



Département de Technologie chimique industrielle

Thème :

**Etude de processus de fabrication et de
contrôle de qualité du beurre pasteurisé
« IGILAIT BEURRE »**

Réalisé par :

YFFOUR Randa

Tuteur de l'institut :

Mme BENHAMADA Malika

MCB / Institut de la Technologie, Université
de BOUIRA

Tuteur de l'entreprise :

Mme HAMAMA.H

Chef de laboratoire / laiterie IGILAIT

Soutenu devant le Jury :

Président : Mme BETTAYEB.S

MAA / Institut de la Technologie.

Examineur : Mme HAMIDOUCHE.S

MCB / Institut de la Technologie.

Remerciement

Tout d'abord, mes remerciements infinis sont adressés à « **Dieu tout puissant** » de m'avoir donné la volonté, la force, et le courage pendant toutes les années d'étude, et surtout pour l'accomplissement de ce travail à terme.

Je tiens à présenter mes sincères remerciements :

À mon encadrant, **Mme BENHAMMADA Malika**, pour la confiance qu'elle m'a accordée en acceptant de m'encadrer.

Pour sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire, pour son aide, ses critiques et suggestions, et surtout pour sa patience lors de la correction de ce rapport de stage.

Je remercie sincèrement le **Dr BALHADJER Younes**, pour son aide, ses précieux conseils, sa disponibilité, pour son partage de savoir et son encouragement.

Sincères remerciements.

À tous les membres du jury de mémoire :

- **Mme BETTAYEB.S**, d'avoir accepté la présidence du jury de la soutenance.
- **Mme HAMIDOUCHE.S**, qui a accepté d'examiner ce modeste travail.

Je tiens également à remercier chaleureusement tout le personnel de la laiterie IGILAIT, en particulier la directrice, Mme Hammama, pour ses conseils et les informations précieuses fournies pendant notre stage dans la laiterie.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

À vous tous, un grand merci.

Dédicaces

Dédicaces

*Avec l'aide du tout Puissant, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je
dédie :*

*À celui dont je porte le nom avec fierté, à celui qui m'a aidé à avancer
durant toute ma vie avec son amour, sa confiance, ses prières et ses
encouragements le plus cher papa « **Bachir** ».*

*À ceux qui m'ont donné l'amour, la tendresse et le courage et à la
femme dont l'affection et la grandeur d'âme m'ont permis de
surmonter tous les obstacles pour donner le meilleur de moi-même, à
toi ma très chère mère « **Hana** ».*

Que Dieu les protège et les garde pour moi.

*À mes adorables sœurs **Meriem** et **Anfal**, et à mon frère **Amir** que
j'aime très fort.*

*Et à mes compagnons au fil des ans, ainsi qu'à tous ceux qui m'ont
aidé et soutenu sur ce chemin. Merci à vous tous, je ne serais pas
arrivé sans votre grâce après Dieu.*

Enfin, à tous ceux qui m'aiment.

Randa

Résumé

La présente étude a été menée dans le cadre d'un mémoire de licence afin de suivre les différentes étapes de la fabrication ainsi que le contrôle de la qualité du beurre pasteurisé produit par la laiterie « IGILAIT ». Le contrôle de la qualité du beurre pasteurisé permet d'évaluer la conformité du processus de fabrication du beurre et de vérifier sa qualité selon les normes et les réglementations en vigueur.

Des analyses physicochimiques et des tests microbiologiques ont été réalisées tout au long du processus de fabrication pour évaluer les caractéristiques du beurre.

Les résultats obtenus ont démontré que le processus de fabrication du beurre pasteurisé dans la laiterie « IGILAIT » était bien maîtrisé et respectait les normes de qualité. Les analyses physicochimiques ont révélé des valeurs dans les plages acceptables. Et les tests microbiologiques ont confirmé la bonne hygiène du produit. Cela témoigne de la rigueur des pratiques de contrôle sanitaire mises en place par la laiterie.

Mots clés: Beurre pasteurisé, fabrication, contrôle qualité, normes, réglementations, physico-chimique, microbiologique.

Abstract

The present study was carried out within the framework of a thesis of license in order to follow the various stages of the manufacture as well as the control of the quality of the pasteurized butter produced by the dairy "IGILAIT". The quality control of pasteurized butter makes it possible to assess the conformity of the butter manufacturing process and to verify its quality according to the standards and regulations in force.

Physicochemical analyzes and microbiological tests were carried out throughout the manufacturing process to assess the characteristics of the butter.

The results obtained showed that the pasteurized butter manufacturing process in the "IGILAIT" dairy was well controlled and complied with quality standards. Physicochemical analyzes revealed values within acceptable ranges. And microbiological tests have confirmed the good hygiene of the product. This testifies to the rigor of the sanitary control practices put in place by the dairy.

Key words: Pasteurized butter, manufacturing, quality control, standards, regulations, physic-chemical, microbiological.

ملخص

أجريت الدراسة الحالية في إطار مذكرة الليسانس لمتابعة مراحل التصنيع المختلفة وكذلك مراقبة جودة الزبدة المبسترة التي تنتجها شركة الألبان "إيجيلي". تتيح مراقبة جودة الزبدة المبسترة تقييم مطابقة عملية تصنيع الزبدة والتحقق من جودتها وفقاً للمعايير واللوائح المعمول بها.

تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والاختبارات الميكروبيولوجية طوال عملية التصنيع لتقييم خصائص الزبدة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن عملية تصنيع الزبدة المبستر في شركة الألبان "إيجيلي" تخضع لمراقبة جيدة وتتوافق مع معايير الجودة. كشفت التحليلات الفيزيائية والكيميائية القيم ضمن النطاقات المقبولة. وأكدت الاختبارات الميكروبيولوجية على نظافة المنتج. هذا يشهد على صرامة ممارسات الرقابة الصحية التي وضعتها شركة الألبان.

الكلمات المفتاحية: الزبدة المبسترة ، التصنيع ، ضبط الجودة ، المعايير ، اللوائح ، الفيزيائية والكيميائية ، الميكروبيولوجية.

Sommaire

Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie théorique

Présentation de l'entreprise

I.1	Présentation de la laiterie IGILAIT	2
I.2	Différentes structures de l'unité.....	2
I.3	Produit fabriqués	2

Chapitre I : Du lait au beurre

II.1	Lait	3
II.1.1	Définition	3
II.1.2	Composition	3
II.2	Matière Grass	4
II.2.1	Définition	4
II.2.2	Compositions	4
II.3	Beurre	5
II.3.1	Définition	5
II.3.2	Compositions et structure.....	5
II.3.3	Types.....	6
II.3.4	Processus de fabrication	7
II.3.4.1	Collecte du lait.....	7
II.3.4.2	Pasteurisation.....	7
II.3.4.3	Ecrémage.....	7
II.3.4.4	Pasteurisation de la crème	8
II.3.4.5	Refroidissement de la crème pasteurisée.....	8
II.3.4.6	Maturation de la crème.....	8
II.3.4.7	Barattage.....	9
II.3.4.8	Lavage, malaxage et moulage.....	9
II.4	Qualité des beurres pasteurisés	9
II.4.1	Méthodes d'examen des beurres pasteurisés.....	9

Partie pratique

I.	Processus de Fabrication du beurre pasteurisé « IGILAIT BEURRE »	12
-----------	--	----

I.1	Réception du lait cru.....	12
I.2	Pasteurisation du lait.....	13
I.3	Ecrémage	13
I.4	Pasteurisation de la crème.....	13
I.5	Barattage.....	14
I.6	Malaxage.....	15
I.7	Conditionnement	16
II	Contrôle physico-chimique	17
II.1	Contrôle de la qualité du lait	17
II.1.1	Densité du lait.....	17
II.1.2	Acidité du lait	17
II.1.3	pH du lait.....	18
II.2	Contrôle de la qualité du beurre pasteurisé (produit fini)	18
II.2.1	Contrôle organoleptique.....	18
II.2.2	Contrôle physico-chimiques	18
II.2.2.1	Point de fusion et point de solidification	18
II.2.2.2	pH du beurre	19
II.2.2.3	Taux d'humidité	19
II.2.2.4	Teneur en matière grasse.....	19
III	Contrôle microbiologique du produit fini	20
III.1	Préparation de milieu de culture.....	21
III.2	Préparation de la phase aqueuse	21
IV	Contrôle physico-chimique	23
IV.1	Contrôle de la qualité du lait	23
IV.1.1	Densité	23
IV.1.2	pH et acidité titrable.....	23
IV.2	Contrôle de la qualité du beurre pasteurisé	24
IV.2.1	Contrôle organoleptique	24
IV.2.2	Contrôle physicochimique.....	25
IV.2.2.1	Points de fusion et de solidification	25
IV.2.2.2	pH.....	25
IV.2.2.3	Détermination du taux d'humidité	26
IV.2.2.4	Teneur en matière grasse	26
IV.2.3	Analyse microbiologique	27
	Conclusion	28
	Références Bibliographiques.....	29

Liste des tableaux

Tableau I-1: Principaux constituants du lait [3].	3
Tableau III-2 : Résultats de la densité du lait.....	23
Tableau III-3 : Résultats du pH de l'acidité du lait.....	23
Tableau III-4 : Résultats de contrôle organoleptique.	24
Tableau III-5 : Résultats d'analyses physico-chimique du beurre.....	25
Tableau III-6 : Résultats de teneur en matière grasse du beurre.	26

Liste des figures

Figure II-1 : Cuve de stockage.....	14
Figure II-4 : Malaxage du beurre.....	15
Figure II-2 : Crème avant barattage.	15
Figure II-3 : Formation des petits grains du beurre.	15
Figure II-5 : Beurre pasteurisé conditionné (produit fini).....	16
Figure II-6 : Diagramme représentatif de processus de fabrication du beurre.	16
Figure II-7 : Lactodensimètre.....	17
Figure II-8 : Butyromètre.	20
Figure II-9 : VRBG - Gélose.....	22

Liste des abréviations

E :	échantillon.
pH :	potentiel hydrogène.
UFC/g :	unités formant colonies par gramme.
VRBG :	Violet cristal Rouge neutre Bile Glucosée.

Introduction

Introduction

Le beurre est un aliment qui existe depuis des siècles et a une longue histoire dans la gastronomie mondiale. Cependant, c'est au XIX^e siècle que la pasteurisation, une technique révolutionnaire de traitement thermique, a été introduite dans l'industrie laitière pour améliorer la sécurité alimentaire et prolonger la durée de conservation des produits laitiers, y compris le beurre.

La pasteurisation du lait et du beurre a été une avancée majeure en matière de sécurité alimentaire. Elle permet de réduire les risques de contamination bactérienne, en éliminant ces micro-organismes sans altérer les caractéristiques sensorielles du beurre.

La qualité du beurre pasteurisé est un aspect crucial qui nécessite une surveillance constante. Des normes de contrôle qualité strictes sont mises en place pour garantir la conformité du beurre pasteurisé aux normes sanitaires et nutritionnelles. Des tests sont effectués à différentes étapes du processus de fabrication, notamment pour évaluer la teneur en matière grasse, l'absence de contaminants et la stabilité du produit. Des méthodes d'analyse sensorielle sont également utilisées pour évaluer les attributs organoleptiques du beurre, tels que la texture, la couleur et le goût.

Comprendre le processus de production et les facteurs qui affectent sa qualité est crucial pour maintenir et améliorer la qualité du produit. Par conséquent, l'étude de la production de beurre est essentielle pour assurer la durabilité de l'industrie. En outre, l'évaluation des méthodes de production et l'identification des domaines susceptibles d'être améliorés peuvent contribuer à accroître l'efficacité de la production, ce qui peut profiter à la fois aux producteurs et aux consommateurs.

Notre étude nous permet de comprendre les différentes étapes de la production au niveau de la laiterie « IGILAIT », depuis la collecte du lait jusqu'à la mise en pot du beurre. En se basant sur deux parties principales ; une partie théorique qui porte sur des généralités sur le lait, sa matière grasse et le beurre avec une présentation de la laiterie, et une partie pratique qui porte sur le processus de Fabrication du beurre pasteurisé et son contrôle qualité.

Partie

Théorique

Présentation de
L'entreprise

I.1 Présentation de la laiterie IGILAIT

La Ferme Laitière El Amel, labellisée « IGILAIT », est une entreprise privée implantée dans les communes d'El Amir Abdelkader et Daïra de Taher, sur un site extérieur au siège de l'Etat, à environ 7 km exactement dans la région de Tassoust.

Spécialisée dans la production de lait et de produits laitiers (lait, beurre, fromage...), la laiterie emploie 50 personnes dont 15% cadres universitaires.

La laiterie est dotée d'une capacité de production de 150 mille litres / jour, tous produits confondus.

I.2 Différentes structures de l'unité

La laiterie dispose d'un terrain en concession de 10526 m² dont pratiquement 3100 m² couverte. Sa structure se compose de :

- Administration.
- Unité de collecte d'une capacité de 26000 litres.
- Atelier de recombinaison de lait.
- Atelier de leben.
- Atelier Beurrerie.
- Fromage à pâte molle, type camembert en r+2 sur 300 m²

I.3 Produit fabriqués

Les produits de l'unité sont :

- Le lait pasteurisé partiellement écrémé (en sachet d'un litre et poudre).
- Le lait entier.
- Le lait de vache demi écrémé.
- Le leben et Raib.
- La crème fraîche.
- Le beurre pasteurisé et S'men.
- Le fromage (type camembert) et crème de camembert.

Chapitre I

Du Lait au Beurre

II.1 Lait

II.1.1 Définition

La première définition du lait apparaît en 1908, au Congrès international de la Répression des Fraudes de Paris. Le mot « lait » a été défini comme : « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ». Le décret du 25 mars 1924 précise que la dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache [1].

Le lait est un liquide blanc, opaque, visqueux, légèrement alcalin, d'une saveur suave et douceâtre. Il est sécrété par les glandes mammaires des mammifères femelles, pendant toute la période de lactation, c'est-à-dire, pendant le temps où le lait est destiné à nourrir les petits de l'espèce. C'est un aliment complet, c'est-à-dire qu'il renferme tous les éléments nécessaires à la nutrition de l'enfant, tels que les protides, les lipides, les glucides, les sels minéraux et les vitamines [2].

II.1.2 Composition

La masse de lait courante est constituée d'eau, la solution contient de la caséine, du lactose et quelques sels minéraux, et la suspension contient de la caséine et la majeure partie de la matière grasse [3].

Les proportions relatives de ces différents constituants sont très variable et fluctue entre les limites suivantes :

Tableau I-1: Principaux constituants du lait [3].

Désignation	Maximum (100%)	Minimum (100%)
Eau	90	83
Caséine	4,3	1,9
Matière grasse	4,5	1,5
Lactose	5,5	3
sels	1	0,65

II.2 Matière Grass

La matière grasse est un composant essentiel du lait et des produits laitiers tels que le beurre. Elle est composée de différents types de lipides, notamment les acides gras saturés, insaturés et trans. Les matières grasses jouent un rôle important dans la qualité sensorielle des produits laitiers en leur donnant une texture crémeuse, une saveur et un arôme caractéristiques [4].

II.2.1 Définition

La matière grasse du lait est définie comme étant la fraction lipidique du lait, qui est composée d'un mélange complexe de triglycérides, de phospholipides, de stérols et d'autres composés mineurs tels que les glycolipides et les acides gras libres [5].

On dit aussi que la matière grasse du lait est une émulsion de globules gras sphériques d'un diamètre d'environ 1 à 10 μm dispersés dans l'eau. Les globules gras sont entourés d'une membrane appelée membrane primaire composée de substances à caractère émulsifiant, notamment des protéines et de phospholipides. La matière grasse du lait est la partie du lait qui donne une texture crémeuse et une saveur riche. Elle contient également des vitamines liposolubles et des acides gras essentiels. Le pourcentage de matière grasse dans le lait peut varier selon les espèces animales et les techniques de production laitière [6].

II.2.2 Compositions

La composition de la matière grasse du lait peut varier en fonction de nombreux facteurs, tels que la race de la vache, l'alimentation, la saison, le stade de lactation, etc. Cependant, en général, la matière grasse du lait de vache est composée d'environ 98% de triglycérides et de 2% d'autres lipides, tels que des phospholipides, des glycolipides et des stérols.

Les acides gras représentent une grande partie de la composition des triglycérides dans la matière grasse du lait. Les acides gras saturés, tels que l'acide palmitique et l'acide stéarique, représentent environ 70% des acides gras présents, tandis que les acides gras insaturés, tels que l'acide oléique et l'acide linoléique, représentent environ 30% des acides gras présents [7].

II.3 Beurre

II.3.1 Définition

Le beurre est à la fois une dénomination juridiquement protégée au niveau européen depuis la publication d'un règlement européen Organisation Commune de Marché unique (n° 1234/2007) et un terme générique qui englobe en fait plusieurs familles de corps gras laitiers solides. Il est défini dans le décret n° 88-1204 du 30 décembre 1988 (version en vigueur au 2/05/2021), réglementant la fabrication et la vente des beurres et de certaines spécialités laitières de cette manière : « la dénomination "beurre" est réservée au produit laitier, de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques, dont les constituants sont d'origine laitière ». Avec ou sans qualificatif (demi-sel, salé, etc.), le beurre doit être composé de 82 % de matière grasse butyrique minimum, de 16 % d'eau maximum, et 2 % de matière sèche non grasse maximum [8].

On peut aussi dire simplement, 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 d'huile (E/H) [9].

II.3.2 Compositions et structure

Le beurre se décrit comme une émulsion d'eau dans la matière grasse. Il contient environ 80 à 84% de matière grasse, de 14 à 16% d'eau et moins de 2% de matières non grasses.

La matière grasse dans le beurre est présente sous deux formes : la matière grasse globulaire composée d'acides gras saturés, insaturés et polyinsaturés, et la matière grasse libre qui est principalement composée d'acides gras saturés. Les globules de matière grasse ont un diamètre d'environ 1-10 microns et sont en suspension dans une phase aqueuse, Au sein de ses derniers, on trouve des cristaux de matière grasse solide [10].

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- 25µm) et intégrée dans la matière grasse (au niveau des membranes des globules gras), et des bulles d'air (>20 µm) [11].

II.3.3 Types du beurre

Le beurre est un produit laitier largement consommé dans le monde entier. Il existe plusieurs types de beurre, chacun ayant des caractéristiques distinctes en termes de saveur, de texture et d'utilisation culinaire. Les types de beurre les plus courants sont [12]:

- a) **Beurre doux** : il est composé d'environ 80% de matières grasses laitières, avec une teneur en eau d'environ 15 %, et a une texture crémeuse et douce. Il est souvent utilisé en cuisine pour sa capacité à ajouter de la richesse et de la saveur aux aliments.
- b) **Beurre salé** : également appelé beurre demi-sel, il est similaire au beurre doux, mais contient une petite quantité de sel varie d'un producteur à l'autre, mais elle est généralement comprise entre 1,5 % et 3 %, ajouté pour donner une saveur salée.
- c) **Beurre allégé ou light** : Le beurre allégé contient moins de matières grasses que le beurre standard, généralement entre 40 % et 60 % (La crème est préalablement pasteurisée).
- d) **Beurre de culture** : fabriqué à partir de lait qui a été fermenté avec des bactéries lactiques, ce beurre a une saveur plus complexe et une texture plus ferme que le beurre doux. Ainsi qu'une plus longue durée de conservation.
- e) **Beurre clarifié** : également appelé ghee, c'est un beurre qui a été chauffé pour éliminer les impuretés et les protéines laitières. Il est donc exempt de lactose et de caséine et a une saveur de noisette riche. Le beurre clarifié a également une température de fumée plus élevée, ce qui le rend idéal pour la cuisson à haute température.
- f) **Beurre cru** : il est obtenu exclusivement à partir de crème n'ayant pas subi de traitement d'assainissement, mise à part la réfrigération du lait après la traite dans des tanks à lait à 4°C, en vue de sa conservation (Il se conserve moins longtemps que les autres beurres) [13].

Il existe également d'autres types de beurre, tels que le beurre aromatisé et le beurre de noix, qui sont fabriqués en ajoutant des ingrédients tels que des herbes ou des noix au beurre.

II.3.4 Processus de fabrication

Depuis que l'homme produit du beurre, le procédé n'a pas vraiment changé. La seule différence réside dans l'industrialisation: ce qui se faisait à la main autrefois se fait aujourd'hui avec des machines dans les laiteries.

La fabrication du beurre passe par deux grandes étapes. Les opérations de préparation de la crème (écrémage, pasteurisation, refroidissement, maturation) puis la fabrication du beurre proprement dite (barattage, lavage du beurre, malaxage et conditionnement). La matière première est le lait frais [14].

II.3.4.1 Collecte du lait

Le lait est collecté auprès des producteurs laitiers et transporté par camion-citerne isotherme et réfrigérés à la laiterie, afin d'être analysé, puis pasteurisé. Le lait peut être collecté auprès de différentes sources telles que les fermes laitières ou les coopératives laitières. La qualité du lait est un facteur important dans la production du beurre pasteurisé, donc le lait doit être contrôlé pour s'assurer qu'il ne contient pas de contaminants ou d'agents pathogènes.

II.3.4.2 Pasteurisation

Le lait est pasteurisé pour éliminer les bactéries pathogènes et prolonger la durée de conservation du beurre. La pasteurisation est un traitement thermique appliqué au lait à une température élevée pendant une courte période de temps dans le but de réduire le nombre de micro-organismes pathogènes à un niveau qui ne présente pas de dangers majeurs pour la santé.

Le lait est chauffé à une température d'environ 72°C pendant 15 secondes, puis refroidi rapidement à une température inférieure à 4°C. La pasteurisation peut être effectuée à l'aide d'une machine de pasteurisation à plaques ou à tubes, ou d'un pasteurisateur à cuve.

II.3.4.3 Ecrémage

Le lait est alors séparé de la crème à l'aide d'une écrémeuse centrifuge, qui permet une séparation instantanée et complète des deux éléments. La force centrifuge permet de séparer les globules de matière grasse du lait écrémé. Les globules de matière grasse sont expulsés vers l'extérieur de la centrifugeuse, où ils sont recueillis et collectés. C'est cette crème qui servira ensuite à créer le beurre [15].

II.3.4.4 Pasteurisation de la crème

La crème est chauffée à une température d'environ 85 °C pendant 15 à 30 minutes pour éliminer les bactéries pathogènes et prolonger la durée de conservation du beurre.

II.3.4.5 Refroidissement de la crème pasteurisée

La crème pasteurisée est rapidement refroidie à une température de 4 à 6 °C pour empêcher la multiplication des bactéries et préserver sa qualité.

II.3.4.6 Maturation de la crème

La crème obtenue est ensuite mise à maturation, stockée dans des cuves pendant environ 12 à 16 heures à une température de 8 à 10°C. Il s'agit d'introduire des ferments lactiques dans la crème afin d'amener la crème à s'épaissir, s'acidifier et prendre du goût.

➤ **Maturation physique** : cette méthode consiste à stocker la crème liquide à une température contrôlée et à la maintenir en mouvement pour permettre la coalescence des globules de matière grasse, ce qui entraîne une augmentation de la taille des globules de matière grasse et la solidification des acides gras, permettant un épaississement naturel de la crème.

Le temps de maturation physique peut varier de quelques heures à plusieurs jours, selon la quantité et la qualité de la crème. Des études ont montré que la maturation physique peut améliorer la qualité du beurre en augmentant le rendement en matière grasse et en améliorant la texture et la saveur [16].

➤ **Maturation biologique** : est un processus clé qui implique la fermentation des sucres lactiques par les bactéries lactiques naturellement présentes dans la crème [17].

Pendant ce processus, les bactéries lactiques métabolisent le lactose et d'autres sucres présents dans la crème en acide lactique, ce qui abaisse le pH de la crème ($4,7 < \text{pH} < 5,8$). La diminution du pH favorise la coalescence des globules de matière grasse, conduisant à l'épaississement de la crème. De plus, elle permet le développement d'arômes et de saveurs caractéristiques du beurre grâce à la production de composés aromatiques par ces bactéries pendant la fermentation [17].

La maturation biologique peut être réalisée de différentes manières, notamment par l'utilisation de cultures bactériennes spécifiques. Les cultures lactiques sont ajoutées à la crème et incubées à une température contrôlée, pendant plusieurs heures. On peut citer :

- 8°C maturation très longue 36/48 heures.

- 16°C maturation longue 24/36 heures.
- 20°C maturation courte 12/20 heures.

II.3.4.7 Barattage

Pour obtenir du beurre à partir de cette crème, cette dernière est battue fortement à l'aide d'une baratte mécanique. Petit à petit se forment des petits grains jaunes baignant dans le petit lait, aussi appelé babeurre. Ce sont ces grains qui vont permettre de former le beurre, ils sont séparés du petit lait et lavés à l'eau pure pour enlever toute trace de babeurre.

II.3.4.8 Lavage, malaxage et moulage

- **Lavage** : le beurre est lavé avec de l'eau froide pour éliminer les traces de petit-lait et éviter l'oxydation du beurre.
- **Malaxage** : le beurre est malaxé, jusqu'à obtenir la texture lisse et homogène, et également pour enlever l'eau et lactosérum résiduelle [18].
- **Moulage** : le beurre est moulé en blocs ou en plaquettes et stocké à une température contrôlée inférieure à 4°C.

II.4 Qualité des beurres pasteurisés

Le contrôle qualité du beurre pasteurisé est un processus important pour garantir la sécurité et la qualité alimentaire du produit final.

Les critères de qualité du beurre pasteurisé sont réglementés par les autorités sanitaires et varient en fonction des normes et des exigences locales [19].

II.4.1 Méthodes d'examen des beurres pasteurisés

a) Examens organoleptiques

Sont des méthodes d'évaluation sensorielle qui permettent d'analyser les caractéristiques sensorielles du beurre, telles que son aspect, odeur, goût, texture et humidité. Ces évaluations sont effectuées par des panels de dégustateurs formés, qui utilisent leurs sens pour évaluer la qualité et les attributs du beurre à l'aide de différentes méthodologies, telles que des échelles d'évaluation sensorielle ou des tests comparatifs.

- **Aspect**: L'évaluation de l'apparence du beurre porte sur des critères tels que la couleur, l'uniformité, la brillance et la texture de la surface [20].

- **Odeur:** Évaluation de l'arôme du beurre, qui peut présenter des notes lactiques, crémeuses, douces ou fermentées [21].
- **Goût:** L'évaluation de la saveur du beurre comprend l'analyse des différentes notes gustatives, telles que le goût sucré, salé, acide ou amer. on peut également détecter des défauts tels que l'amertume, la rancidité ou les off-flavors indésirables [21].
- **Texture:** L'évaluation de la texture porte sur des caractéristiques telles que la consistance, la fermeté, la crémosité, la fonte en bouche et la sensation de gras [21].

b) Examens chimiques

Sont des analyses réalisées pour déterminer la composition chimique et la qualité du produit.

- **Teneur en matière grasse:** Il s'agit de mesurer la quantité de matière grasse présente dans le beurre. Cela se fait généralement par une méthode de gravimétrie, qui consiste à extraire et peser la matière grasse [22].
- **Teneur en humidité:** Cette analyse permet de déterminer la teneur en eau présente dans le beurre. On utilisant la méthode de séchage gravimétrique, qui consiste à mesurer la perte de poids du beurre lorsqu'il est soumis à une température élevée, généralement entre 100 et 105°C, pendant une période spécifiée [22].
- **pH:** mesure l'acidité ou l'alcalinité du produit. Le pH du beurre est généralement légèrement acide, avec des valeurs typiques situées entre 6,0 et 6,6. Il peut être déterminé à l'aide d'un pH-mètre, introduit dans une solution de beurre dissoute dans de l'eau distillée ou un autre solvant approprié [22].
- **L'insoluble dans l'éther:** est une caractéristique chimique utilisée pour évaluer la pureté et la qualité du beurre. Désigne la fraction de composés lipidiques qui ne se dissolvent pas dans l'éther lorsqu'il est utilisé comme solvant. Ce résidu contient principalement des acides gras non estérifiés, des esters de glycérol et d'autres composés lipidiques insolubles dans l'éther [23].
- **La teneur en phosphatase:** est un indicateur couramment utilisé pour évaluer la pasteurisation du lait utilisé dans sa fabrication [23].

c) Examens biologiques

Sont effectués pour évaluer la présence et la concentration de bactéries dans le produit, ce qui est essentiel pour garantir la sécurité alimentaire [24].

- **Comptage total des bactéries:** Cet examen consiste à déterminer le nombre total de bactéries présentes dans le beurre. Il est effectué en utilisant des méthodes de dilution et d'ensemencement sur milieu de culture approprié. Le résultat est exprimé en UFC/g (unité formant colonie par gramme).
- **Recherche de bactéries pathogènes:** Certains micro-organismes pathogènes peuvent contaminer le beurre, ce qui présente un risque pour la santé. Des méthodes spécifiques sont utilisées pour détecter la présence de bactéries pathogènes telles que *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, etc.
- **Recherche de bactéries lactiques:** Les bactéries lactiques sont naturellement présentes dans le lait et peuvent influencer la qualité et les caractéristiques du beurre. Leur dénombrement permet d'évaluer la flore bactérienne indigène du produit.

Partie

Pratique

Chapitre II :

Matériels et méthodes

L'objectif principal de cette étude est de comprendre et d'évaluer les différentes étapes du processus de fabrication du beurre pasteurisé au niveau de la laiterie IGILAIT à Jijel, ainsi que les paramètres de contrôle de qualité associés.

L'étude expérimentale se concentrera sur ces différentes étapes, en examinant les effets des variations de paramètres tels que la température, le temps de pasteurisation, la teneur en matière grasse du lait, etc. Les données obtenues seront ensuite analysées pour évaluer leur impact sur la qualité du beurre, en termes de goût, de texture, de stabilité et de durée de conservation.

Ce travail vise à approfondir notre compréhension des processus impliqués dans sa production, et peuvent fournir des informations précieuses pour les industries laitières et contribuer à l'amélioration des normes de fabrication et de sécurité alimentaire.

I. Processus de Fabrication du beurre pasteurisé « IGILAIT BEURRE »

I.1 Réception du lait cru

Des collecteurs de lait expérimentés se rendent dans les fermes pour collecter le lait fraîchement produit. Ils prélèvent des échantillons pour des analyses de qualité et veillent à ce que le lait soit manipulé de manière appropriée. Une fois collecté, le lait cru est transporté dans des camions citernes spécialement conçus pour le transport du lait, fabriqués à partir de matériaux non oxydables. Ces camions citernes sont équipés de systèmes de réfrigération pour maintenir le lait à une température basse, préservant ainsi sa qualité pendant le transport.

Une fois arrivé à la laiterie, le lait cru est temporairement stocké dans des cuves spéciales appelées cuves de réception, maintenues à une température basse pour préserver sa fraîcheur, car ce stockage temporaire permet de regrouper le lait collecté en différents lots.

Des échantillons de lait cru sont prélevés et analysés en laboratoire pour évaluer sa composition et détecter d'éventuels contaminants. En fonction des résultats de ces analyses, des mesures appropriées sont prises pour le traitement du lait cru, telles que la pasteurisation pour éliminer les agents pathogènes ou d'autres traitements tels que la standardisation de la teneur en matière grasse.

En plus des tests de qualité sont également réalisés pour évaluer sa densité, son acidité et son pH.

I.2 Pasteurisation du lait

La pasteurisation du lait est réalisée grâce au contact des plaques chaudes. Le lait cru est chauffé rapidement à une température d'environ 85°C et maintenu à cette température pendant une durée spécifiée, généralement de 2 à 3 minutes.

Après la pasteurisation, le lait est refroidi rapidement à 4°C pour éviter toute recontamination et est ensuite prêt pour l'écémage.

I.3 Ecrémage

L'écémage par centrifugation consiste à séparer la matière grasse du lait en exploitant la différence de densité à une température de 30-35°C, également appelée crème, qui sera utilisée pour la production du beurre.

Le lait est introduit dans la centrifugeuse qui est un équipement rotatif. Lorsque la centrifugeuse est activée, elle crée une force centrifuge qui pousse les particules plus lourdes, comme les matières grasses, vers les parois de la centrifugeuse. En même temps, le lait écémé plus léger reste près du centre.

La crème ainsi obtenue contient une teneur en matières grasses plus élevée, généralement autour de 35% à 45%, tandis que le lait écémé restant contient une teneur en matières grasses réduite.

I.4 Pasteurisation de la crème

Dépend sur la méthode du choc thermique qui utilisée pour traiter la crème avant sa transformation en beurre. Cette méthode consiste à soumettre la crème à des variations rapides de température.

Elle comprend généralement trois étapes : **Préchauffage** qui consiste à chauffer la crème à une température relativement basse, généralement autour de 40°C à 45°C. **Chauffage rapide** à une température élevée, généralement autour de 92°C à 95°C, pendant une durée très courte de 15 à 30 secondes. Puis à la **refroidir rapidement** entre 7°C à 18°C.

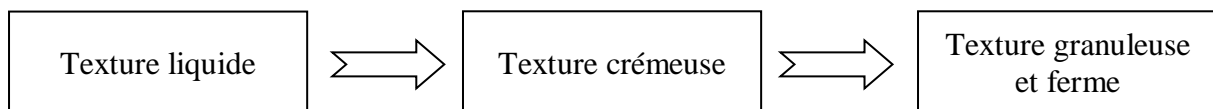
Ensuite, elle est stockée dans des cuves (tanks) de 6000L pendant environ 15 heures (considérées comme **maturation physique naturel**), à des températures comprises entre 4°C à 6°C, équipées d'un agitateur et d'un thermomètre. Le remplissage se fait par le bas pour éviter la formation de la mousse.



Figure II-1 : Cuve de stockage.

I.5 Barattage

Cette étape consiste à provoquer des chocs mécaniques sur la crème induisant une inversion de phase.



Par agitation vigoureuse qui provoque la coalescence des globules de matière grasse présente dans la crème, formant ainsi des agrégats solides de beurre. Au fur et à mesure du barattage qui peut durer plus de 30 minutes, les agrégats de matière grasse se séparent du liquide restant, appelé babeurre ou petit-lait.



Figure II-2 : Crème avant barattage.



Figure II-3 : Formation des petits grains du beurre.

Une fois que le barattage est terminé et que le beurre est formé, il est soumis à un processus de lavage à l'eau froide deux à trois fois avec plusieurs étapes de brassage et d'égouttage jusqu'à ce que l'eau de rinçage devienne claire.

I.6 Malaxage

S'effectue dans la baratte à vitesse lente et peut être affiné à la main. Cette opération favorise une meilleure cohésion des agrégats de matière grasse, d'éliminer le babeurre restant ainsi que l'eau excédentaire, ce qui donne au beurre une texture crémeuse et uniforme.



Figure II-4 : Malaxage du beurre.

I.7 Conditionnement

C'est la dernière étape de ce processus, où le beurre est emballé dans des emballages en papier aluminium de 500g.



Figure II-5 : Beurre pasteurisé conditionné (produit fini).

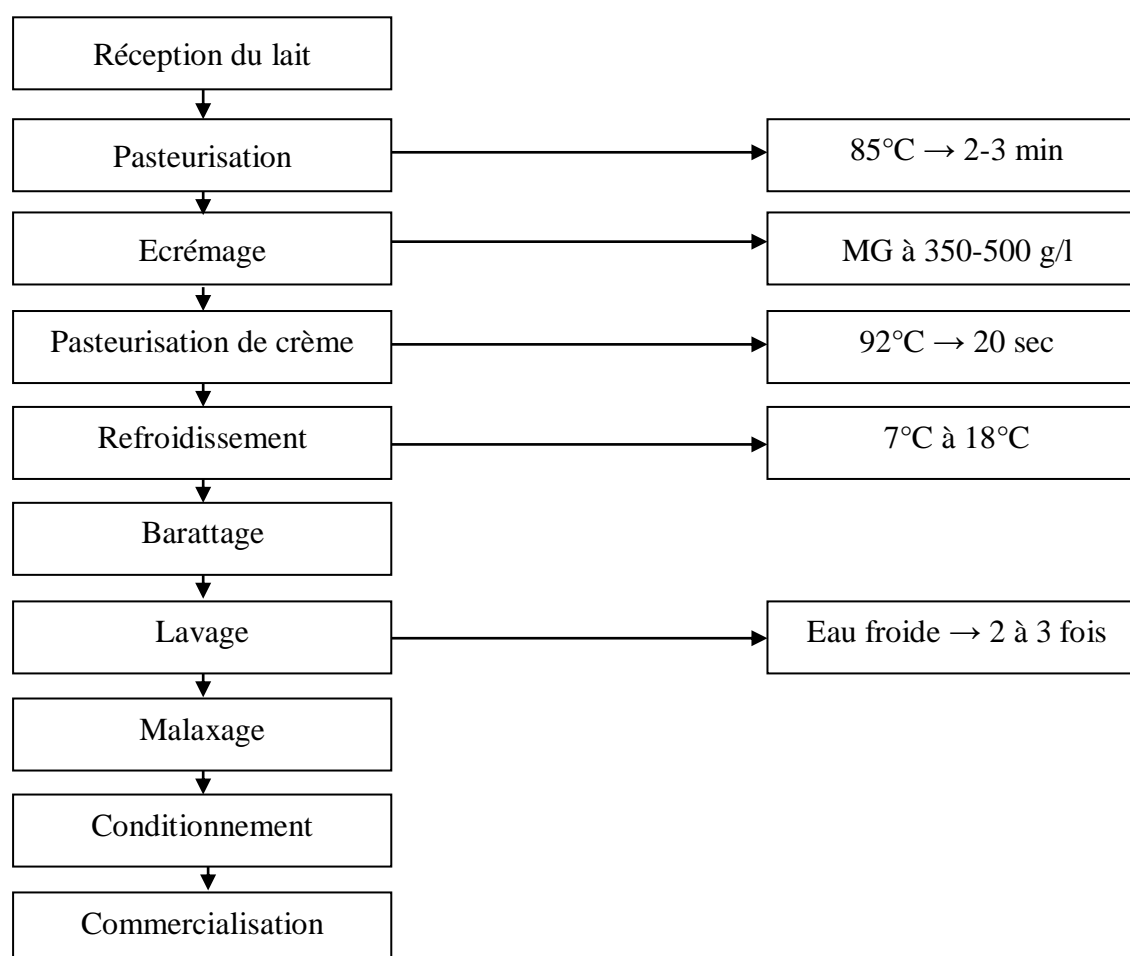


Figure II-6 : Diagramme représentatif de processus de fabrication du beurre.

II Contrôle physico-chimique

II.1 Contrôle de la qualité du lait

II.1.1 Densité du lait

C'est une mesure de sa masse volumique relative par rapport à l'eau. Elle est généralement mesurée à l'aide d'un lactodensimètre, un instrument spécialement conçu pour cette mesure.

- On remplit l'éprouvette avec l'échantillon du lait.
- On introduit le lactodensimètre dans l'éprouvette.
- Après la stabilisation de l'appareil, on lit directement la valeur de la densité sur les graduations du lactodensimètre.



Figure II-7 : Lactodensimètre.

II.1.2 Acidité du lait

C'est principalement dû à la présence d'acide lactique produit par les bactéries lactiques naturellement présentes dans le lait. Elle est influencée par différents facteurs, tels que la composition du lait, les conditions de stockage et la présence de micro-organismes.

La mesure de l'acidité du lait est généralement effectuée en utilisant une méthode appelée **titration acido-basique**. Dans cette méthode, on utilise l'hydroxyde de sodium (NaOH), en présence d'un indicateur coloré adéquat (phénolphthaléine), pour neutraliser l'acidité présente dans le lait. Elle est généralement exprimée en pourcentage d'acide lactique ou en degrés Dornic (°D).

Avec : V (ml): Volume de la chute de la burette.

(1)

$$\text{Acidité (°D)} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

II.1.3 pH du lait

C'est une mesure de la concentration en ions d'hydrogène (pH) du lait, Une augmentation de l'acidité peut être le signe d'une contamination bactérienne. Elle est mesurée à l'aide d'un pH-mètre, un instrument qui permet de mesurer le pH avec précision.

II.2 Contrôle de la qualité du beurre pasteurisé (produit fini)

II.2.1 Contrôle organoleptique

L'analyse sensorielle repose sur la dégustation de produit et sur l'analyse des réponses sensorielles données par les dégustateurs.

Des échantillons représentatifs de beurre ont été préparés et conservés dans des conditions appropriées pour préserver leur qualité.

- **Évaluation visuelle** : Les échantillons de beurre ont été examinés visuellement pour évaluer leur apparence générale, notamment leur couleur, leur texture et la présence éventuelle de défauts ou d'anomalies visuelles.
- **Évaluation olfactive** : Les échantillons de beurre ont été ouverts et leur odeur a été évaluée. En recherchant des notes de fraîcheur, de fermentation, de rancissement ou d'autres odeurs inhabituelles.
- **Évaluation gustative** : en prélevant de petites quantités de beurre pour évaluer leur saveur, leur douceur, leur acidité et leur texture en bouche.

II.2.2 Contrôle physico-chimiques

II.2.2.1 Point de fusion et point de solidification

Pour déterminer le point de fusion, une quantité connue du beurre est placée dans un bécher, qui est laissé quelques temps au réfrigérateur jusqu'à solidification, puis il est porté au bain-marie tiède, où la température de fusion est mesurée à l'aide d'un thermomètre.

Pour la détermination du point de solidification, après la fonte d'une quantité du beurre au bain-marie tiède cette dernière est mise à la réfrigération. La température de solidification est mesurée en plongeant le thermomètre dans l'échantillon après qu'il se prenne en masse.

II.2.2.2 pH du beurre

La détermination du pH du beurre a été réalisée en suivant une méthode standardisée. Des échantillons représentatifs de beurre ont été préparés et soigneusement mélangés pour assurer une bonne homogénéité.

- Calibrage de l'électrode de pH en utilisant des solutions tampons de pH connu.
- On plonge l'électrode dans l'échantillon de beurre. Il est important de s'assurer que l'électrode est complètement immergée dans le beurre sans entrainer de bulles d'air.
- Après un court temps d'attente pour que la lecture se stabilise, la valeur du pH a été enregistrée. Des mesures répétées ont été effectuées pour obtenir une moyenne et réduire les erreurs expérimentales.
- Après chaque mesure, l'électrode de pH a été soigneusement rincée à l'eau distillée pour éliminer tout résidu de l'échantillon précédent.

II.2.2.3 Taux d'humidité

Pour déterminer l'humidité, 10g de chaque échantillon sont placés dans des creusets séchés et tarés préalablement puis portés dans un four à 120°C, la pesée est réalisée à intervalle défini jusqu'au poids constant.

$$H\% = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_1 - m_0 \quad (2)$$

Avec:

m_0 : masse en gramme du creuset vide ;

m_1 : masse en gramme du creuset et de la portion à tester avant chauffage ;

m_2 : masse en gramme du creuset et du résidu après chauffage.

II.2.2.4 Teneur en matière grasse

Le butyromètre, également connu sous le nom de butyromètre de Gerber, est un instrument utilisé pour mesurer la teneur en matière grasse dans le beurre.

Un échantillon représentatif de beurre est prélevé et pesé avec précision. Et dans le butyromètre, on ajoute des réactifs chimiques spécifiques, généralement du chlorure de potassium (KCl) et du sulfate de cuivre (CuSO₄). Ces réactifs facilitent la séparation de la matière grasse du reste du beurre.

Le butyromètre est placé dans un bain-marie pour chauffer l'échantillon. La chaleur favorise la séparation de la matière grasse.

Puis, il est placé dans une centrifugeuse et centrifugé à une vitesse spécifique pendant un temps déterminé. La centrifugation permet de séparer la matière grasse du reste du beurre et de la concentrer dans une partie spécifique du butyromètre.

Après la centrifugation, on mesure la hauteur de la couche de matière grasse séparée dans le butyromètre. Cette hauteur est généralement exprimée en pourcentage de matière grasse.



Figure II-8 : Butyromètre.

III Contrôle microbiologique du produit fini

La verrerie destinée aux prélèvements du beurre doit être munis d'un nettoyage avec un détergent puis rinçage avec l'eau propre (eau douce), puis un rinçage final avec l'eau distillée.

Il faut utiliser de préférence des flacons en verre stérilisés au Four Pasteur (170 °C) durant 1 heure. Pour éviter les risques de contamination, les flacons choisis pour l'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement du beurre et une fois l'opération est effectuée, ils doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse.

III.1 Préparation de milieu de culture

En fonction des besoins et de germes à rechercher, les milieux de culture sont préparés suivant le mode opératoire indiqué par le fabricant sur l'étiquette de chaque boîte de base bouillon déshydraté pour milieu de culture.

➤ **Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose)**

La gélose VRBG (gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) est utilisée pour la recherche et le dénombrement des entérobactéries dans les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

Le principe du milieu repose sur l'aptitude des Enterobacteriaceae à fermenter le glucose.

Les sels biliaries ainsi que le cristal violet inhibent la croissance des bactéries à Gram positif. L'utilisation du glucose entraîne une acidification du milieu, faisant virer l'indicateur coloré (rouge neutre) pour donner des colonies roses à rouges avec ou sans précipité rouge.

- La quantité adéquate de poudre de gélose VRBG (41,5g) a été mesurée en fonction du volume (1L) souhaité pour la préparation du milieu, en suivant les recommandations du fabricant, au moyen d'une balance analytique calibrée.
- L'eau distillée a été chauffée jusqu'à ébullition dans un récipient approprié et on ajoute la poudre de gélose en agitant vigoureusement pour assurer une dissolution complète, puis refroidir le milieu à 44-47 °C.

III.2 Préparation de la phase aqueuse

Dans le récipient contenant 50 g de beurre, on transfère 42 ml de solution à 2% de phosphate di-potassique (pH 7,5 ± 0,1) stérile. Puis on fait fondre dans un bain-marie n'excédant pas 45°C.

Ensuite, dans des boîtes de pétri stériles, on introduit 1ml de la solution à examiner, pour ce faire, on utilise une pipette courte et on change la pipette entre chaque échantillon, et on mélange soigneusement avec des mouvements circulaires pour bien mélanger l'inoculum et la gélose et on laisse solidifier sur pailleasse quelque minute pour être mis à une incubation à 37°C pendant 24 heures.

Après 24 heures d'incubation, on fait dénombrer les colonies typiques Enterobacteriaceae sur des boîtes comprenant entre 15 et 150 colonies.

Les Enterobacteriaceae forment des colonies roses-rouge (Glucose +) ayant un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm avec ou sans zone de précipitation de la bile.



Figure II-9 : VRBG - Gélose.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude sont en adéquation avec notre objectif principal, qui est de suivre la qualité physico-chimique et microbiologique du beurre "IGILAIT BEURRE" produit par la laiterie IGILAIT de Jijel. Nous avons réalisé des analyses physico-chimiques tout au long du processus, depuis la réception du lait cru jusqu'à l'obtention du produit fini. Ces analyses ont été effectuées dans le laboratoire physico-chimique de la laiterie, pour assurer la conformité du produit final aux normes et aux exigences réglementaires.

IV Contrôle physico-chimique

IV.1 Contrôle de la qualité du lait

IV.1.1 Densité

Tableau III-2 : Résultats de la densité du lait.

Echantillons	Densité (g/L)	Norme
E1	1028.9	1,028- 1,035.
E2	1027.6	
E3	1029	
Moyenne	1028.5	

D'après les résultats obtenus, la densité des 03 échantillons du lait varient entre 1027.6 et 1029 avec une moyenne de 1028.5.

On constate alors que ces valeurs sont aux normes, soit : 1,028- 1,035, D'une part, nous avons un échantillon (E2) qui montre un résultat inférieur. Plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en MG, plus sa densité sera basse [25].

IV.1.2 pH et acidité titrable

Les valeurs de l'acidité et du pH du lait sont portées sur le tableau :

Tableau III-3 : Résultats du pH de l'acidité du lait.

Echantillons	Acidité (°D)	Norme	pH	Norme
E1	17	16 à 18	6.53	6.5 à 6.7
E2	18		6.46	
E3	18		6.68	
Moyenne	17.66		6.55	

D'après les résultats du tableau, Globalement, la valeur moyenne obtenue pour l'acidité titrable est de 17.66 °D avec une limite minimale de 17 °D et une limite maximale de 18 °D.

Les valeurs de pH du lait cru varie entre 6.46 et 6.68 avec une moyenne de 6.55. Par comparaison aux normes relatives au pH qui est de 6.5 à 6.7, on remarque que les échantillons répondent à cette norme et à l'état frais.

Les valeurs du pH reflètent l'état de fraîcheur du lait, elles sont plus significatives que les valeurs d'acidité, particulièrement en ce qui concerne la stabilité du lait.

IV.2 Contrôle de la qualité du beurre pasteurisé

IV.2.1 Contrôle organoleptique

Tableau III-4 : Résultats de contrôle organoleptique.

Echantillons	Apparence	Odeur	Saveur
E1	Jaune pâle et homogène	Douce et légèrement lactée	Riche et crémeuse
E2	Jaune pâle et homogène	Forte odeur de lait frais	Riche et onctueux
E3	Jaune vif et lisse	arôme lacté prononcé	doux et équilibré

Aspect : Les échantillons étudiés présentent une couleur jaune et une texture généralement acceptable.

Odeur : Les propriétés sensorielles des laits crus et des produits laitiers peuvent être significativement influencées par l'alimentation des vaches. Cela peut se refléter dans les différences d'odeur entre les échantillons de beurre pasteurisé.

Saveur : La matière grasse est un composant clé qui influence le goût du beurre. Sa présence et sa teneur en matière grasse peuvent contribuer à la perception de la saveur du beurre pasteurisé.

Dans l'ensemble, les notes ont été satisfaisantes et les trois échantillons du beurre sont caractérisés par une apparence, une odeur et une saveur qui correspondent aux normes attendues.

IV.2.2 Contrôle physicochimique

Tableau III-5 : Résultats d'analyses physico-chimique du beurre.

Échantillons	Point de solidification (°C)	Point de fusion (°C)	pH	Taux d'humidité (%)
E1	20	33	4.6	15.18
E2	20	32	4.8	14.05
E3	21	34	4.9	14.6
Moyenne	20.33	33	4.76	14.61
Normes	23 à 26	28 à 34	4.69	16

IV.2.2.1 Points de fusion et de solidification

D'après les résultats représentés dans le tableau 05, la valeur moyenne de point de solidification des échantillons de beurre est 20.33°C. Alors que la valeur moyenne de point de fusion est 33°C.

Le point de solidification de beurre est compris entre 23°C et 26°C, alors toutes les valeurs des échantillons étudiés sont légèrement inférieures à cet intervalle. Tandis que le point de fusion est compris entre 28°C et 34°C. Nous remarquons qu'ils appartiennent à cet intervalle.

La détermination du point de fusion et de solidification, permet de vérifier la pureté de produit. Parce que la pureté d'une substance impure est toujours inférieure à celle des substances pures ; donc la valeur du point de fusion et de solidification des substances impures est totalement différente de celle des substances pures qui est en accord avec les normes.

IV.2.2.2 pH

Les résultats ont révélé une gamme de valeurs de pH dans le beurre pasteurisé étudié, allant de 4.6 à 4.9, avec une moyenne de 4.7 (tableau 05).

Ces résultats indiquent que le beurre pasteurisé présente un pH dans la plage attendue pour ce type de produit conformément aux normes réglementaires en vigueur qui est (4,69).

La détermination du pH permet d'évaluer sa qualité, sa stabilité (la croissance de micro-organismes indésirables), sa fraîcheur, sa conservation et ses propriétés sensorielles (la texture et la saveur).

Un pH anormal peut signaler une altération du beurre due à des réactions chimiques indésirables, telles que la fermentation ou l'oxydation, ce qui peut affecter sa qualité et sa durée de conservation.

IV.2.2.3 Détermination du taux d'humidité

Les résultats obtenus montrent que ce paramètre varie entre 14.61%. Selon les normes et le journal officiel de la république algérienne N°96 qui fixent la teneur en eau à 16% en maximum, nous constatons que le taux d'humidité de beurre est en accord avec cette norme.

La détermination de l'humidité du beurre pasteurisé permet d'exprimer le taux résiduel d'eau libre présente dans celui-ci au temps considéré.

Un taux d'humidité anormal peut indiquer une contamination ou une altération du produit. En outre, la quantité d'eau présente dans le beurre peut affecter sa texture et sa consistance. Un taux d'humidité inapproprié peut rendre le beurre trop mou, granuleux ou difficile à travailler.

IV.2.2.4 Teneur en matière grasse

Tableau III-6 : Résultats de teneur en matière grasse du beurre.

Echantillons	Teneur en matière grasse (%)	Norme
E1	82	80 à 84
E2	82	
E3	82	

Les résultats de la teneur en matière grasse sont groupés sur le tableau 06.

Les échantillons présentent une teneur en matière grasse de 82 %, ce qui est conforme à la norme.

La détermination de la teneur en matière grasse permet d'obtenir la quantité de matière grasse attendue pour ce type de produit et d'estimer son contribution des acides gras à la valeur nutritionnelle globale.

La matière grasse est responsable de la sensation onctueuse et crémeuse du beurre, et une teneur en matière grasse adéquate est cruciale pour obtenir la consistance souhaitée. De plus,

elle est la principale source de saveur du beurre, lui conférant son goût caractéristique et agréable.

IV.2.3 Analyse microbiologique

Après l'incubation de l'échantillon de beurre sur la gélose VRBG, L'échantillon de beurre analysé présente une présence d'Enterobacteriaceae à une densité faible de colonies (15 UFC/g). C'est à dire 15 colonies d'Enterobacteriaceae sont observées.

Le règlement 2073/2005 précise que le critère entérobactéries s'applique pour le lait pasteurisé et autres produits laitiers pasteurisés. Il est recommandé d'intégrer les entérobactéries dans les plans d'autocontrôle (avec $m=M=10$ ufc/g). Donc on peut dire que les niveaux d'Enterobacteriaceae dans l'échantillon de beurre sont conformes aux critères de sécurité alimentaire.

Cette analyse permet d'évaluer l'efficacité de la pasteurisation et de détecter la présence de bactéries de la famille des Enterobacteriaceae, qui peuvent inclure des espèces potentiellement pathogènes pour l'homme.

Des niveaux élevés d'Enterobacteriaceae peuvent indiquer une contamination ou une mauvaise hygiène lors de la production, du traitement ou du stockage du beurre.

De plus, Les réglementations alimentaires fixent souvent des limites pour la présence des Enterobacteriaceae dans les produits laitiers, y compris le beurre pasteurisé. L'analyse microbiologique permet de vérifier si le produit est conforme aux normes établies et de s'assurer que les niveaux de ces bactéries sont inférieurs aux limites réglementaires.

Conclusion

Conclusion

En conclusion de cette étude sur le processus de fabrication et de contrôle de la qualité du beurre pasteurisé « IGILAIT BEURRE » dans la wilaya de Jijel.

Plusieurs éléments importants ont été mis en évidence. Tout d'abord, il a été démontré que la fabrication du beurre pasteurisé implique plusieurs étapes clés et permis d'approfondir notre compréhension de chacune, laquelle chaque étape joue un rôle essentiel dans la production d'un beurre de qualité.

En ce qui concerne le contrôle de la qualité, différentes mesures ont été discutées, telles que l'utilisation du lactodensimètre, du butyromètre à beurre, des appareils de mesure du pH et des milieux de culture spécifiques, la plupart des résultats présentées sont conformes vis-à-vis de la législation algérienne en vigueur et représentent des valeurs inférieures aux limites pour l'ensemble des paramètres microbiologiques recherchés dans tous les beurres analysés (les Enterobacteriaceae).

Les résultats obtenus grâce à ces méthodes permettent de souligner l'importance de suivre rigoureusement les bonnes pratiques de fabrication, d'hygiène et les protocoles de contrôle qualité tout au long du processus de production du beurre pasteurisé. Cela permet de garantir la sécurité alimentaire, la qualité et la satisfaction des consommateurs.

En somme, cette recherche contribue à l'amélioration continue de l'industrie laitière, elle ouvre également des perspectives pour des études complémentaires, telles que l'optimisation des paramètres de fabrication, l'identification de nouvelles méthodes de contrôle qualité et l'évaluation de l'impact de différentes variables sur la qualité du beurre.

*Références
Bibliographiques*

- [1] Noblet, Bénédicte. “Le Lait : Produits, Composition et Consommation En France.” Cahiers de Nutrition et de Diététique, vol. 47, no. 5, Nov. 2012, p. 242–249.
- [2] Husson, C. (Camille), “Le Lait, La Crème et Le Beurre : Au Point de Vue de l’Alimentation, de l’Allaitement Naturel, de l’Allaitement Artificiel et de l’Analyse Chimique : 1843-1886.
- [3] CH. CORNEVIN, Production du lait. Encyclopédie des Aide-mémoire. Masson et Gauthier-Villara, éditeurs.
- [4] Young W. Park and George F.W. Haenlein. Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Oxford, John Wiley & Sons, 11 Apr. 2013. p7-9
- [5] Gunstone, F. D, the Chemistry of Oils and Fats. Wiley-Blackwell (2015).
- [6] Uri Zoller, Handbook of Detergents, Part E: Applications, CRC Press, 2008.
- [7] O'Brien, R. D. (Ed.), Fats and oils: formulating and processing for applications. CRC Press, (2008).
- [8] Jean-Luc Boutonnier. “Beurre.” Agroalimentaire, 2021.
- [9] Précédemment CODEX STAN A-1-1971, NORME POUR LE BEURRE, 2003, p3
- [10] Chandan, Ramesh C., and Arun Kilara. Dairy processing and quality assurance. John Wiley & Sons, Chapitre 12, "Production de beurre", 2015.
- [11] Couvreur S., Hurtaud C. Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation. *INRA Prod. Anim.*, 20, 369-382, (2007).
- [12] “Le Beurre - En Savoir plus Sur Le Beurre, Sa Fabrication et Son Utilisation En Cuisine.” Chef Simon, Le Plaisir de Cuisiner. Cuisine, Cours, Techniques, Partage de Recettes, Photos, Vidéos., 18 Feb. 2022.
- [13] Michel Anciaux et Luc Delaby, "Le Beurre: Composition, Fabrication, Propriétés" p. 45-47.
- [14] Simon D., François M. et Dudez P., Transformer les produits laitiers à la ferme. *Educagri*, 2002, 105-110.
- [15] gastronomes, L'équipe des. “Étapes Dans La Fabrication Du Beurre : Écrémage, Barattage et Emballage.” Les Mille et Un Fromages de France et Nos Recettes de Cuisine, 29 Mar. 2023.
- [16] Hill, A. R. , The cream ripening of butter. *International Journal of Dairy Technology*, 45(4), (1992), 109-114.
- [17] Hill, A. R. The cream ripening of butter. *International Journal of Dairy Technology*, 45(4), 129-134, (1992).

- [18] Olivier, Jean-Baptiste. "Le Beurre, Son Circuit de Fabrication, Les Produits Laitiers.", 14 Sept. 2010.
- [19] R. Jeyamkondan, P. Schilling, and P. Jelen, "Quality Control Tests for Butter," in Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, vol. 3, CRC Press, 2006, pp. 81-1–81-9.
- [20] Mahadevan, M. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. CRC Press, (2011).
- [21] Law, B. A. Technology of cheesemaking (2nd ed.). Springer. Chapter 17: Butter, Cultured Cream Products, and Whey Butter, (2010).
- [22] Mahaut, M., Jeantet, R., Schuck, P., & Brulé, G. Les produits industriels laitiers. Lavoisier, (2017).
- [23] A. Houdinière. LES BEURRES PASTEURISÉS FRANÇAIS. Contrôle - Perfectionnement de fabrication. Le Lait, 1946, 26 (251_253), pp.25-37.
- [24] Adams, M. R., & Moss, M. O. Food Microbiology (3rd ed.). Royal Society of Chemistry, (2007).
- [25] Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait. *Ecole polytechnique de montreal*, 1-54, 325-335.