 3) dans un Erlenmeyer. Ajouter 50ml à 150ml de mélange diéthylique/éthanol + quelques gouttes de phénolphaléine.

Titrer en agitant avec l'hydroxyde de potassium éthylique (KOH ; 0.1N) jusqu'au virage indicateur (coloration rose de la phénolphaléine persistant durant moins de 10s).

- **Calcul**

$$\text{Indice d'acide} = \frac{56.1 \times V \text{ KOH} \times C \text{ KOH}}{10 \times P_e}$$

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{V \text{ KOH} \times C \text{ KOH} \times M}{10 \times P_e}$$

V=Volume ;

C=concentration molaire ;

M=masse molaire de l'acide gras.

Tableau 3 : Indications de la prise d'essai des corps gras.

Indice acide présumé	Masse prise d'essai(g)	Précision prise d'essai (g)
<1	20	0.05
1à4	10	0.02
5à15	2.5	0.03
15à75	0.5	0.001
>75	0.1	0.0002

2. RESULTATS

Les résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons du beurre traditionnel sont rapportés dans le tableau suivant (Tableau 4).

Tableau 4: Résultat d'analyses physico-chimique des échantillons de beurre traditionnel.

Ech	Paramètres				
	Hum (%)	Mg (%)	MS (%)	IP (Meq/kg)	Acidité(%)
1	27.30	70.99	72.69	1.46	7.77
2	34.72	63.36	65.28	5.91	2.23
3	34.53	63.57	65.47	3.99	5.00
4	25.48	72.42	74.52	3.62	3.81
5	14.00	84.20	86.00	0.40	0.69
6	23.26	75.03	76.74	2.36	2.34
7	16.59	81.55	83.40	3.04	1.23
8	27.22	80.65	70.80	3.97	3.65
9	15.98	82.12	84.02	4.48	5.76
10	13.05	85.04	86.94	2.80	1.23
Mini	13.05	63.36	65.28	0.40	0.69
Maxi	34.72	85.04	86.94	5.91	7.77
Moy	23.213	75.893	76.585	3.203	3.371

3. DISCUSSION

• Humidité

Les résultats d'humidité varient d'un échantillon à un autre. Les valeurs varient entre 13.05% et 34.72%, présentés dans le tableau 4. Selon le journal officiel (37), la valeur de l'humidité est maximum 16%. Les valeurs des échantillons (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8) sont supérieures aux limites établies, mais pour les échantillons (5, 9, 10) l'humidité est inférieure à la valeur déterminée par la norme algérienne. D'après Apfelbaum et *al.*, (18) la teneur en eau (humidité) a une influence sur la qualité du beurre, une forte teneur en eau favorise l'hydrolyse enzymatique, l'oxydation de beurre ainsi que la croissance d'espèces microbiennes qui finissent par altérer le produit.

• Matière sèche:

Les résultats de la matière sèche varient entre 63.26% et 86.94%, représentés dans le tableau 4. Selon le Journal officiel (37), la valeur d'extrait sec total du beurre au minimum

84%. Les échantillons (5, 7, 8, 9, et 10) sont conformes contrairement aux autres échantillons (1,2,3,4,6) les valeurs sont inférieures à la norme Algérienne.

La variation de l'extrait sec totale et due probablement à la composition du lait en macronutriments (protéines, lipides.) Elle peut être influencée par plusieurs facteurs tels que le stade de lactation, l'alimentation, le numéro de vêlage (3).

- **Matière grasse**

La matière grasse est le constituant le plus importante dans le Beurre. Les résultats de cette dernière sont variables. Les valeurs sont entre 63.36% et 85.04%. Selon le journal officiel (38), la valeur minimum de matière grasse du beurre égale à 82%. Les échantillons (1, 2, 3, 4, 6, 8) ont une valeur inférieure à la norme réglementaire, contrairement aux échantillons (5, 7, 9, 10), qui ont une valeur conforme aux les normes.

La matière grasse peut se varier selon la race au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, et aux conditions de la traite et de transport comme cela a été justifié par (13, 39 et 40)*

Selon certains auteurs, il ressort que la teneur en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite et ces deux taux ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (41).

- **Indice peroxyde (IP)**

Les valeurs de l'indice de peroxyde sont entre 0.40meq/kg et 5.91meq/kg. Selon le journal officiel (42) l'indice de peroxyde est au maximum 0.50 meq/kg. Donc les valeurs de tous les échantillons sont supérieures aux normes indiquées sauf l'échantillon (5) qui a une valeur (0.40meq/kg) conforme aux normes établies par la réglementation.

Selon (43) Les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux. Il s'agit d'une part de facteurs intrinsèques tels que la composition en résidus d'acides gras des lipides (nombre et position d'insaturations), la présence de pro-oxydant (Ions métalliques, hèmes, enzymes) ou d'antioxydant naturels (tocophérol, caroténoïde). D'autre part des facteurs extrinsèque sont la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau. L'oxydation des lipides a évolué a cours la période du stockage cette évolution et probablement dû à la dégradation des lipides c qui cause une augmentation de la teneur des peroxyde et malonaldéhyde.

- **Acidité**

L'acidité est parmi les principaux paramètres qui déterminent la qualité du lait cru utiliser pour la fabrication du beurre. Les résultats d'acidité sont variables. Les valeurs d'acidité sont entre 0.69% et 7.77%. Selon la norme Algérienne (38) la valeur d'acidité du beurre ne doit

pas dépasser 0.35%. Les valeurs des 10 échantillons sont largement supérieures à la norme. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la microflore microbienne et son activité (9).

Selon Labioui (45) le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et de son activité métabolique.

Partie 2 : ANALYSES BACTERIOLOGIQUE

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Matériel

Echantillons

Un total de 15 échantillons de beurre traditionnel de 250 g a été examiné

Matériel non biologique

Le matériel utilisé pour les analyses bactériologiques est présenté dans l'annexe A

1.2. Méthodes

1.2.1. Traitement des échantillons et préparation de la solution mère

Peser 50g de beurre et mettre dans un pot stérile

Faire fondre dans de l'eau chaude (bain marie)

Récupérer la phase aqueuse

1.2.2 Préparation des dilutions décimales

Préparer une série de tube étiqueté de 10^{-1} à 10^{-4} pour chaque échantillon contenant 9ml de diluant tryptone sel eau (TSE). A partir de la solution mère(SM) homogénéisé, une série de dilutions a été réalisée. La dilution au 1/10 ou 10^{-1} à partir de la SM, prélever 1 ml et déposer dans un tube à vis contenant 9 ml de TSE. à partir de la dilution 10^{-1} , prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de TSE etc. jusqu'à la dilution 10^{-3} , homogénéiser chaque dilution, en ayant soin de changer la pipette entre chaque dilution.

Recherche et dénombrement des coliformes totaux

A partir des dilutions décimales porter aseptiquement 1ml dans les boites de pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Ajouter environ 15ml de gélose au désoxycholate à 1% fondu puis refroidir à $44 \pm 1^\circ\text{C}$. Homogénéiser la gélose et l'inoculum. Laisser solidifier les boites sur paillasse. Incuber pendant 24 à 48h à 37°C .

Lecture: Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0.5mm de diamètre.

Dénombrement:

Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies. Applique la formule de calcul de moyenne arithmétique

Moy Arth= $\sum c / n$ de boites retenues

$\sum c$: l'ensembles des boites retenues (où le nombre des colonies comptées x l'inverse de la dilution)

1.2.3. Recherche d'*Escherichia coli*

A partir des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} déposer 2gouttes (100 μl) à la surface une gélose Mac Conkey sorbitol coulée et séchée, faire un étalement et incuber à 37°C pendant 48h.

Lecture : les colonies sont roses ou blanches

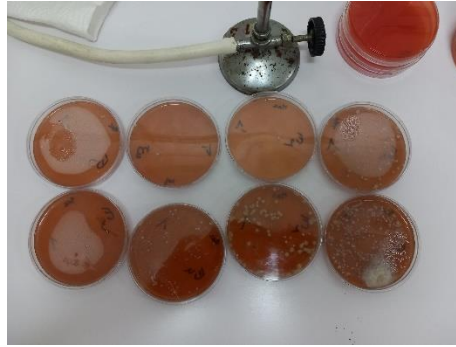


Figure 9 : Boites pétries contenant une gélose Mac Conkey pour étalement *d'Escherichia coli*.

Identification

- Coloration de Gram
- Catalase et oxydase
- Test urée indole

1.2.4. Recherche de *Staphylococcus aureus*

La recherche de *Staphylococcus aureus* se fait en 2 étapes :

- 1^{er} étape enrichissement : L'enrichissement est réalisé en utilisant le milieu Chapman liquide. A partir de la solution mère porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube à vis stérile, ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement, bien mélanger le milieu et l'inoculum. Incuber à 37°C pendant 24 heures.
- 2^{eme} étape: isolement: sur gélose Chapman préalable fondue, coulée en boite de pétri et bien séchées les boites de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Identification

- *Aspect morphologique:* les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune.
- *Test de la Catalase*



Figure 10 : Test de catalase positif.

Déposer une goutte d'eau oxygénée 10V sur une lame porte objet, prendre un bout de la colonie à identifier, la dissocier dans la goutte et voir s'il y a dégagement de bulles de gaz. C'est un test de différence de genre entre les staphylocoques et les streptocoques.

Les staphylocoques sont catalase positive.

○ *Coloration de Gram*

-Réalisation du frottis

-Réalisation de la coloration

Coloration par le violet de gentiane.

Fixation au lugol (solution iodo-iodurée).

Décoloration (rapide) à l'alcool (+acétone).

Recoloration à la fuchsine.

Lavez doucement à l'eau déminéralisée.

Séchez la lame

Observation au microscope optique : au grossissement (x40) pour voir le Gram ensuite au (x100) avec huile à immersion pour déterminer le type d'association

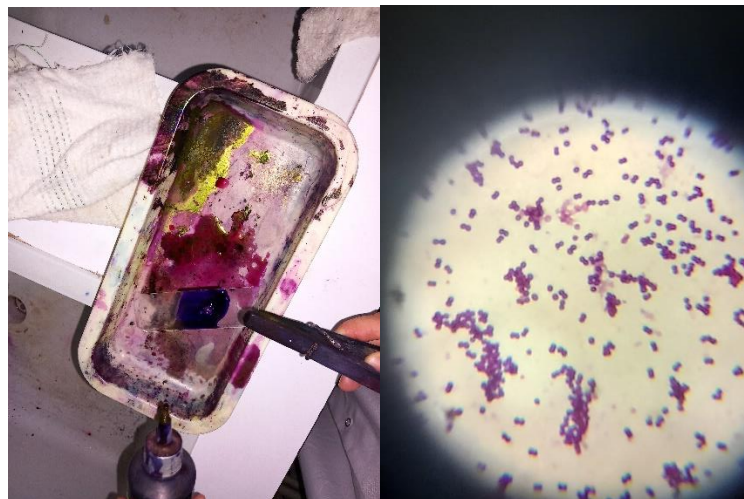


Figure 11 : Etape de coloration de gram et lecture sous microscope optique (x100).

2. RESULTATS

Tableau 5 : Résultat d'analyses bactériologique des échantillons de beurre traditionnel.

	Etude quantitative (Flore)	Etude qualitative (Pathogènes)	
	C.T. (UFC/ml)	<i>Escherichia coli</i>	<i>S. aureus</i>
1	2,775x10 ⁴	-	-
2	-	-	+
3	-	-	+
4	2,235x10 ⁴	-	+
5	1,095x10 ⁴	-	+
6	3,605x10 ⁴	-	+
7	-	-	+
8	-	-	+
9	2,975x10 ⁴	-	-
10	-	-	-
11	3,99x10 ⁴	-	+
12	-	-	-
13	-	-	+
14	-	-	-
15	-	-	+

C.T : Coliformes Totaux; (-): Absence; (+): présence

Ces résultats ont été traités et rapportés dans le tableau ci-dessous

Tableau 6 : tableau récapitulatif des analyses.

	Moyenne charge microbienne	Taux de contamination (%)
Coliformes totaux	2.78 x 10 ⁴ UFC/g	46%
<i>Escherichia coli</i>	_____	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	_____	66%

2. DISCUSSION

D'après les résultats obtenus on note la présence de coliformes totaux dans 6/15 de beurre avec une moyenne de 2.78×10^4 UFC/g. Selon Guiraud (24), le nombre des coliformes totaux est de 10^2 UFC/ml, donc nos échantillons de beurre analysés sont légèrement contaminés.

Sagdic et al. (46) et Samet-Bali et al. (47) ont montré une absence totale des coliformes dans tous les échantillons analysés, cela a été justifié par l'activité acidifiante des bactéries lactiques qui inhibe la croissance des germes pathogènes.

Les coliformes thermo-tolérants dont *Escherichia coli* peuvent servir comme indicateurs à la présence possible de contaminations fécales. Leur recherche et leur dénombrement permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (3). La présence des coliformes est dû aux mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite du lait (48) et par conséquent la mauvaise qualité du produit fini (le beurre) qui lui-même est manipulé manuellement lors de son fabrication surtout pendant la phase de lavage et malaxage.

L'absence d'*Escherichia coli* est due probablement à la baisse de pH. En effet certains auteurs avance que la faible présence ou l'absence de la flore pathogène peut être expliqué par le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques (49)

Dans l'étude de Hassani et khninech (50) dans le cadre de leur master, E.coli a été mis en évidence dans 3 échantillons de beurre commercialisé dans la commune de Djelfa avec des taux variables allant de 4×10^2 UFC/g, à 6.1×10^2 UFC/g.

Pour *Staphylococcus aureus*, on note sa présence dans 11/15 échantillons de beurre soit un taux de contamination de 66%. Selon Brisabois et al. (27), la contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, d'un apport de l'environnement (eaux, personnel). La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (3).

Dans la même étude de Hassani et Khinech (50), les mêmes 3 échantillons de beurre, ont présenté une charge de *S. aureus* de 1.47×10^2 UFC/g, 2.57×10^2 UFC/g, et 2.52×10^2 UFC/g respectivement.

CONCLUSION

Au terme de ce modeste travail est que peut être préliminaire à d'autres travaux approfondis sur le sujet, il en ressort :

La qualité physico chimique des échantillons du beurre traditionnel analysés a montré nombreuses variations pour les différents paramètres à savoir : une acidité, une humidité et indice peroxyde élevés. Alors que la matière grasse et la matière sèche non grasse étaient basses pour la plus part des échantillons Dans son ensembles le beurre traditionnel ne répond pas aux normes règlementaires.

Quant à la qualité microbiologique, les résultats reflètent le manque d'hygiène, dans les lieux de transformation et probablement sur les lieux de vente sans oublier la qualité du lait matière première de production du beurre.

Pour une meilleure qualité hygiénique du beurre traditionnel, il est impératif de respecter le modèle dynamique des 5M (Milieu, Matière première, Matériel, Main d'œuvre et Méthode) de la production à la vente.

LISTE DES REFERENCES

1. Duteurtre G., . Lait des pauvres, lait des riches : réflexion sur l'inégalité des règles du commerce international. In : Duteurtre G., Faye B., éd(s), Elevage, richesse des pauvres. Versailles, France, Quae,2009. p. 249-266.
2. Idoui, T., Benhamada, N., & Leghouchi, E. Qualités microbienne, caractéristiques physico-chimiques et gras composition en acide d'un beurre traditionnel produit à partir de lait de vache dans l'Est algérien. GRASAS ET ACEITES, 2010. 61(3), 232-236.
3. Vignola. C. L. Science et technologie du lait: transformation du lait. Edition: Presses inter Polytechnique. Canada. 2002. 600 p
4. Jenness, R. Composition of milk. In Fundamentals of dairy chemistry Springer, Boston, MA. 1988 (pp. 1-38).
5. Angers P. Beurre et fractions de matière grasse laitière. Dans : VIGNOLA C.L. Science et Technologie du Lait. Fondation de technologie laitière, Presses internationales polytechnique : Québec, 2010 p. 323-347.
6. Pougheon S, Goursaud J, Le lait caractéristique physicochimiques In Derby G., lait, nutrition, Tec et Doc, Paris.2001.6 : 566 pages
7. Couvreur S et Hurtaud C. Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation. INTRA. Prod. Anim. 2007, 20, 369-382.
8. Collomb M. et Spahni M. Revue des méthodes de dosage des acides gras libres dans le lait et les produits laitiers, Academic Press Limited. 1995, 355
9. Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin Q., Simpson R et Turgeon H., . Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:2002. 3-25-29 (600 pages).
10. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G. Science des aliments. Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec. et Doc. Lavoisier. 2008. 8, 9, 65-83.
11. Mathieu J., Initiation à la physicochimie du lait. Tec. et Doc. Lavoisier, 1998. 18,26, 61, 62.
12. Benkerroum N. Traditional fermented foods of North African Countries Technology and Food Safety Challenges with Regard to Microbiological Risks Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,2013. 12 :54.
13. Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., VAN Boekel M.A.J.S. Dairy technology, principles of milk properties and processes. Food Science and Technology. New York-Basel : Marcel Dekker Inc. 1999. 325-515
14. Boutonnier J.L. Matière grasse laitière crème et beurre standard. VillefranchedeRouergue, France : Techniques de l'ingénieur. 2007, p. 1-16.
15. Keogh M.K. Advanced Dairy Chemistry, Chemistry and technology of better and milk fat spreads. 3eme Edition. Cork, Ireland: Springer Science, University College, Vol. 2 2006 p. 333-355.
16. Mahaut M., Jeantet R., Brulé G.. Les produits laitiers. LONDRESPARIS-NEW YORK : Lavoisier, Tec & Doc 2000

17. Fredot E. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Technologie et Documentation, Lavoisier, 2005 : 397. Tantaoul-Elarkkl, A., Berrada, M., El Marrakchi, A., Berramou A. (1983).
18. Apfelbaum M, Romon M, Dubus M. Diététique et nutrition. 7ème édition. Elsevier Masson, 2009,34-56p.
19. Aissaoui Z.. Le fromage traditionnel algérien « bouhezza». Séminaire d'animation régional. "Technologies douces et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments", INSAT-Tunis (communication orale), Tunisie/27-28-29 novembre 2004 Actes des sommaires, p : 118 - 124.
20. BENKERROUM N et TAMIME A.Y. Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (l'ben, j'ben, smen) to small industrial scale. Food Microbiol.2004 21: pp399-314.
21. Tantaoui-Elaraki A, Study of Moroccan dairy products: lben and smen. Volume 3, 1987 pp 211-220
22. Claps S., Morone G. Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. In Développement de la Filière laitière et Fromagère en Algérie, 2011 p : 57-77.
23. Le Quellec JL., Treal C., Ruiz JM.. Maisons du Sahara: habiter le désert, Hazan, Paris,2006 p.180
24. Guiraud JP, Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 1998 651p.
25. Cuq J.L. Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. 2007. pp: 20-25.
26. Jacquet J. et Veisseyre R, Le lait matière première de l'industrie laitière. 1987. p. 187, 188, 189, 225.
27. Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., de Buyser M.L., Collette C., Garin-Bastuji B. et Thorel M.F. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.,1997 16 (1). pp: 452-471.
28. Jay, J.M. Modern Food Microbiology. 6th Edition, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg 2000.
29. Ornacki j.l., flowers r.s., robert l., bradley j.r. Microbiology of butter and related products. Dans: marth e.h., steele j.l. applied dairy microbiol, 2eme édition, revised and expanded, 2001. p.128
30. Leyral G., Vierling E. Microbiologie et toxicologique des aliments.3ème édition Doin. France,2001. p : 87- Mahaut M., Jeantet R., Brulé G. Les produits laitiers. LONDRESPARIS-NEW YORK : Lavoisier, Tec & Doc. 2000.
31. FAO/WHO. Standard for butter. Rome: Food and Agriculture O. N. U 2007
32. JORA N°35. Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.1998
33. Kim H., Hardy J., Novak G., Ramet J.P. et Weber W. Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35 1982
34. Guiraud J.P., Galzy G. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaire. Les éditions de l'Usine Nouvelle Paris 1980,p :76.
35. Leyral G. et Vierling É. Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques.2007 87p
36. Guiraud J.P. Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris.2003. pp : 136-139.

37. JORA N°65. Arrêté du 27 Juin 2011 relatif à la méthode de détermination de la teneur en eau et en matières volatiles des corps gras d'origine animale et végétale. 2012
38. JORA N°96. Spécification des techniques des beurres et aux modalités de leur mise à la consommation (Art :3, Art : 7, Art : 8) 1998
39. Chandan R.C., Kiara A., Shah N. P. Dairy Processing et Quality Assurance, USA Wiley-Blachwell 2008, p: 95.
40. Kailasapathy k.. Chemical Composition, Physical and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients, Dans : Chandan r.c., Kilara a., Shahn p. Dairy Processing and Quality Assurance, Wiley -Blackwell, Ames,2011 p. 75 – 103.
41. Meyer c. Et Denis j.p. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae. CTA, presses agronomique de Gembloux. 1999
42. JORA N°64. Arrêté du 29 Mai 2011 relatif à la méthode de d étermination d e l'indice de peroxyde des corps gras d'origine animale et végétale.
43. Hsieh, r.j et Kinsella j.e.. Lipooxygenase Generation of Specific Volatile Flavor Carbonyl Compounds in Fish Tissue. Journal of agricultural and food chemistry. 37 1989: 276-286.
44. JORA N°68 . Arrêté du 21 Août 2011 relatif à la méthode de d étermination de l 'indice d'acide et d'acidité des corps gras d'origine animale et végétale..2012
45. Labioui h., Laarousi e., Benzakour a., El Yachioui m., Berny e. Et Ouhssine m. Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. p: 7-16.
46. Sagdıç O, Donmez M et Demirci M. Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk. Food Control.2004.15, 485–490
47. Samet-Bali O, Ayadi MA et Attia H. Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction. Food Science and Technology. 2010 42, 899–905
48. Agnusson M.Christiansson et Svensson B. Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. Journal of dairy science. n°90.2007. Pp 2745-2754;
49. Alais et Linden : Abrégé de biochimie alimentaire ED Masson, Paris 1987. Alais, Science du lait : principe des techniques laitières. Éd. Sep 1984. Paris.
50. Hassani B. et Khninech T. : Qualité microbiologique de quelques échantillons de beurre traditionnel commercialisés dans la commune de Djelfa (Master). Djelfa (Algérie) : MCA université de Djelfa. 2018 ; 40p

ANNEXE A

Matériel

Pipette graduée.
Dessiccateur.
Cuillère.
Etuve de chauffage.
Flacons.
Butyromètre à beurre.
Vase en verre.
Centrifugeuse.
Erlenmeyer.
Bain-marie.
Balance d'analyse.
Micro pipette.
Boîtes pétrie .
Tubes stériles.

Réactifs

Acide sulfurique.
Alcool Amylique.
Eau déminéralisée bouillie.
Acide acétique glacial.
Chloroforme.
Oxyde-diéthelique/éthanol.
Solution étalon de thiosulfate de sodium.
Solution d'amidon.
Hydroxyde de potassium.
Phénophtaléine.
Solution d'iodure de potassium saturée.
Milieu TSE.
Gélose Chapman.
Gélose VRBL.
Gélose Mac Conkey.

PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL STUDY OF TRADITIONAL BUTTER

1. INTRODUCTION

Milk and traditional dairy products hold an unquestionable place in culinary and cultural heritage. They are not merely economic commodities but rather products of significant cultural value. Their production embodies ancestral expertise, reflecting a rich history and local identity (1).

In Algeria, a diverse range of dairy products is prepared using naturally fermented milk. These products have played a vital role in the diet of the population, especially in rural areas. The most commonly consumed varieties include Lben, Raib, cheese, raw butter, and Smen, primarily distributed through informal channels (2).

The dairy sector in Algeria plays a crucial role in the agro-food industry, satisfying a substantial portion of the population's dietary needs. Traditional butter, in particular, is highly favored by consumers due to its exceptional food quality and sensory attributes.

Consumers need to be vigilant about the sanitary aspects of butter. Throughout the milking process, collection, and various stages of butter production, there may be alterations in physicochemical parameters and potential microbial contaminations, posing health risks to consumers. With this in mind, the present study aims to assess the physicochemical and bacteriological quality of traditional butter sold in creameries.

2. TOOLS AND METHODS

2.1. Tools

For the physicochemical it is a total of 10 traditional butter samples of 250g we bought from creameries. And 15 samples for for bacteriological analysis

2.2. Methods

The employed physicochemical analysis methods are the ones determined by the Algerian regulation.

The principle of determination of fat content (Gerber acid-butyrometric method) is that the fat content of the butter is separated from the proteins by adding sulfuric acid facilitated by the use of amyl alcohol and centrifugation. The fat content is directly read using a butyrometer.

As for humidity it is by heating a sample at 103°C until complete elimination of water and volatile materials, and determination of the mass loss.

The peroxide value is determination of the iodine released by peroxides using a starch indicator and a standard solution of sodium thiosulfate. Visually determine the endpoint of the titration. The peroxide value is typically expressed in milliequivalents (meq) of active oxygen per kilogram, but it can also be expressed (in SI units) in millimoles (mmol) of active oxygen per kilogram of oil.

For Acid Value and Acidity we dissolve a sample in a solvent mixture and titrate the free fatty acids present using an ethanolic solution of potassium hydroxide.

In the detection of total Coliforms we use deep-seeding of 1ml from each of the previous dilutions into 15ml of 1% deoxycholate agar that has been melted and cooled to 44+/-1°C. Homogenize the agar and inoculum. Allow the dishes to solidify on the benchtop. Incubate at 37°C for 24 to 48 hours. The Coliforms appear as numerous small colonies, dark red in color and approximately 0.5mm in diameter. We count only the plates containing 15 to 300 colonies, then we apply the arithmetic mean calculation formula.

For Escherichia coli Surface seeding of 2 drops from the 10-1 and 10-2 dilutions, onto a poured and dried MacConkey sorbitol agar incubation at 37°C for 48 hours. The colonies appear pink or white. We identify it using gram staining, catalase and oxidase tests, and urea and indole tests

The detection of Staphylococcus aureus is carried out in 2 steps: The first step is the enrichment using liquid Chapman of 1ml per dilution we incubate at 37°C for 24 hours. The second step is Isolation on pre melted Chapman agar by surface seeding then incubation at 37°C for 24 to 48hours. They appear medium-sized colonies, smooth, shiny, and pigmented in yellow, we identify them with Catalase test and gram staining.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physicochemical analysis

The results of the physicochemical analysis of the traditional butter are presented in (Table 1)

Table 1: Results of Physicochemical analysis of traditional butter samples.

Samp	Parameters			
	Humidity (%)	Fat content (%)	Peroxide Value (Meq/kg)	Acidity (%)
Min	13.05	63.36	0.40	0.69
Max	34.72	85.04	5.91	7.77

Mean	23.213	75.893	3.203	3.371
------	--------	--------	-------	-------

The humidity results vary from one sample to another. The values range between 13.05% and 34.72%, as shown in Table 1. The maximum moisture value allowed is 16% according to the Algerian regulation (37). The values of samples 1, 2, 3, 4, 6, 7, and 8 exceed the established limits, while for samples 5, 9, and 10, the moisture content is below the value determined by the Algerian standard. According to Apfelbaum et al. (18), moisture content has an impact on the quality of butter. A high moisture content promotes enzymatic hydrolysis, butter oxidation, and the growth of microbial species, which ultimately affect the product's quality.

Fat content is the most important component in butter. The results of fat content are variable, with values ranging between 63.36% and 85.04%. According to the official journal (38), the minimum fat content required for butter is 82%. Samples 1, 2, 3, 4, 6, and 8 have values below the regulatory standard, whereas samples 5, 7, 9, and 10 meet the standards. The fat content can vary based on factors such as the breed, lactation stage, food availability, and conditions during milking and transportation, as explained by references (13, 39, and 40)*.

According to some authors, it has been observed that fat and protein content tend to decrease inversely with the quantity of milk produced, and these two rates tend to decrease during successive lactations (41).

Peroxide Value (PV) The peroxide value ranges from 0.40 meq/kg to 5.91 meq/kg. The maximum allowed peroxide value is 0.50 meq/kg according to the official journal (43). Therefore, all the sample values exceed the specified standards, except for sample (5), which has a value of 0.40 meq/kg, complying with the regulations.

According to the reference (43), several factors influence lipid oxidation. These include intrinsic factors such as the fatty acid composition of lipids (number and position of unsaturations), the presence of pro-oxidants (metal ions, hemes, enzymes), or natural antioxidants (tocopherol, carotenoids). Extrinsic factors include temperature, light, oxygen partial pressure, and water activity. Lipid oxidation progresses during the storage period, likely due to lipid degradation, which results in an increase in peroxide and malondialdehyde levels

Acidity is one of the key parameters that determine the quality of raw milk used for butter production. The acidity results vary, with values ranging between 0.69% and 7.77%. According to the Algerian standard (38), the acidity of butter should not exceed 0.35%. The values of all 10 samples significantly exceed the standard. The pH and acidity depend on the

mineral and ion content, hygienic conditions during milking, microbial flora, and its activity (9).

According to the reference (45), pH and acidity depend on the casein content, mineral salts.

3.2. Bacteriological analysis

The results are reported in table 2

Table 2: analysis recap table.

	Mean of microbial load	Contamination rate
Total Coliforms	2.78 x 10 ⁴ UFC/g	46%
Escherichia coli	————	Absence
Staphylococcus aureus	————	66%

Based on the obtained results, the presence of total coliforms is noted in 6 out of 15 butter samples, with an average count of 2.78 x 10⁴ CFU/g. According to the reference (24), the total coliform count should be 10² CFU/ml, indicating that our analyzed butter samples are slightly contaminated.

Sagdic et al. (46) and Samet-Bali et al. (47) demonstrated a complete absence of coliforms in all analyzed samples, which was attributed to the acidifying activity of lactic acid bacteria inhibiting the growth of pathogenic microorganisms.

Thermotolerant coliforms, including *Escherichia coli*, can serve as indicators of possible fecal contamination. Their detection and enumeration provide an assessment of the extent of contamination in milk and dairy products (3). The presence of coliforms is likely due to poor transportation conditions and lack of hygiene during milk milking (48), leading to poor quality of the end product (butter), which is manually handled during its production, particularly during the washing and kneading phases.

The absence of *Escherichia coli* is likely due to the pH decrease. Indeed, some authors suggest that the low presence or absence of pathogenic flora can be explained by the initial contamination being affected by pH reduction and the antagonism of lactic acid bacteria (49). In the study conducted by Hassani and Khninech (50) as part of their master's degree, *E. coli* was detected in 3 samples of butter sold in the Djelfa municipality, with varying levels ranging from 4 x 10² CFU/g to 6.1 x 10² CFU/g.

Regarding *Staphylococcus aureus*, its presence is noted in 11 out of 15 butter samples, indicating a contamination rate of 66%. According to Brisabois et al. (27), the contamination

of milk and dairy products by pathogenic bacteria can have an endogenous origin, resulting from mammary excretion of sick animals, or an exogenous origin from the environment (water, personnel). The detection of staphylococci is performed to assess the sanitary quality of food products, particularly dairy products, as the presence of this species can cause food poisoning (3).

In the same study by Hassani and Khinech (50), the same 3 butter samples showed *S. aureus* counts of 1.47×10^2 CFU/g, 2.57×10^2 CFU/g, and 2.52×10^2 CFU/g, respectively.

CONCLUSION

At the end of this modest work, which may serve as a preliminary basis for further in-depth research on the subject, the following conclusions can be drawn:

The physicochemical quality of the analyzed samples of traditional butter showed significant variations in different parameters, including high acidity, humidity, and peroxide value. Meanwhile, the fat content and non-fat dry matter were generally low in most of the samples. Overall, the traditional butter does not meet regulatory standards in terms of physicochemical quality. Regarding microbiological quality, the results reflect a lack of hygiene in the processing and possibly in the sales areas, as well as the quality of the raw milk used in butter production.

To ensure better hygienic quality of traditional butter, it is imperative to adhere to the famous dynamic model (Environment, Material, Machinery, Manpower, and Method) from production to sale.

Mémoire PFE
2022/2023

BOUCENNA Zaki

Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires

Promoteur : Dr. ou Pr. BAZIZE Djamila

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DU BEURRE TRADITIONNEL

Résumé :

Le beurre traditionnel représente un produit alimentaire à large utilisation dans la pratique culinaire. C'est un produit fermenté à partir du lait cru entier par des méthodes empiriques. Ce produit constitue une part importante de l'alimentation algérienne et représente un patrimoine gastronomique qu'il convient de préserver et de protéger. L'objectif de la présente étude est la réalisation des analyses physico-chimiques (Humidité, Matière grasse, Matière sèche non grasse, Acidité et indice de peroxyde) et bactériologiques afin de vérifier la qualité du beurre traditionnel (Coliformes totaux, Escherichia coli, et Staphylococcus aureus).

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons montrent la non-conformité de la totalité des paramètres étudiés, à l'exception de la matière sèche non grasse qui ne dépasse pas le seuil d'acceptabilité par rapport aux normes Algériennes.

Concernant les analyses bactériologiques du beurre traditionnel, ils ont révélé la présence des Staphylococcus aureus à un taux de 66 %. La présence des coliformes totaux a montré un taux de contamination de 46 % (6/15) et le dénombrement a montré une charge moyenne de 2.78×10^4 UFC/g et l'absence des Escherichia coli.

Mots clés : *Beurre traditionnel, analyses bactériologiques, analyses physico-chimiques, Matière grasse.*