

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculte Des Sciences De La Nature

Et de la vie et Des Sciences De La Terre



جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Universite Djillali Bounaama

Réf : 24/FSNVST/D...../Ms/.....

Mémoire de fin d'Etude

En vue de l'obtention Du diplôme

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lactosérum issu de lait vache cru et pasteurisé

Présenté par :

TITAOUNI Iness

BERCHOUI Ratiba

Président

M.

BOUSOUBEL A.

MAA

U. Khemis Miliana

Promoteur

M.

BOURAS H.

MCB

U. Khemis Miliana

Examinatrice

Mme.

BENSEHAILA S.

MCA

U. Khemis Miliana

Année universitaire : 2023– 2024

Remerciements

Avant tout, nous exprimons notre gratitude à **ALLAH** pour nous avoir accordé la force et la puissance pour accomplir ce modeste travail, ainsi que la force de croire en lui et la patience de persévérer jusqu'au bout de nos rêves.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent tout d'abord à notre encadreur, **Mr. BOURAS Hacène**, pour son assistance, sa disponibilité, ses orientations et ses précieux conseils, sans lesquels ce travail n'aurait pas pu voir le jour. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous adressons notre sincère remerciement à **Mr. Boussoubel**, d'avoir accepté de présider le jury.

Nous présentons également nos vifs remerciements à **Mme. Bensehaila**, d'avoir accepté de présider le jury.

Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont destinés à **Mr. KADAOUI Sofiane**, directeur du laboratoire de laiterie d'ARIB, pour nous avoir facilité l'accès au laboratoire et pour avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires pour la réalisation de notre étude.

Nous remercions vivement l'équipe du laboratoire de microbiologie et de physicochimie de laiterie pour leur aide précieuse et leur soutien sans faille dans la réalisation de ce travail.

Nous exprimons nos sincères gratitudes à tous les enseignants de notre faculté pour leur dévouement et leur assistance tout au long de notre formation.

Enfin, nous voulons exprimer nos plus profondes gratitudes à tous ceux qui, par leur présence, leur soutien, leur disponibilité, leur aide et leurs conseils, nous ont donné le courage de mener à bien ce projet. En particulier, nous remercions nos chères familles pour leur appui constant.

Dédicaces

Je m'incline devant ALLAH le tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidée la franchir

À mes parents, mes plus fidèles supporters depuis 24 ans, je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance et mon amour pour leur soutien indéfectible tout au long de ces années. Merci d'avoir toujours été présents à mes côtés, dans toutes les étapes de mon parcours;

À mon deuxième PAPA, qui a été mon plus grand encourageur et soutien pendant 24 ans, mon cher frère azdin ;

À mes chères sœurs : Akila, Zozo et Rahima;

À ma belle nièce : Lina;

À mes frères : Mohamed, Djamel, Ali et Dido;

À mes amies, je tiens à exprimer ma gratitude pour les moments inoubliables que nous avons partagés : les fous rires, les soirées, les repas, les balades et même pour les moments plus difficiles de notre vie d'étudiants où nous nous sommes rapprochés. J'espère que nous passerons encore de bons moments ensemble;

À tous ceux que je n'ai pas mentionnés nommément mais qui se reconnaîtront, j'exprime toute ma gratitude pour leur soutien, les moments de partage et d'amitié que nous avons vécus ensemble;

À mes proches ;

À vous tous

Je dédie ce modeste travail.

Gness Titaouni

Dédicaces

Premièrement je remercie ALLAH pour m'avoir donné
la force, la patience et la volonté pour terminer ce modeste
travail et pour tout chose

Ma chère mère que aurait fière de ma réussite .Tous les mots du
monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte
maman, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les
efforts et les sacrifices, le très haut, vous accorde santé bonheur
Mon agréable père, que s'est tant sacrifié pour moi. J'espère que je
suis à la hauteur de ce qu'il attend de moi puisse Dieu,. Mon Mari

Yacine

Mes très chers frères Bilal – Aboubakr et Mes très chères sœurs Laila

Fatima zouhra. Radjaa, qui mon beaucoup idée et encouragé.

Tout la famille Berchoui, mes proches et à ceux que me donne de
l'amour et de la vivacité.

A celui que partageait avec moi la fatigue du travail et avait un lien
avec moi ma binôme Iness

Ratiba Berchoui

ملخص

الأهداف: يعتبر مصل اللبن مصدرا مهما للمواد الفعالة والمواد المغذية المفيدة. بالإضافة إلى ذلك، يتمتع مصل اللبن بخصائص استثنائية يتم استغلالها في المجال الاقتصادي والبيئي. الهدف الرئيسي من هذه الأطروحة هو دراسة تأثير البسترة على الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمصل اللبن البقري.

المنهجية: تم الحصول على مصل اللبن من الحليب غير المبستر والحليب المبستر باستخدام المنفحة ثم جمعت عينات مصل اللبن في زجاجات معقمة. وأخيراً، تم تبريد القوارير على الفور في الثلجة عند درجة حرارة 4 درجات مئوية الى يوم اجراء التحاليل. تم بعد ذلك تحديد العوامل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لنوعي مصل اللبن.

النتائج: مصل اللبن من الحليب غير المبستر لديه درجة Hp 0.5 ± 6.65 ، حموضة 0.2 ± 14 درجة cinroD ، محتوى دهني 6 غ / لتر ومحتوى مواد صلبة إجمالية 7.51%. يحتوي مصل اللبن من الحليب المبستر على درجة Hp تبلغ 0.5 ± 6.63 ، حموضة 0.2 ± 13 درجة cinroD ، ومحتوى دهني 4 غ / لتر وإجمالي المواد الصلبة 7.39%.

لقد تميز مصل اللبن من الحليب غير المبستر بمحتوى إجمالي متغير ومقبول من إجمالي الجراثيم الهوائية المتوسطة ومحتوى من القولونيات الكلية والبرازية أقل من المعايير المنصوص عليها. اما مصل اللبن من الحليب المبستر فقد تميز بالغياب شبه الكامل للجراثيم الهوائية المتوسطة والغياب التام للقولونيات الكلية والبرازية. لوحظ الغياب التام للمكورات العنقودية الذهبية (*Staphylococcus aureus*) والخمائر والعفن الفطري في مصل اللبن من الحليب غير المبستر وكذا مصل اللبن من الحليب المبستر .

الخلاصة: إن الالتزام بممارسات النظافة الجيدة في تربية الأبقار ومن الحلب إلى فصل مصل اللبن أمر ضروري لاستخدام مصل اللبن من الحليب غير المبستر. ومع ذلك، لا تزال البسترة هي الطريقة الأكثر فعالية لاستخدام مصل اللبن دون أي مخاطر على المستهلكين.

الكلمات المفتاحية: مصل اللبن، الحليب، البقرة، الخام، المبستر، الفيزيائية والكيميائية، الأحياء الدقيقة.

Résumé

Objectifs: Le lactosérum offre une source intéressante de substances actives et de nutriments bénéfiques. De plus, le lactosérum présente des caractéristiques exceptionnelles qui sont exploitées dans le domaine économique et écologique. Le but principal de ce mémoire est l'étude de l'effet de la pasteurisation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lactosérum de lait de vache.

Méthodologie: Le lactosérum doux de lait cru et de lait pasteurisé a été obtenu par utilisation de la présure. Ensuite, les échantillons de lactosérum ont été prélevés dans des flacons stériles. Enfin, les flacons ont été aussitôt refroidis dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'au moment de l'analyse. Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques ont été par la suite déterminés pour les deux types de lactosérum.

Résultats: Le lactosérum de lait cru avait un pH de $6,65 \pm 0,5$, une acidité de $14 \pm 0,2^{\circ}\text{D}$, une teneur en matière grasse de 6 g/l et un extrait sec total de 7,51%. Le lactosérum de lait pasteurisé avait un pH de $6,63 \pm 0,5$, une acidité de $13 \pm 0,2^{\circ}\text{D}$, une teneur en matière grasse de 4 g/l et un extrait sec total de 7,39 %.

Le lactosérum de lait cru était caractérisé par une charge globale variable et acceptable des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) et une charge inférieure à la norme des coliformes totaux et fécaux. Le lactosérum de lait pasteurisé était caractérisé par une absence quasi-totale des GAMT, une absence totale de coliformes totaux et fécaux. Une absence complète de *Staphylococcus aureus*, de levures et moisissures a été notée à la fois dans le lactosérum de lait cru et celui de lait pasteurisé.

Conclusion: Le respect des bonnes pratiques d'hygiène dans l'élevage des vaches et dès la traite jusqu'à la séparation du lactosérum est indispensable pour l'utilisation du lactosérum de lait cru. Cependant, la pasteurisation reste toujours le moyen le plus efficace pour utiliser le lactosérum sans risques aux consommateurs.

Mots clés: Lactosérum, lait, vache, cru, pasteurisé, physico-chimiques, microbiologie.

Abstract

Objectives: Whey offers an interesting source of active substances and beneficial nutrients. In addition, whey has exceptional characteristics that are exploited in the economic and ecological field. The main goal of this dissertation is the study of the effect of pasteurization on the physicochemical and microbiological quality of cow's milk whey.

Methodology: Whey from raw milk and pasteurized milk was obtained by using rennet. Then, the whey samples were collected into sterile bottles. Finally, the vials were immediately cooled in a refrigerator at 4°C until analysis. The physicochemical and microbiological parameters were subsequently determined for the two types of whey.

Results: Raw milk whey had a pH of 6.65 ± 0.5 , an acidity of $14 \pm 0.2^\circ\text{D}$, a fat content of 6 g/l and a total solids content of 7.51%. . Pasteurized milk whey had a pH of 6.63 ± 0.5 , acidity of $13 \pm 0.2^\circ\text{D}$, fat content of 4 g/l and total solids of 7.39%.

Raw milk whey was characterized by a variable and acceptable overall load of total aerobic mesophilic germs (TAMG) and lower load than the standard of total and fecal coliforms. Whey from pasteurized milk was characterized by an almost total absence of TAMG, a total absence of total and fecal coliforms. A complete absence of *Staphylococcus aureus*, yeasts and molds was noted in both raw milk and pasteurized milk whey.

Conclusion: Compliance with good hygiene practices in cow breeding and from milking to separation of whey is essential for the use of raw milk whey. However, pasteurization still remains the most effective way to use whey without risks to consumers.

Keywords: Whey, milk, cow, raw, pasteurized, physicochemical, microbiology.

Liste des abréviations

- AFNOR:** Agence française de normalisation
- CT:** Coliformes totaux
- CF:** Coliformes fécaux
- D°:** Degré Dornique
- ESD:** Extrait Sec Dégraissé
- EST:** Extrait Sec Total
- FAO:** Food and Agriculture Organization
- GAMT:** Germe Aérobie Mésophile Totaux
- GC:** Giolliti Contonii
- ISO:** Organisation International de Normalisation
- JORA:** Journal Officiel de la République Algérienne
- MG:** Matière Grasse
- NaOH:** Hydroxyde de sodium
- PCA:** Plate Count Agar
- pH:** Potentiel hydrogène
- SA:** Staphylococcus aureus
- TSE:** Tryptone Sel Eau
- TB:** Taux Butyreux.
- DLC:** Gélose au Désoxycholate Lactose Citrate
- UFC:** Unité Formant Colonie

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Échantillons du lactosérum	27
02	Mesure du pH par pH mètre	27
03	Mesure de l'acidité titrable par la méthode titrimétrique	29
04	Mesure de l'extrait sec total par le dessiccateur	30
05	Mesure de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique	32
06	Recherche et dénombrement des coliformes en milieu solide	34
07	pH du lactosérum cru et pasteurisé	38
08	Acidité du lactosérum cru et pasteurisé	39
09	Matière grasse du lactosérum cru et pasteurisé	40
10	Extrait sec total du lactosérum cru et pasteurisé	41
11	Résultat de l'incubation des GAMT	42
12	Résultat de l'incubation des coliformes fécaux	45
13	Résultat de l'incubation des coliformes totaux	45
14	Résultat de l'incubation de <i>Staphylococcus aureus</i>	46
15	Résultat de l'incubation des levures et moisissures	47

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Composition chimique du lait de vache	05
02	Composition typique du lait de vache et propriétés physiques	06
03	Composition lipidique moyenne du lait de vache	08
04	Composition minérale du lait de vache	09
05	Différents types de lactosérum	17
06	Composition du lactosérum doux	19
07	Composition du lactosérum acide	19
08	Résultats du dénombrement des GAMT dans les deux échantillons du lactosérum	42
09	Résultats du dénombrement des coliformes fécaux dans les deux échantillons du lactosérum	43
10	Résultats du dénombrement des coliformes totaux dans les deux échantillons du lactosérum	44
11	Résultats du dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> dans les deux échantillons du lactosérum	46
12	Résultats du dénombrement des levures et moisissures dans les deux échantillons du lactosérum	47

Sommaire

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
ملخص	IV
Résumé.....	V
Abstract.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Liste des figures.....	X
Liste des tableaux.....	XI
Introduction générale	01

Partie bibliographique

CHAPITRE 01

A. Généralités sur le lait	5
1. Définition de lait	5
2. Composition de lait.....	5
2.1 Glucides.....	7
2.2 Protéines	7
2.3 Eau.....	7
2.4 Matières azotées non protéiques (ANP).....	7
2.5 Matière Grasse	8
2.6 Vitamines.....	9
2.7 Minéraux	9
2.8 Enzyme	10
3. Propriétés physico-chimiques du lait	10
3.1. Aspect	10
3.2. Densité.....	10
3.3. Viscosité.....	10
3.4. Point de congélation.....	11
3.5. Point de d'ébullition	11

3.6.	pH du lait.....	11
3.7.	Acidité du lait.....	11
3.8.	Matière grasse.....	12
4.	Propriétés microbiologiques du lait.....	12
4.1.	Flore originale.....	12
4.2.	Flore d'altération	12
4.2.1.	Bactéries psychotolérantes.....	12
4.2.2.	Coliformes.....	13
4.2.3.	Bactéries sporulées	13
4.3.	Flore de contamination.....	13
4.3.1.	Les Salmonella.....	14
4.3.2.	Listeria.....	14
4.3.3.	Staphylococcus aureus coagulase positive.....	14
4.3.4.	Escherichia coli.....	14
4.3.5.	Autres micro-organismes pathogènes.....	14
 CHAPITRE 02		
B.	Lactosérum.....	17
2.	Différents types de lactosérum.....	17
2.1.	Lactosérum doux:	18
2.2.	Lactosérum acide:.....	18
3.	Composition biochimique du lactosérum.....	18
3.1.	Lactose:.....	20
3.2.	Minéraux:.....	20
3.3.	Protéines du lactosérum:.....	21
3.3.1.	β -lactoglobuline (β -LG):	21
3.3.2.	Lactalbumine (α -LA):.....	22
3.3.3.	Sérum albumine bovine (BSA):	22
3.3.4.	Immunoglobuline (Ig):.....	22
6.	Valorisation du lactosérum	23

Partie Expérimentale

CHAPITRE 1: Matériel et Méthodes

1. La durée.....	26
2. Le lieu	26
3. Echantillonnage.....	26
4. Les paramètres physico-chimiques	27
4.1 pH.....	27
4.2 Acidité titrable.....	28
4.3 Extrait sec totale (EST).....	29
4.4 Matière sèche dégraissée (ESD).....	30
4.5 Matière grasse (MG).....	30
5. Contrôle microbiologie.....	32
5.1. Traitement des échantillons.....	33
5.1.2. Préparation des dilutions décimales.....	33
5.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	34
5.3. Recherche et dénombrement des Coliformes (en milieu solide).....	34
5.4. Recherche de Staphylococcus aureus	34
5.5. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	35

CHAPITRE 2: Résultats et discussion

1. Les paramètres physico-chimiques du lactosérum	38
1.1 Ph.....	38
1.2 Acidité titrable	39
1.3 Métier Grasse.....	40
1.4 Extrait sec.....	41
2. Les paramètres microbiologique du lactosérum.....	42
2.1 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	42
2.2 Recherche et dénombrement des Coliformes (en milieu solide)	43
2.3 Recherche de Staphylococcus aureus	46
2.4 Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	47

Conclusion	50
Références bibliographiques.....	51
Annexe	

Introduction générale

Introduction générale

Introduction

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par année. Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens (**Hamiroune et al., 2014**). La présence du lait dans l'alimentation quotidienne est essentielle en raison de sa composition équilibrée en nutriments essentiels (protéines, glucides, lipides) et de sa teneur en vitamines et minéraux (calcium notamment) (**Najari, 2005**). La demande en lait est aujourd'hui en constante hausse, car il peut être consommé frais ou transformé par pasteurisation, stérilisation ou transformation en produits dérivés (**Gaddour, 2010**).

La fraction minérale du lait joue un rôle important en technologie fromagère (coagulation, synérèse, texture). En effet, toute modification dans la répartition minérale se répercute sur le comportement technologique des laits et les propriétés rhéologiques des coagulums (**Roefs et al, 1990**).

L'industrie laitière explore diverses transformations du lait en ressources, générant un large éventail de produits, tel que le yaourt, le fromage, le petit lait, ainsi que d'autres. Parmi ces sous-produits, le lactosérum, issu de la production du fromage, attire particulièrement l'attention en raison de ses qualités remarquables. Ce liquide résiduel offre une source intéressante de substances actives et de nutriments bénéfiques, notamment grâce à sa composition en lactose, protéines solubles, vitamines hydrosolubles, graisses et éléments minéraux (**Benaissa.M, 2018**).

La pasteurisation est une technique très utilisée dans l'industrie laitière. Elle sert à conserver le lait par traitement thermique. Ce procédé de chauffage permet non seulement la réduction du nombre de microorganismes dans le lait mais il entraîne aussi une modification de ses caractéristiques physicochimiques. Comme le lactosérum est un dérivé du lait, la pasteurisation du lait pourrait-elle aussi altérer la qualité de son lactosérum ? Ainsi, le but principal de ce mémoire est l'étude de l'effet de la pasteurisation sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lactosérum issu du lait de vache.

Ce mémoire consiste en deux parties:

- Une partie bibliographique sur la composition physicochimique et microbiologique du lait et lactosérum, et l'utilisation du lactosérum dans les divers domaines à savoir agro-alimentaire, pharmaceutique, etc.;

Introduction générale

- Une seconde partie pratique qui cite le matériel et les méthodes utilisés dans la caractérisation physico-chimique et microbiologique du lactosérum avec présentation et discussion des résultats. Cette partie se termine par une conclusion générale.

Partie

bibliographique

CHAPITRE I

Généralités sur le lait



A. Généralités sur le lait**1. Définition du lait**

En 1908, lors du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève, le lait a été officiellement défini comme étant le produit complet de la traite continue d'une vache en bonne santé, bien nourrie et non stressée. Il doit être collecté de manière hygiénique et ne doit pas contenir de colostrum (**Alias C. 1975**).

Le lait, essentiel à tous les âges, est riche en calcium, protéines de haute qualité, vitamines, oligoéléments et eau, le définissant comme un aliment complet sur le plan nutritionnel (**Debry G. 2006**)

Le lait destiné à la consommation est un mélange provenant de la traite de plusieurs animaux, ce qui diminue les variations individuelles. Cependant, des fluctuations persistent en raison de facteurs génétiques, physiologiques et zootechniques (**FAO, 1998**).

Le lait contient des vitamines, des oligoéléments et de l'eau. Il s'agit d'un liquide blanc, légèrement sucré, sécrété par les glandes mammaires des mammifères femelles pour nourrir leurs petits. Le lait cru, non traité, est conservé au frais à la ferme et doit être consommé dans les 24 heures suivant la traite. Cependant, il doit être porté à ébullition avant d'être consommé pour éliminer les germes pathogènes (**Frédot E. 2006**).

2. Composition du lait

Le lait est constitué de quatre éléments principaux: les protéines, les lipides, les glucides et les sels minéraux. Sa composition peut varier en fonction de l'espèce animale, de la race, du stade de lactation, de la saison, et d'autres facteurs.

Tableau N°01: Composition chimique du lait de vache (Alais, 1984).

Contituants	Teneur en g/l
Eau	905
Glucide	49
Lipides	35
Protides	34
Sels	09
Vitamines	29

Tableau N°02: Composition typique du lait de vache et propriétés physiques (Pernod, 2005).

	Composition (g/l)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) + eau liée (3.7%) Solution
Glucides	49	
Lipides : -Matiere grasse proprement dite. -Lecithines (phospholipides) -Partie insaponifiable (sterols, carotène et tocophérols).	35 34 0,5 0,5	Émulsion des globules gras (3à5 micron)
Protides : -Caséine -Protéines -Substance azotées	35 27 5,5 1,5	Suspension micellaire de Phospho-caséinate de calcium (0.08 à 0.12Nm). Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Sels : -de l'acide citrique -de l'acide phosphorique (P2O5) -de l'acide chlorhydrique (NaCL)	9 2 2,6 1,7	Solution ou état colloïdal (P et Ca) (Sels de K, Ca, Na, Mg, etc.).
Constituants divers : (vitamines, enzymes, gaz dissous) -Extrait sec total. -Extrait sec non gras.	Traces 127 92	

2.1 Glucides

Les glucides présents dans le lait se composent principalement de lactose, ainsi que de glucides liés aux protéines. La quantité de lactose dans le lait des mammifères est influencée par la teneur en minéraux, avec lesquels il contribue à maintenir l'équilibre de la pression osmotique. Dans le lait de vache, le taux de lactose varie entre 4,8 % et 5 %, représentant ainsi 97 % de tous les glucides présents (**Jeantet *et al*, 2008**).

Le lait contient également d'autres sucres en petite quantité, tels que le glucose, le galactose, ainsi que des glucides azotés tels que la N-acétylglucosamine, la N-acétylgalactosamine et l'acide N-acétylneuraminique (acide sialique). Ces derniers sont généralement présents en traces dans le lait naturel qui jouent un rôle important dans la santé intestinale et la stimulation de la croissance bactérienne bénigne dans le tractus gastro-intestinal (**Mathieu, 1998**).

2.2 Protéines

Le lait contient en moyenne 3.5% de protéines, avec variabilité basée sur l'alimentation animale, la saison et le cycle de lactation (**Fredot, 2007**).

Les principaux composants protéiques dans le lait incluent :

- la caséine (environ 72-80% des protéines totales)
- la lactalbumine (approximativement 14%, soit 0.4% par 100 ml de lait) et la lactoglobuline (6%, ou environ 0.2% par 100 ml de lait).

Ces dernières deux protéines se dissolvent facilement mais gellent lorsqu'elles sont chauffées, créant ainsi la croûte du lait bouilli. Tous les acides aminés essentiels sont présents, notamment la lysine (**Apfelbaum *et al.*, 1995**).

2.3 Eau

L'eau est le composant le plus abondant dans le lait, avec une concentration moyenne de 902 grammes par litre. Tous les autres éléments et constituants du lait, y compris ceux de la matière sèche, sont disséminés dans cet environnement aquatique (**Mathieu, 1998**).

2.4 Matières azotées non protéiques (ANP)

Les matières azotées non protéiques (ANP) représentent environ 5% de l'azote total dans le lait de vache.

L'urée est le principal composant de l'ANP, représentant entre 33% et 79% de l'azote non protéique dans le lait. D'autres composants de l'ANP comprennent l'acide urique, l'ammoniac et la créatinine. La teneur en urée dans le lait est étroitement liée à celle du sang (**Hanzen, 1999**).

2.5 Matière grasse

La composition recommandée par l'Organisation agricole alimentaire (**FAO**) et l'Organisation mondiale de la santé (**OMS**) pour la matière grasse comprend:

- 24-25% d'acides gras saturés
- 60% d'acides gras insaturés
- 15 % à 16% d'acides gras polyinsaturés

Il est important de maintenir un équilibre dans les apports en acides gras essentiels avec d'autres sources alimentaires, car certaines variantes de lait "maternisé" contiennent beaucoup d'acides gras essentiels provenant d'huiles végétales comme le tournesol ou le maïs.

En plus de ces graisses simples, on trouve également des lipides polaires tels que les phospholipides qui se trouvent principalement sous forme liée dans la membrane cellulaire. Les substances liposolubles insaponifiables, telles que les carotènes et les vitamines A et D, constituent le reste de la fraction lipidique (**Romain et al, 2008**).

Tableau N°03: Composition lipidique moyenne du lait de vache (Romain et al., 2008).

Constituants lipidiques	Proportions
Triacylglycérols	97,5
Diacylglycérols	0,36
Monoacylglycérols	0,027
Acide gras libre	0,027
Cholestérol	0,31
Hydrocarbures	Traces
phospholipides	0,6

2.6 Vitamines

Les vitamines sont classées en deux catégories:

Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) qui sont solubles dans l'eau et les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui sont solubles dans les graisses.

Les vitamines hydrosolubles sont présentes en quantités constantes dans l'organisme, tandis que les vitamines liposolubles sont stockées dans le corps et leur quantité dépend de facteurs exogènes tels que l'alimentation, la race et les radiations solaires.

Les vitamines hydrosolubles peuvent être consommées en poudre, tandis que les vitamines liposolubles sont mieux absorbées sous forme huileuse.

Les vitamines hydrosolubles ne s'accumulent pas dans le corps et tout excès est éliminé dans les urines, tandis que les vitamines liposolubles peuvent causer une hypervitaminose en cas de surdosage. Chaque vitamine a un rôle et un intérêt particulier et agit dans plusieurs fonctions (**Brule et al., 2008**).

2.7 Minéraux

Le lait de vache riche en calcium (93mg/100g) et en phosphore (117mg/100g). Les minéraux contenus dans le lait de vache, tels que le calcium et le phosphore, sont essentiels pour notre santé. Ils jouent un rôle crucial dans la structure et le fonctionnement de notre corps. Ces minéraux doivent être apportés par notre alimentation car ils sont impliqués dans de nombreux mécanismes physiologiques (**Romain et al, 2008**).

Tableau N°04: Composition minérale du lait de vache (Romain et al., 2008).

Composition minérale	Proportion (g/l)
Sodium	0,58
Magnésium	0,12
Calcium	1,23
Phosphore	0,95
Citrate	1,6

2.8 Enzymes

Le lait est un tissu vivant qui renferme de nombreuses enzymes. Cependant, il est difficile d'étudier ces enzymes car il n'est pas toujours facile de les distinguer de celles produites par les microbes présents dans le lait (**Veisseyre, 1975**). Le lait contient 03 groupes d'enzymes: Les oxydases (ou déshydrogénases) et les hydrolases et les oxygénases (**Veisseyre, 1975**).

Les enzymes dans le lait jouent un rôle crucial qui peut être résumé en trois points clés:

- Elles dégradent les composants d'origine du lait ;
- Certaines enzymes ont des propriétés antibactériennes et offrent une protection partielle au lait, telles que la lactopéroxydase et le lysozyme ;
- Certaines enzymes servent d'indicateurs de la qualité hygiénique du lait (**Goursaud, 1985**).

3. Propriétés physicochimiques du lait

3.1 Aspect

Le lait se présente sous forme d'un liquide opaque, d'un blanc mat, avec des nuances de jaune plus ou moins prononcées en fonction de la quantité de matière grasse et de bêta-carotène (**Cudec, 2001**).

Le lait a une odeur légère mais distinctive, et son goût varie en fonction des différentes espèces animales (**Luquet, 1985**).

3.2 Densité

La densité du lait varie de 1,028 à 1,034 et doit être au moins égale à 1,028 à 20°C. Les laits de grande production laitière ont une densité de 1,032 à cette température, tandis que les laits écrémés affichent une densité supérieure à 1,035 (**Vierling, 2008**).

3.4. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe fortement influencée par les particules colloïdales émulsifiées et dissoutes. La teneur en matières grasses et en caséine joue un rôle prépondérant dans sa viscosité, tout comme certains paramètres technologiques. Cette caractéristique est cruciale pour la qualité du lait, car elle influe sur la perception de sa qualité par le consommateur. Par exemple, les consommateurs d'Europe centrale apprécient positivement le lait concentré à la texture filandreuse, associant cette viscosité élevée à une concentration élevée en composants laitiers (**Rheotest, 2010**).

3.5. Point de congélation

Le lait se congèle en dessous de 0°C en raison de la cryoscopie, un phénomène où les substances dissoutes abaissent le point de congélation du solvant. La formule $\Delta T = 1,85 \frac{P}{M}$ relie l'abaissement à la concentration moléculaire des substances dissoutes (P: poids de substances dissoutes en g/l; M: poids moléculaire moyen) dans une solution aqueuse. Le point de congélation du lait, une caractéristique constante, est de -0,555 °C pour le lait de vache, similaire à celui du sérum sanguin. Cette stabilité est utilisée pour détecter la fraude laitière, où des altérations telles que la fermentation lactique ou l'ajout de sels solubles peuvent abaisser ce point (**Larpen, 1990**).

3.6. Point de d'ébullition

Le lait commence à bouillir au-dessus de 100°C, généralement entre 115 et 117°C. Cependant, lors du chauffage, des modifications dans l'équilibre se produisent, affectant le comportement des ions, des molécules et des micelles présents dans le lait (**Larpen, 1990**).

3.7. pH du lait

La réaction ionique des différents laits est proche de la neutralité, avec un pH compris entre 6,4 et 6,8, influencé par la présence de la caséine, des anions phosphorique et citrique. Le pH du lait n'est pas fixe, pouvant varier pendant le cycle de lactation et en fonction de l'alimentation. Les variations restent limitées au sein d'une même espèce, bien que le colostrum présente un pH plus bas en raison de sa forte teneur en protéines (**Gaucher et al, 2008**).

3.8. Acidité du lait

La mesure de l'acidité titrable renseigne sur la quantité d'acide lactique produite à partir du lactose. Un lait frais affiche une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (°D). Au fil du temps, à température ambiante, le lait subit une acidification progressive et spontanée, distincte de l'acidité naturelle initiale qui le caractérise. Cette évolution provient de la conversion du lactose en acide lactique par des microorganismes, créant ainsi une acidité développée (**Mathieu, 1998**).

L'acidité d'un lait est souvent mesurée en degrés Dornic, représentant le dixième de millilitre de soude nécessaire pour titrer 10 millilitres de lait avec de la phénolphtaléine. Deux laits peuvent présenter des pH identiques mais des acidités titrables différentes, et vice versa.

Ainsi, il n'existe pas de corrélation directe entre le pH et l'acidité de titration, soulignant une absence d'équivalence réelle entre ces deux paramètres

3.9. Matière grasse

La matière grasse du lait est généralement quantifiée par le taux butyreux (TB), qui se réfère à l'ensemble des substances lipidiques présentes dans le lait, c'est-à-dire les acides gras. Cependant, la matière grasse du lait comprend également entre 0, 5 et 1% de produits non lipidiques, certains d'entre eux étant liposolubles et se trouvant dans le lait en raison de l'élaboration du lait. Le TB ne prend en compte que les esters d'acide gras stricts, excluant les autres composants lipidiques.

4. Propriétés microbiologiques du lait

4.1. Flore originale

Le lait collecté dans de bonnes conditions contient très peu de micro-organismes, provenant d'animaux sains (moins de 10³ bactéries/ml). Il s'agit essentiellement de bactéries saprophytes du sein et des canaux galactophores : *Micrococcus*, *Streptococcus lactis*, *Lactobacilles* (Guiraud, 2003).

4.2. Flore d'altération

4.2.1. Bactéries psychotolérantes

Le lait cru peut contenir des bactéries psychrotolérantes qui synthétisent des protéases thermostables, capables de cliver certaines protéines du lait, même à basse température (à partir de 5°C). Certaines de ces bactéries possèdent également une activité lipase thermostable, entraînant l'hydrolyse des triglycérides. Ces activités enzymatiques peuvent provoquer un goût amer ou rance dans le lait. Ces altérations peuvent conduire à une instabilité du traité à ultra haute température.

Les sources de ces microorganismes dans le lait sont principalement le matériel de traite et les peaux des animaux. Dans le lait cru, on trouve majoritairement des bactéries Gram - psychrotolérantes, telles que *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, ainsi que des *Entérobactéries* (Alais, 1984).

4.2.2. Coliformes

- Ce sont des bacilles Gram -, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatives, qui peuvent fermenter le lactose pour produire de l'acide et des gaz. On distingue parmi les coliformes :
- Les coliformes fécaux, issus de l'intestin de l'homme et des animaux, qui sont résistants à la chaleur ;
- Les coliformes non fécaux, issus de l'environnement, où nous retrouvons notamment *Escherichia coli* et *Hafnia alvei*, principalement présents sur le matériel.

Les coliformes induisent un risque de gonflement précoce en raison de la synthèse de dioxyde de carbone et d'hydrogène, mais ils peuvent également causer des problèmes d'égouttage (Alais, 1984).

4.2.3. Bactéries sporulées

Les spores de butyrate peuvent provoquer des défauts tels qu'un gonflement ultérieur Fromage avec des meules trouées, goût et odeur désagréables.

Clostridium tyrobutyricum est la principale bactérie responsable de ce défaut. En fait, cette bactérie est capable de résister à des températures élevées grâce à ses spores, provoque la fermentation de l'acide butyrique en libérant de l'acide butyrique, de l'hydrogène et du dioxyde de carbone (Alais, 1984).

4.2.4. Moisissures

Le lait peut rancir en raison de diverses moisissures qui y étaient initialement présentes, notamment les genres *Mucor*, *Rhizopus* et *Aspergillus*, qui sont les principaux responsables de la détérioration des produits laitiers. La moisissure peut provoquer des défauts de saveur et de texture (Alais, 1984).

4.3. Flore de contamination

Le lait peut être contaminé par des apports microbiens divers, notamment:

- Les fèces et les téguments de l'animal, qui peuvent contenir des bactéries telles que les Coliformes, les Entérocoques, les *Clostridium*, les *Salmonella* et les *Staphylocoques* ;
- Le sol, qui peut être source de bactéries comme les *Streptomyces*, les *Listeria* et des bactéries sporulées, ainsi que des spores fongiques ;
- L'air et l'eau, qui peuvent contenir des flores diverses et des bactéries sporulées (Guiraud, 2003).

4.3.1. Les Salmonella

Elles sont des bactéries à Gram négatif, de type aérobie-anaérobie facultatif, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles peuvent se multiplier à des températures comprises entre 5 °C et 45 °C, avec un optimum entre 35 °C et 37 °C, et à des pH de 4,5 à 9, avec un optimum compris entre 6,4 et 7,5. La plupart des salmonelles peuvent se développer dans les aliments présentant une activité de l'eau (A_w) comprise entre 0,945 et 0,999 (**D'aoust, 1989**).

4.3.2. Listeria

Elles sont des bactéries qui se présentent sous la forme de petits bacilles de forme régulière à Gram positif (**Seelinger, 1986**). Leur croissance est possible dans une plage de températures allant de 0 °C à 45 °C, avec une température optimale comprise entre 30 °C et 37 °C. Elles peuvent également se développer dans un pH compris entre 4,5 et 9,6. De plus, entre 20 °C et 25 °C, ces bactéries sont mobiles grâce à des flagelles implantés de manière péritriche (**Lovett, 1989**).

4.3.3. *Staphylococcus aureus* coagulase positive

Elles se cultivent dans une plage de températures allant de 6°C à 46°C, avec une température optimale de 37°C, et à un pH compris entre 4 et 9,8, avec un pH optimum de 6 à 7. Cette espèce tolère des concentrations élevées de chlorure de sodium (jusqu'à 20 %) (**Buysler, 1996**).

Elle fait partie de la flore de la peau et des muqueuses des humains et des animaux, et bien qu'elle soit généralement inoffensive, elle peut causer des infections (abcès cutanés ou mammites). La contamination du lait peut survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés, ou par l'environnement. Chez les bovins, *S. aureus* est isolé dans les narines, et on le retrouve également dans les manchons des machines à traire (**Brisabois et al., 1997**).

4.3.4. *Escherichia coli*

Elles forment un groupe de bacilles mobiles ou immobiles, à Gram négatif, de la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles peuvent se multiplier à des températures comprises entre 4°C et 46°C, avec un optimum de croissance à 37 °C et à un pH compris entre 4,6 et 9,5. Les espèces d'*E. Coli* qui provoquent la diarrhée, la gastrite aiguë ou la colite humaine sont pathogènes (**Brisabois et al., 1997**).

4.3.5. Autres micro-organismes pathogènes

D'autres micro-organismes pathogènes peuvent être rencontrés dans le lait et les produits laitiers, notamment *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Coxiella burnetii*, *Streptococcus agalactiae*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, les moisissures productrices de toxines et les virus. La présence et la persistance de ces germes dans les laits et les produits laitiers dépendent de leur résistance aux traitements que peut subir le lait cru (pasteurisation, acidification, chauffage du caillé, conditions d'affinage) et du niveau initial de contamination dans le lait cru (**Brisabois et al., 1997**).

CHAPITRE II

Lactosérum



B. Lactosérum

1. Définition du lactosérum

Anciennement désigné sous le nom de petit lait, le lactosérum est un sous-produit issu de la fabrication du fromage et de la préparation des caséinates (**Jouan, 2002**).

Le lactosérum, connu depuis plus de 5000 ans, a été découvert fortuitement par des Bédouins lors du transport de lait. En effet, l'acidification naturelle et la coagulation par la chaleur engendraient la séparation du lait en une phase liquide (le lactosérum) et un caillé solide (**DeWitt, 2001**).

Le lactosérum désigne le liquide translucide et jaunâtre qui se forme après séparation des caséines du lait (**Heslot, 1996**). Ce processus de séparation peut se faire par coagulation acide ou par l'action d'enzymes comme la présure ou la chymosine, lors de la fabrication fromagère (**Heslot, 1996; Jouan, 2002**).

2. Différents types de lactosérum

Selon le procédé de fabrication utilisé, différents types de lactosérums existent. Ces lactosérums peuvent être principalement classés en deux catégories en fonction de l'acidité du liquide obtenu (**Alais, 1984**).

Tableau N°04: Différents types de lactosérum (**Adrian, 1991**).

Type	Degré d'acidité	pH	Production
Lactosérum doux	<18°D	6,5 ± 6,7	- Fromagerie à pâte pressée - Fromagerie à pâte cuite - Caséinerie présure.
Lactosérum acide	<18°D	4,5 – 5,5	- Fromagerie à pâte fraîche - Fromagerie à pâte molle - Caséinerie acide.

2.1. Lactosérum doux:

Le lactosérum est obtenu par la coagulation de la caséine sous l'action de la présure, sans acidification préalable. Ce processus donne un sérum doux, pauvre en sels minéraux mais riche en lactose et en protéines. En plus des protéines solubles du lait, ce type de lactosérum renferme une glycoprotéine issue de l'hydrolyse de la caséine Kappa par la présure (**De la Fuente, 2002; Sottiez, 1990**).

En l'absence de précautions adéquates, le lactosérum de fromagerie peut voir son acidité augmenter en raison de la poursuite de la fermentation naturelle. Le lactosérum doux provenant de la fabrication de fromages à pâte pressée cuite ou non cuite (comme l'Emmenthal, le Saint Paulin, l'Edam, etc.) présente un pH compris entre 5 et 6,3 (**Morr et Ha, 1993**).

2.2. Lactosérum acide

La caséine est obtenue après coagulation du lait par précipitation des caséines à leur point isoélectrique, qui se situe à pH 4, 6. Cette précipitation est provoquée par l'ajout d'un acide fort ou d'acide lactique (**Violleau, 1999**).

La caséine se lie aux sels de calcium, et lorsqu'elle est acidifiée, cela entraîne sa déminéralisation. Ce processus libère une quantité significative d'éléments minéraux, tels que le calcium et le phosphore, qui passent dans le sérum (**Sottiez, 1990**).

Les lactosérums acides contiennent moins de lactose mais davantage de minéraux que les lactosérums doux. Ils sont aussi plus chargés en bactéries lactiques et moins sujets à des fermentations que les lactosérums doux (**Moletta, 2002**).

Les fortes concentrations en acide lactique et en minéraux présentes dans les lactosérums acides rendent leur déshydratation plus difficile. C'est pourquoi les lactosérums acides sont souvent utilisés sous forme liquide, tandis que les lactosérums doux sont généralement déshydratés (**Moletta, 2002**).

3. Composition biochimique du lactosérum

La composition des sous-produits Issues de la fabrication du fromage et de la caséine varie en fonction du lait utilisé et du processus de coagulation des caséines. Les données approximatives de leur composition sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°06: Composition du lactosérum doux (Sottiez, 1990).

Composition	Lactosérum doux			
	Pate pressée cuite	Pate pressée non cuite	camembert	Pate fraiche
Liquide (%)	93,5	95	93,5	94
Extrait sec (%)	6,5	5	6,5	6
pH	6,7	6,5	6,1	6
Constituants (g/l)				
Lactose	76	75	75	65,5
Protéines	13,5	13,5	12	12
Cendres	8	8	8,25	9
Matière grasse	1	1	1	0,5
Acide lactique	1,80	2,80	2,20	10
Minéraux (%)				
Ca	0,60	0,65	0,70	1,90
P	0,60	0,65	0,70	1,50

Tableau N°07: Composition du lactosérum acide (Sottiez, 1990).

Composition	lactosérum acide
	Caséine
Liquide (%)	94
Extrait sec (%)	6
pH	4,6

Constituants (g/l)	
Lactose	74
Protéines	12
Cendres	12
Matière grasse	0,50
Acide lactique	18
Minéraux (%)	
Ca	1,80
P	1,50

3.1. Lactose

Le lactose, principal composant du lactosérum, est un diholoside formé par la liaison d'une molécule de α ou β -D-glucose avec une molécule de β -D-galactose, donnant ainsi naissance à deux stéréo-isomères réducteurs de lactose (**Beerens *et al.*, 1990**).

Le lactose est caractérisé par:

- Une solubilité limitée.
- Un pouvoir sucrant faible. Sa seule source importante dans la nature est le lait et les produits laitiers (**Visser *et al.*, 1988**).

3.2. Minéraux

Dans certaines pratiques fromagères, l'ajout de sel au lait entraîne la présence de ce sel, ainsi que des matières minérales dissoutes, dans le lactosérum. Les matières salines représentent 8 à 10% de l'extrait sec de sérum, dont plus de 50% sont des chlorures de sodium et de potassium, tandis que le reste est principalement composé de sels de calcium, notamment sous forme de phosphate de calcium. (**Vrignaud, 1983**).

Les sels minéraux présents dans le lactosérum sont considérés comme des composants indésirables. Une quantité significative de ces sels semble limiter l'utilisation du lactosérum dans l'alimentation humaine et infantile. Cependant, le lactosérum est utilisé pour produire du lactose pur et des protéines (**Meréo, 1971**).

Compte tenu de la présence indésirable de sels minéraux élevée dans le lactosérum, il est donc bénéfique de le déminéraliser partiellement à l'aide de techniques physico-chimiques, comme l'électrodialyse (**Linden et Lorient-Biochimie, 1994**).

3.3. Protéines du lactosérum

Les protéines du lait se répartissent en deux grandes catégories:

Caséines

La première famille est composée de caséines, qui représentent environ 80% des protéines totales du lait.

Protéines solubles

La seconde famille est constituée de protéines solubles, principalement la β -lactoglobuline (β -LG) et l' α -lactalbumine (α -LA) (**Morr and Ha, 1993**).

L'albumine sérique bovine (BSA), les immunoglobulines (Ig) et les protéases peptones font également partie des protéines solubles du lait (**De Wit, 1981; De Wit and Hontelez-Backx, 1981; De Witt, 2001**). À l'échelle industrielle, les protéines solubles telles que la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine sont extraites à partir du lactosérum; Le lactosérum contient environ 1% de protéines en poids (**Morr and Ha, 1993**).

3.3.1. β -lactoglobuline (β -LG)

La β -lactoglobuline est la protéine la plus répandue dans le lactosérum ; sa concentration se situe entre 2 et 4 g/L de lactosérum ; cette quantité représente environ 50% des protéines totales présentes dans le lactosérum (**Eugenia et al., 2006**). La β -lactoglobuline est une protéine globulaire de structure compacte ; elle est composée de 162 résidus d'acides aminés et sa masse moléculaire relative est de 18,3 KDa. Neuf variantes génétiques différentes de cette protéine ont été identifiées (**Eugenia et al., 2006; Uchida et al., 1996**).

Bien que le rôle physiologique exact de la β -lactoglobuline ne soit pas encore clairement établi, cette protéine présente une qualité nutritionnelle exceptionnelle. La β -LG est riche en acides aminés essentiels, en particulier la leucine et la lysine. De plus, elle est abondante en méthionine et cystéine, qui sont les principales sources de soufre dans l'alimentation (**Arthur et al., 1997; Hambling et al., 1992; Morr, 1989**).

3.3.2. Lactalbumine (α -LA)

L' α -lactalbumine est une protéine globulaire dont la structure primaire présente de nombreuses similitudes de séquences avec le lysozyme de l'œuf de poule ; elle partage 47 résidus d'acides aminés identiques sur 123 avec le lysozyme ; son poids moléculaire est de 14 kDa et sa concentration dans le lactosérum se situe entre 1 et 1,5 g/L, représentant environ 20% des protéines totales du lactosérum (**Cheftel *et al.*, 1985**).

L' α -lactalbumine est une autre protéine fonctionnelle très intéressante en raison de sa composition riche en tryptophane, cette teneur élevée en tryptophane en fait une base de choix pour la production de peptides destinés à l'alimentation diététique ou médicamenteuse.

L' α -lactalbumine agit comme un cofacteur dans la biosynthèse du lactose (**Brew et Grobler, 1992; Creamer et MacGibbon, 1996; De Wit et Hontelez-Backx, 1981; De Witt, 2001**).

3.3.3. Sérum albumine bovine (BSA)

Le sérum albumine bovine représente 0,1 à 0,4 g/L des protéines du lait ; elle est constituée de 582 acides aminés. Les liaisons avec les acides gras stabilisent la molécule de protéine contre la dénaturation par la chaleur.

Le sérum albumine bovine est soluble jusqu'à 35% à 3°C dans l'eau distillée, mais précipite largement à température ambiante, entre 40 et 45°C (**Gumpen *et al.*, 1979; Lin *et al.*, 1976; Morr et Ha, 1993**).

3.3.4. Immunoglobuline (Ig)

L'immunoglobuline se réfère à une famille hétérogène des glycoprotéines ; Ces glycoprotéines possèdent une activité d'anticorps (**Eigel *et al.*, 1984**). Les immunoglobulines se composent de quatre classes: IgG1, IgG2, IgA, IgM et IgE. Ces différentes classes d'immunoglobulines ont été identifiées dans le lait. Ce sont des monomères constitués de deux chaînes polypeptidiques légères de 20 kDa et deux chaînes polypeptidiques lourdes de 50 à 70 kDa, liées entre elles par des ponts disulfures (**Brunner, 1977**).

Le lait de vache contient entre 0,6 et 1,0 g/L d'immunoglobulines, parmi ces immunoglobulines, 80% sont de type IgG. Les immunoglobulines se caractérisent par une plus grande résistance à la chaleur que l' α -lactalbumine et la β -lactoglobuline (**Eigel *et al.*, 1984**).

Bien que les protéines ne constituent pas la fraction la plus abondante du lactosérum, elles présentent un grand intérêt. Les protéines du lactosérum revêtent une importance

économique et nutritionnelle majeure, leur valeur nutritionnelle est supérieure à celle des protéines du blanc d'œuf, qui servent de référence (Sottiez, 1990).

5. Valorisation du lactosérum

Représentant une quantité considérable (80 % du lait), le lactosérum constitue un défi majeur en termes de gestion des eaux résiduaires pour les industries laitières. Cependant, grâce aux avancées scientifiques, la valeur nutritive de ce sous-produit, qui a longtemps souffert d'une mauvaise réputation injustifiée, a été réévaluée (Alais, 1975).

Utilisation du lactosérum

IL est largement utilisé dans divers domaines, notamment en médecine, dans l'industrie alimentaire et en biotechnologie.

La valeur nutritive du lactosérum provient de son lactose et de ses protéines. Sa forte teneur en lactose en fait un agent efficace pour la réaction de Maillard, très recherchée en boulangerie, biscuiterie et viennoiserie pour le brunissage (FAO, 1995).

Les protéines sériques confèrent au lactosérum des propriétés fonctionnelles intéressantes, tant pour l'alimentation animale que pour la nutrition humaine. Elles sont utilisées en alimentation infantile pour leur valeur nutritive (acides aminés essentiels), dans les plats cuisinés (rétention d'eau), les boissons (solubilité à tout pH) et la confiserie (pouvoir moussant) (FAO, 1995). Elles trouvent également leur place dans de nombreuses autres applications de l'industrie agroalimentaire, telles que la production de potages en poudre, de fromages fondus, de crèmes glacées, de mousses de foie et dans la panification. De plus, les protéines sériques sont particulièrement adaptées pour favoriser la croissance des levures (FAO, 1995).

Boisson à base de lactosérum: Les résultats de l'ajout du lactosérum pasteurisé mélangé à cinq variétés de jus de fruits (orange, raisin, fraise, banane et pomme), avec l'ajout de saccharose et d'acide ascorbique, ont démontré une qualité haute des boissons produites (Vojnovic *et al.*, 1993).

Partie

Expérimentale

CHAPITRE III

Matériel & Méthodes



CHAPITRE III: Matériel et Méthodes**1. Objectif**

L'objectif principal de notre mémoire était l'étude de l'effet de la pasteurisation sur les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du lactosérum. Pour atteindre cet objectif, des échantillons de lactosérum doux provenant de lait de vache cru et lait de vache pasteurisé commercialisé ont été préparés et analysés.

2. Période et lieu de prélèvement

La partie expérimentale a été réalisée de Février à mai 2024 au niveau du laboratoire de la laiterie ARIB situé dans la ville de AIN DEFLA.

3. Echantillonnage

Le robinet de la citerne à lait a été flambé au préalable; puis les premiers jets ont été éliminés et le flacon a été rempli au 2/3 de sa capacité. Chaque échantillon de volume de 250ml de lait a été prélevé dans un flacon stérile. Le lactosérum doux de lait cru et celui de lait pasteurisé ont été obtenus par coagulation avec de la présure. Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques ont été par la suite déterminés sur les échantillons pour les deux types de lactosérum.

3.1 Coagulation du lait et séparation du lactosérum

- Le lait est chauffé à 40°C puis coagulé en ajoutant de la présure, généralement à raison de 1 g pour 20 L de lait. Dans notre étude, nous avons utilisé 0,1 g de présure pour 2 L de lait de vache pasteurisé et cru,
- Le caillé est finement découpé et brassé énergiquement pour favoriser l'égouttage du lactosérum doux.

**Lactosérum de lait cru****Lactosérum de lait pasteurisé****Figure 01:** Echantillons de lactosérum

4. Les paramètres physico-chimiques

4.1 pH

Le pH représente l'acidité d'un échantillon à un moment donné. Le pH du lactosérum a été déterminé à l'aide d'un pH mètre. La valeur de pH est lue directement sur l'appareil après immersion de son électrode dans le lactosérum (Alais, 1985).

**Figure 02:** Mesure du pH par le pH mètre.

4.2 Acidité titrable

L'acidité titrable est exprimée en degré Dornic. Le titrage de l'acidité est réalisé par l'hydroxyde de sodium en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré (Alais, 1985).

• Produits et matériel utilisés

Lactosérum

La solution de phénophtaléine à 1%

La solution d'hydroxyde de sodium (N/9)

• Mode opératoire

- Dans un bécher, on introduit 10ml du lactosérum prélevé à l'aide d'une pipette ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de la solution de phénophtaléine à 1% ;
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (N/9) jusqu'au virage au rose pâle, facilement perceptible par comparaison au témoin constitué du même lactosérum. 1ml de NaOH versé correspond à 0,1g /1 L de l'acide lactique.

Le résultat est exprimé en (°D) où °D= 0,1 g d'acide lactique par litre de lactosérum.

• Lecture

$$AT=V \times 10 (D^{\circ})$$

AT: Acidité titrable

V: le volume en ml correspond à la chute de la burette

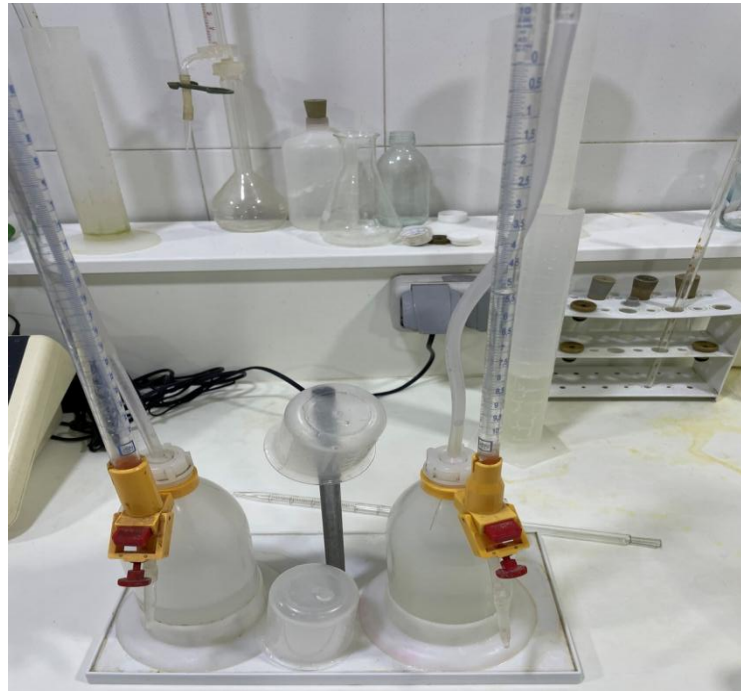


Figure 03: Mesure d'Acidité titrable par la méthode titrimétrique.

4.3 Extrait Sec Total (EST)

La teneur en matière sèche totale du lactosérum a été mesurée par déshydratation au moyen d'un dessiccateur à infrarouge (AFNOR, 1980).

• Produits et matériel utilisés

Dessiccateur

Pipette

Lactosérum

• Mode opératoire

- Dans une plaque de dessiccateur séchée et tarée, à l'aide d'une pipette peser 1g du lactosérum homogénéisé sous forme de gouttelettes bien réparties ;
- Introduire la plaque dans le dessiccateur infrarouge réglé à 105°C ;
- Laisser chauffer pendant 20 minutes.

L'extrait sec est lu directement sur l'afficheur du dessiccateur. Le résultat est multiplié (x10) pour obtenir le poids net en g/l.

$$\text{EST} = \text{E1} - \text{T/E} * 100$$

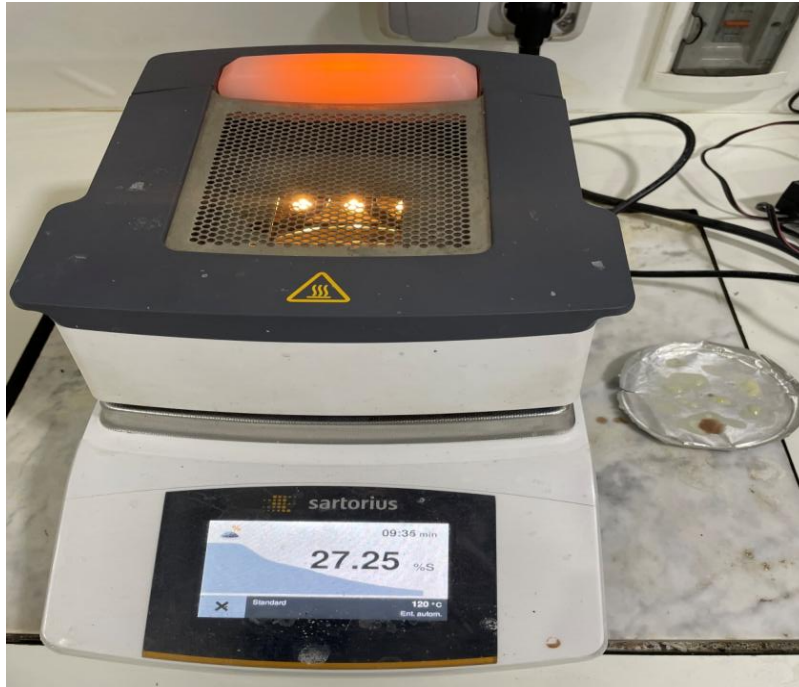


Figure 04: Mesure d'Extrait sec total par le dessiccateur.

4.4 Extrait Sec Dégraissé (ESD)

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse (Dahache et Messadoudi, 2019).

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD : Extrait Sec Dégraissé

MG : Matière Grasse

EST : Extrait Sec Total

4.5 Matière Grasse (MG)

La teneur en matière grasse a été déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber et Vanglick (Gaddour, 2013). La technique consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool isoamylique de la matière grasse libérée (AFNOR, 2001).

• Produits et matériel utilisé

Acide sulfurique (H_2SO_4) (d=1,83)

Lactosérum

L'Alcool isoamylique

Pipette

Boucher

Butyromètre

Centrifugeuse

• Mode opératoire

- Introduire 10ml d'acide sulfurique dans le butyromètre de GERBER pour la dissolution des constituants du lactosérum;
- A l'aide d'une pipette, prélever 11 ml de lactosérum à analyser, puis les verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci;
- Ajouter 1ml d'alcool isoamylique pour la dissolution de la matière grasse ;
- Bien boucher le butyromètre ;
- Agiter et retourner afin de bien dissoudre les protéines ;
- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 minutes à 1200 tours/mn ;
- Maintenir verticalement le butyromètre ;
- Ajuster le bouchon pour amener la colonne de matière grasse dans la zone de l'échelle ;
- Lire le résultat.

La teneur en matière grasse est exprimée en **g/l**.

• Lecture

La quantité de matière grasse est déterminée en lisant la graduation sur le butyromètre. Il faut maintenir le bouchon vers le bas, ajuster jusqu'au repère le plus proche, puis lire rapidement.

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

A: la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne Grasse.

B: la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne Grasse.



Figure 05: Mesure de matière grasse par la méthode acido-butyrométrique

5. Contrôle microbiologique

Les analyses microbiologiques portent sur la recherche et le dénombrement des microorganismes. La liste de ces microorganismes est décrite dans le **Journal Officiel de la République Algérienne N° 39 du 2 juillet 2017**.

Ces microorganismes sont :

- Des germes d'altérations ;
- Des germes potentiellement pathogènes pour le consommateur (Staphylocoques à coagulase +) ;
- Des germes de contamination fécale (habituellement les coliformes fécaux ainsi que les coliformes totaux ;
- Des levures et moisissures.

5.1. Préparation et traitement des échantillons**3.1.1. Préparation des dilutions décimales**

Le lactosérum, une fois récupéré, est considéré comme solution mère pour la préparation des dilutions décimales. Une pipette graduée et stérile a été utilisée.

• Mode opératoire

- Introduire aseptiquement 1ml de la solution mère dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du diluant (TSE): cette dilution sera alors au 1/10 ou 10^{-1} ;
- Introduire aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-1} dans tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant (TSE): cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-2} ;
- Introduire aseptiquement par la suite 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1/1000 ou 10^{-3} .

3.2. Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux (GAMT)**• Mode opératoire**

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} jusqu'à 10^{-1} , introduire aseptiquement 1ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée ;
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 44°C ;
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée ;
- Laisser solidifier sur la paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

• Incubation

Les boîtes sont incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures ;
- Deuxième lecture à 48 heures ;
- Troisième lecture à 72 heures.

Les colonies des GAMT se présentent sous forme tenticulaire en masse.

• Lecture des résultats et calcul

Pour tous les microorganismes recherchés, les boîtes contenant plus de 300 colonies et moins de 30 colonies sont écartées.

3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes ont été recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycholate (DCLA) incubée 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux, et à 44°C pour les coliformes fécaux **ISO-AFNOR (NF V08-010 1986)**.

• Mode opératoire

- Préparer trois boîtes pour la recherche des coliformes totaux et trois autres pour les coliformes fécaux ;
- Ensemencer 1ml de lactosérum dilué de 10^{-1} et jusqu'à 10^{-3} dans chaque boîte contenant environ 13 ml de gélose désoxycholate de sodium (DCLA).

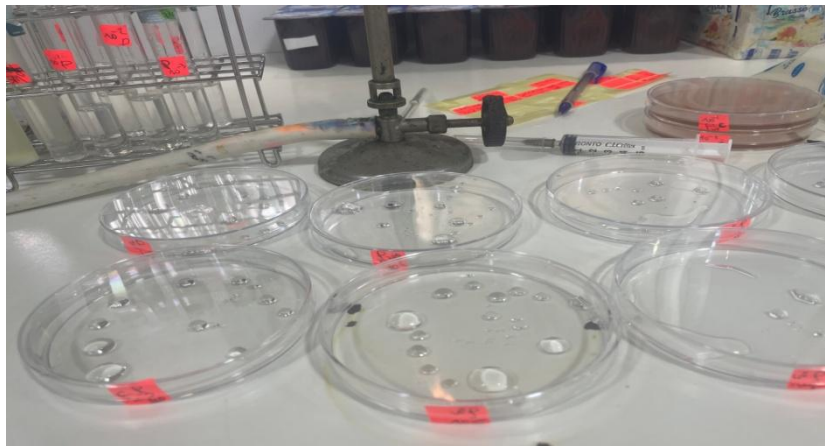


Figure 06: Recherche et dénombrement des coliformes sur DCLA

• Incubation

Les boîtes destinées à la recherche des coliformes totaux sont incubées à 30°C pendant 24h.

Les boîtes destinées à la recherche des coliformes fécaux sont incubées à 44°C pendant 24h.

• Lecture

Les colonies qui apparaissent en couleur rouge foncé de 0,5 mm de diamètre indiquent la présence de coliformes. Les colonies sont comptées et ramenées au nombre de germes par ml en tenant compte de la dilution.

a. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques ont été dénombrés sur le Bouillon Giolitti Cantoni et tellurite de potassium et incubés pendant 48 heures à 37°C.

• Mode opératoire

Milieux utilisés : Bouillon Giolliti Cantoni et gélose Chapman.

• Préparation des milieux d'enrichissement

- Ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu Giolliti Cantoni pour y ajouter une ampoule de solution de tellurite de potassium ;
- Mélanger soigneusement, le milieu est prêt à l'emploi.

• Ensemencement

- Préparer dans un portoir une série de 4 tubes contenant 15 ml de milieu Giolliti Cantoni à raison d'un tube par dilution ;
- A partir de la solution mère et des dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube ;
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

• Incubation

- Incuber à 37°C pendant 24 à 48H

• Lecture

Les tubes ayant viré au noir sont considérés positifs. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîte de Pétri.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48h. Après ce délai, les *Staphylococcus aureus* forment des colonies bombées, luisantes et plus ou moins pigmentées en jaune (Guiraud, 2003).

b. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des champignons hétérotrophes, organismes eucaryotes uni ou multicellulaires. La structure de la cellule est celle d'une cellule eucaryote. Les levures constituent un groupe morphologique relativement homogène tandis que les moisissures sont des champignons filamenteux (Matallah, 2017)

Les levures et moisissures se retrouvent dans la nature ; elles se cultivent à 25°C sur milieu Sabouraud (Michel, 2006)

• Mode opératoire

- A partir des dilutions allant de 10^{-2} à 10^{-1} introduire aseptiquement 1 ml de la solution mère dans une boîte de Pétri contenant la gélose Sabouraud solidifié;

- Faire un étalement sur toute la surface de la gélose.

- **Incubation**

- Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 24h voire 5 jours.

- **Lecture**

La multiplication des levures et des moisissures se fait en surface; elle se traduit par des colonies blanches dont les levures ont une structure sphérique.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS & DISCUSSION



CHAPITRE IV: RÉSULTATS & DISCUSSION

1. Les paramètres physico-chimiques

1.1. pH

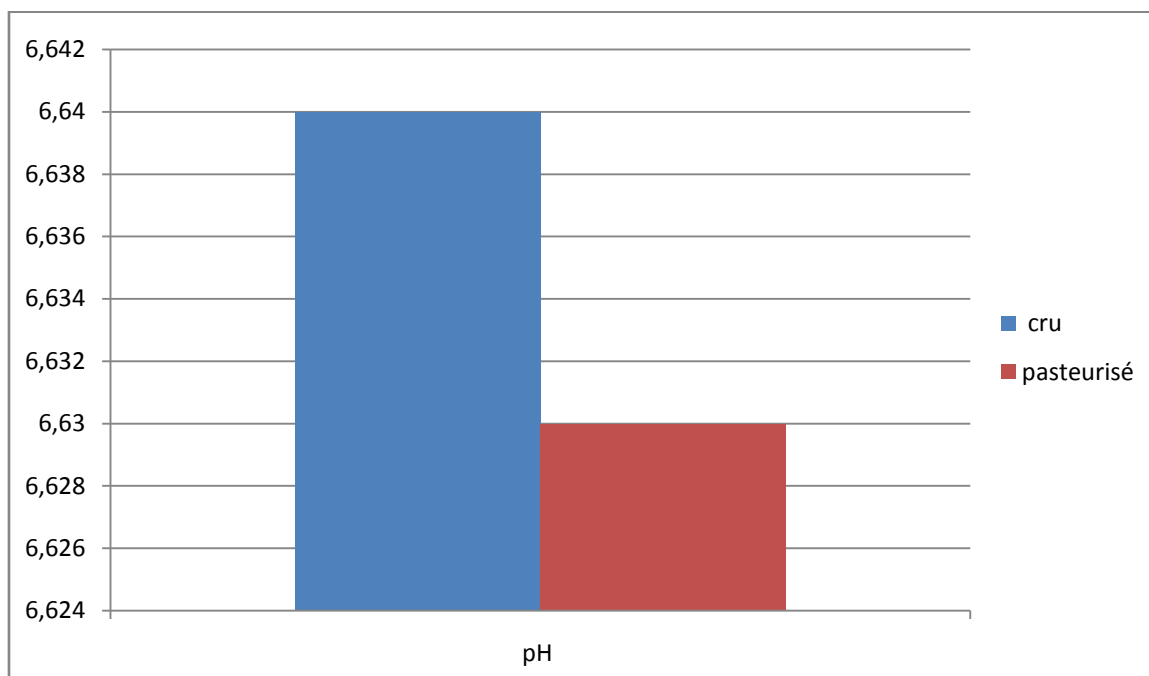


Figure 07: pH du Lactosérum de lait cru et pasteurisé

Le niveau de pH joue un rôle crucial dans le comportement et les propriétés des protéines du lactosérum, influençant leur solubilité, leur dénaturation, leur agrégation et leurs interactions avec d'autres composants (**Gulzar, 2011**).

Le lactosérum doux, sous-produit du fromage coagulé par la présure, a un pH supérieur ou égal à 5,6, tandis que le lactosérum acide, sous-produit du fromage coagulé par un acide, a un pH inférieur ou égal à 5,1 (**Maxhuni, 2020**).

Les échantillons de lactosérum de lait cru et de lait pasteurisé obtenus pendant la production de fromage avaient un pH de $6,65 \pm 0,5$ pour le lactosérum de lait cru et de $6,63 \pm 0,5$ pour le lactosérum de lait pasteurisé. Ces deux valeurs sont conformes à la norme décrite par le codex alimentarius (**Codex Stan, 212-1999**) qui est supérieur à 5,1. Ces deux valeurs de pH qui sont supérieures à 5.6 sont aussi en accord avec celles rapportées par **Maxhuni (2002)**.

L'absence de différence entre le pH du lactosérum de lait cru et pasteurisé pourrait indiquer que la pasteurisation n'a pas d'effet sur le pH.

1.2. Acidité

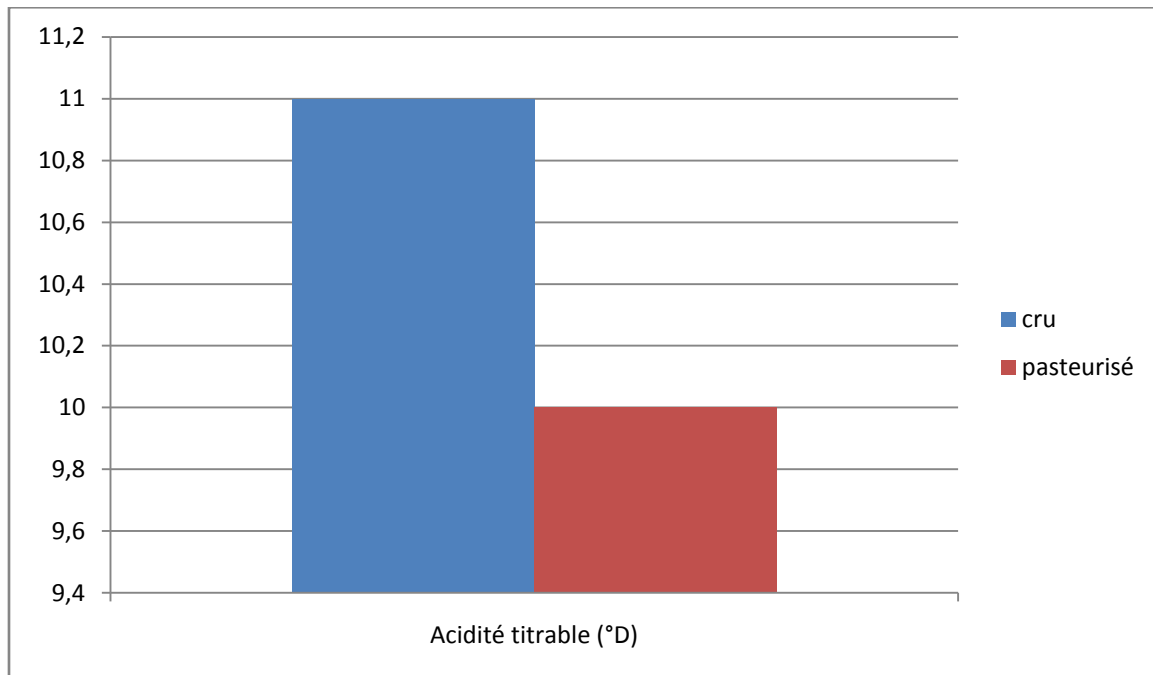


Figure 08: Acidité du lactosérum de lait cru et pasteurisé.

Le niveau d'acidité titrable (AT) dans le lactosérum est un paramètre essentiel dans la transformation laitière, en particulier dans la production de fromage et de yaourt. Il influence la texture, la saveur et la qualité globale du produit final (Collins, 1976).

Les échantillons ont présenté une acidité de $14 \pm 0,2^{\circ}\text{D}$ pour le lactosérum de lait cru et de $13 \pm 0,2^{\circ}\text{D}$ pour le lactosérum de lait pasteurisé. L'acidité des deux types de lactosérum se trouve dans la norme du codex alimentarius (CODEX STAN, 212-1999) et qui est inférieure à 35°D .

L'absence de différence entre l'acidité du lactosérum de lait cru et pasteurisé pourrait indiquer que la pasteurisation n'a pas d'effet sur l'acidité.

1.3. Matière grasse

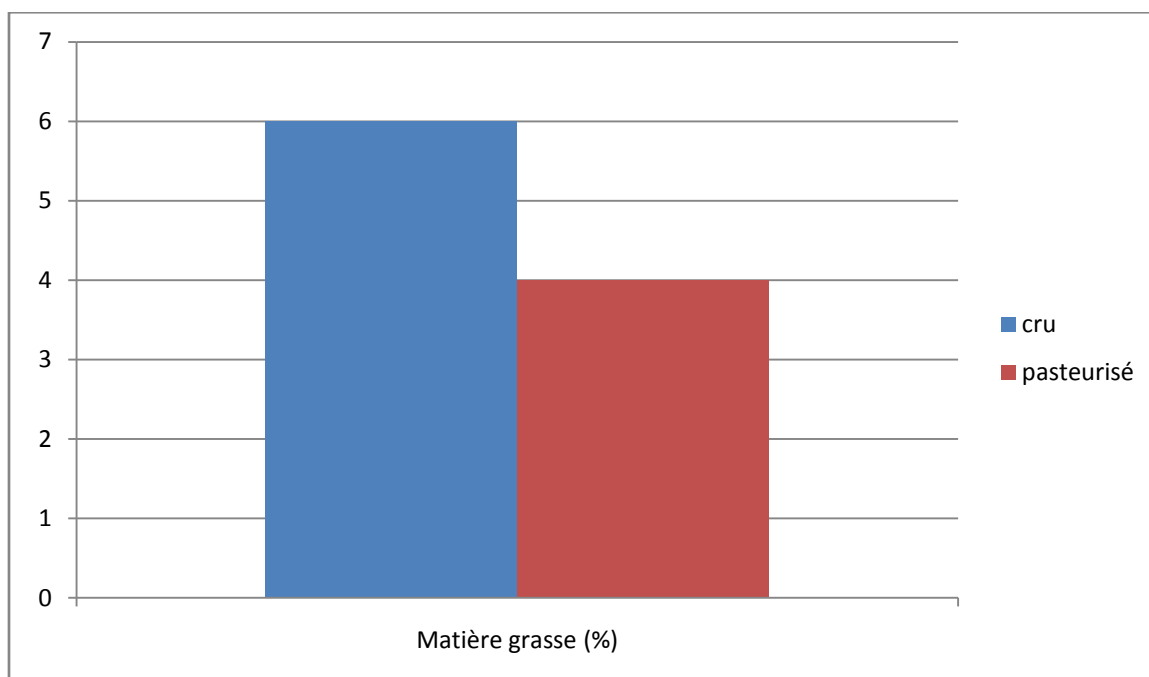


Figure 09: La Matière grasse du lactosérum de lait cru et pasteurisé

La teneur en matière grasse du lactosérum peut servir d'indicateur économique pour la standardisation du lait dans la production laitière. La recherche a montré que le pourcentage de matière grasse dans le lactosérum varie en fonction de la standardisation du lait utilisé pour la production de fromage (**Maxhuni, 2020**).

Le taux de la matière grasse trouvé était de 6% (60 g/l) pour le lactosérum de lait cru et de 4% (40 g/l) pour le lactosérum de lait pasteurisé. Pour les deux types de lactosérum c'est une teneur élevée par rapport à celle citée (10g/l) par (**Sottiez, 1990**). Comme certaines études ont montré que la quasi-totalité de la matière grasse est retenue dans le caillé, cette élévation dans la teneur en matière grasse pourrait être due à un caillage incomplet qui a engendré la retenue des particules de la matière grasse dans nos échantillons de lactosérum.

La teneur basse en matière grasse observée dans le lactosérum de lait pasteurisé (40 g/l) par rapport à celui de lait cru (60 g/l) pourrait être expliquée par l'instabilité de certains acides gras à haute température (**Sboui et al., 2009**). Ces résultats en accord avec ceux rapportés dans les autres études confirment encore l'effet du traitement thermique sur la teneur en matière grasse.

1.4. Extrait sec total

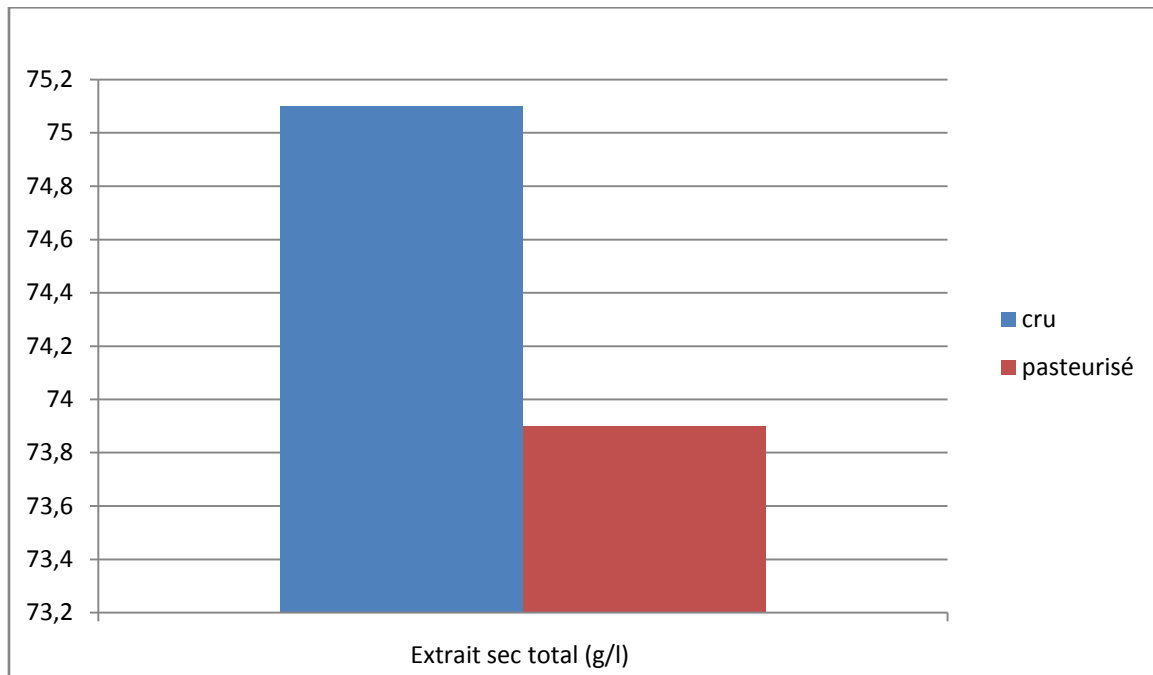


Figure 10: Extrait sec total du lactosérum cru et pasteurisé

L'extrait sec total du lactosérum est riche en lactose et protéines sériques, avec une teneur variable en minéraux selon le type de lactosérum. Sa concentration est augmentée par évaporation avant le séchage en poudre (**Schuck, 2004**).

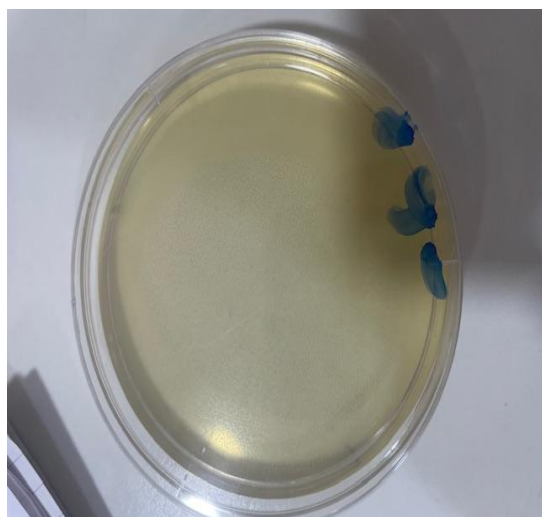
L'extrait sec total dans le lactosérum de lait cru a atteint 7,51%, tandis que celui du lactosérum de lait pasteurisé était de 7,39 %. Ces deux valeurs sont proches du taux de 6,5% cité par (**Sottiez, 1990**).

Contrairement à d'autres études antérieures (**Sboui et al., 2015**), cette étude n'a pas trouvé un effet important de la pasteurisation sur l'extrait sec total d'où la nécessité de réaliser d'autres études pour confirmer l'effet du traitement thermique sur le taux de la matière sèche.

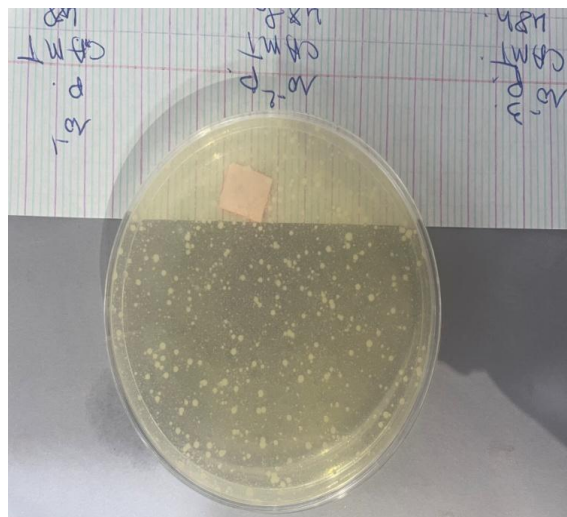
2. Les paramètres microbiologiques

Les résultats de cette partie ont été comparés aux normes décrites dans le journal officiel du 2 juillet 2017.

2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux



Lactosérum de lait pasteurisé



Lactosérum de lait cru

Figure 11: Résultats de la croissance des GAMT.

Tableau 08: Résultats du dénombrement des GAMT dans les deux échantillons de lactosérum.

GAMT	24H	48H	72H
Lactosérum de lait cru	$10^{-1} = 34$	$10^{-1} = 160$	$10^{-1} = +300$
	$10^{-2} = 16$	$10^{-2} = 29$	$10^{-2} = 78$
	$10^{-3} = 4$	$10^{-3} = 7$	$10^{-3} = 29$
Lactosérum de lait pasteurisé	$10^{-1} = 1$	$10^{-1} = 1$	$10^{-1} = 1$
	$10^{-2} = \text{absent}$	$10^{-2} = \text{absent}$	$10^{-2} = \text{absent}$
	$10^{-3} = \text{absent}$	$10^{-3} = \text{absent}$	$10^{-3} = \text{absent}$

Norme : $3,1^6$

Les germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) sont une mesure de la quantité totale de micro-organismes viables qui peuvent se développer dans des conditions aérobies (en

présence d'oxygène) à des températures modérées, généralement entre 20°C et 45°C. Leur présence dans le lactosérum peut être un indicateur de la qualité générale du produit et de son exposition à la contamination pendant le traitement et le stockage (IDF, 2017).

Pour le lactosérum de lait cru, on a noté une charge globale variable et acceptable des GAMT alors que pour le lactosérum de lait pasteurisé il y avait une absence quasi-totale de ces germes.

Les différences observées dans la charge bactérienne s'expliquent par l'effet thermique sur la croissance des GAMT. En effet, le lait pasteurisé a été traité à une température qui permet d'éliminer les GAMT et donne un lactosérum presque sans GAMT.

2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Tableau 09: Résultats du dénombrement des coliformes fécaux dans les deux échantillons de lactosérum.

Les coliformes fécaux	24H	48H
lactosérum de lait cru	10^{-1} = 35 colonie 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent	10^{-1} = 43 colonie 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent
Lactosérum de lait pasteurisé	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent

Norme : $5,1^3/1\text{ml}$

La présence de coliformes fécaux dans le lactosérum est un signe plus alarmant que la simple présence de coliformes totaux, car elle indique une contamination plus directe par des matières fécales et augmente le risque de présence de pathogènes dangereux (FAO, 1998).

Les résultats montrent que la charge des coliformes fécaux est inférieure à la norme ($5,1^3/1\text{ml}$) pour le lactosérum de lait cru. Par contre, une absence totale de coliformes fécaux a été observée dans le lactosérum de lait pasteurisé.

Les différences dans les résultats de la croissance des coliformes fécaux entre les deux types de lactosérum s'expliquent par l'effet de la température. En effet, le lait pasteurisé a subi un traitement thermique suffisant pour tuer les coliformes fécaux d'où l'absence totale de ce genre de bactéries dans son lactosérum à $t = 24\text{H}$ et à $t = 48\text{H}$.

Tableau 10: Résultats du dénombrement des coliformes totaux dans les deux échantillons de lactosérum.

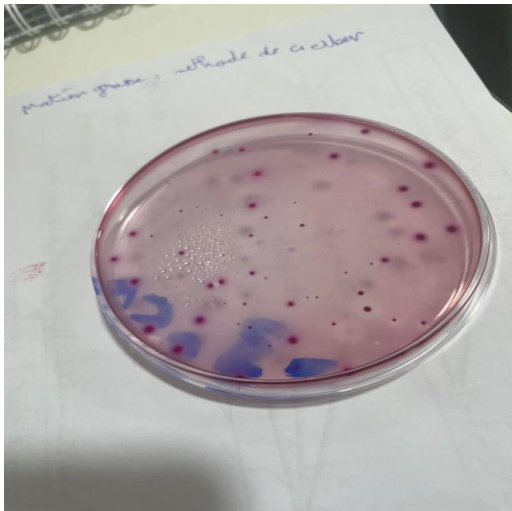
Les coliformes totaux	24H	48H
lactosérum de lait cru	10^{-1} = plus de 300 10^{-2} = plus de 300 10^{-3} = 117	10^{-1} = plus de 300 10^{-2} = plus de 300 10^{-3} = 235
lactosérum de lait pasteurisé	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent	10^{-1} = 1 10^{-2} = absent 10^{-3} = absent

Les Normes : $<1^2/1\text{ml}$

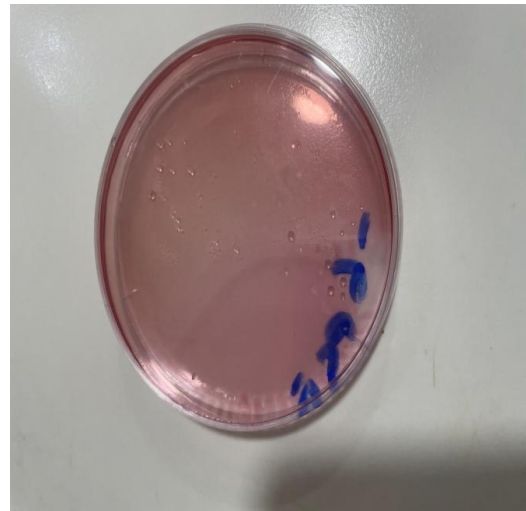
La présence de coliformes totaux dans le lactosérum peut être un indicateur important de la qualité et de la sécurité alimentaire. Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries comprenant diverses espèces, dont certaines peuvent provenir de la flore intestinale des mammifères et donc indiquer une contamination fécale (FAO, 1998).

Les résultats montrent que la charge des coliformes totaux est inférieure à la norme ($<1^2/1\text{ml}$) pour le lactosérum de lait cru. Par contre, une absence totale de coliformes totaux a été notée dans le lactosérum de lait pasteurisé.

Les différences dans les résultats de la croissance des coliformes totaux entre les deux types de lactosérum s'expliquent par l'effet de la température. En effet, le lait pasteurisé a subi un traitement thermique suffisant pour tuer les coliformes totaux d'où leur absence totale dans son lactosérum surtout à $t = 24\text{H}$.

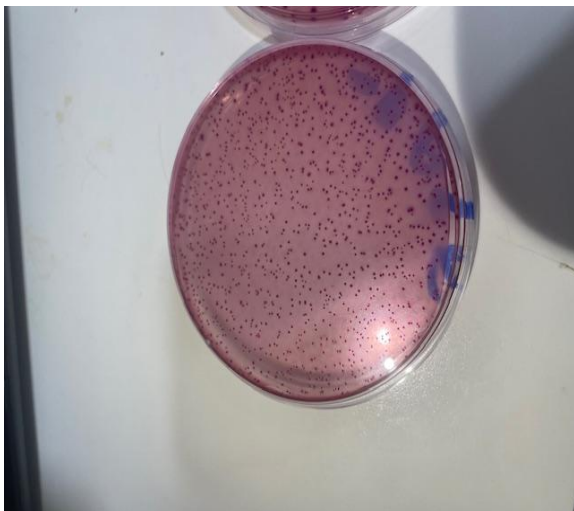


Lactosérum de lait cru

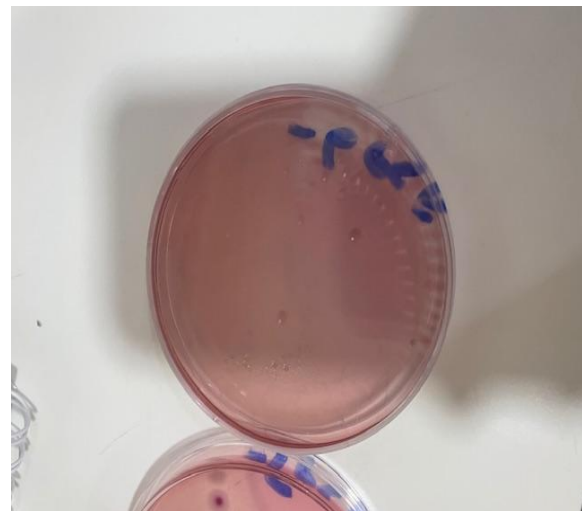


Lactosérum de lait pasteurisé

Figure 12: Résultats de l'incubation des coliformes fécaux



Lactosérum de lait cru

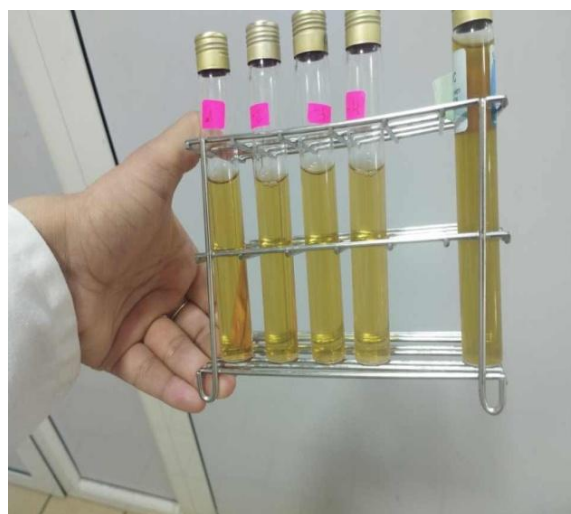


Lactosérum de lait pasteurisé

Figure 13: Résultats de l'incubation des coliformes totaux

2.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Lactosérum de lait cru



Lactosérum de lait pasteurisé

Figure 14: Résultats de l'incubation de *Staphylococcus aureus*.

Tableau 11: Résultats du dénombrement de *Staphylococcus aureus* dans les deux échantillons du lactosérum.

Staphylococcus aureus (UFC/ml)	24H	48H
lactosérum de lait cru	10^{-1} = absent	10^{-1} = absent
	10^{-2} = absent	10^{-2} = absent
	10^{-3} = absent	10^{-3} = absent
Lactosérum de lait pasteurisé	10^{-1} = absent	10^{-1} = absent
	10^{-2} = absent	10^{-2} = absent
	10^{-3} = absent	10^{-3} = absent

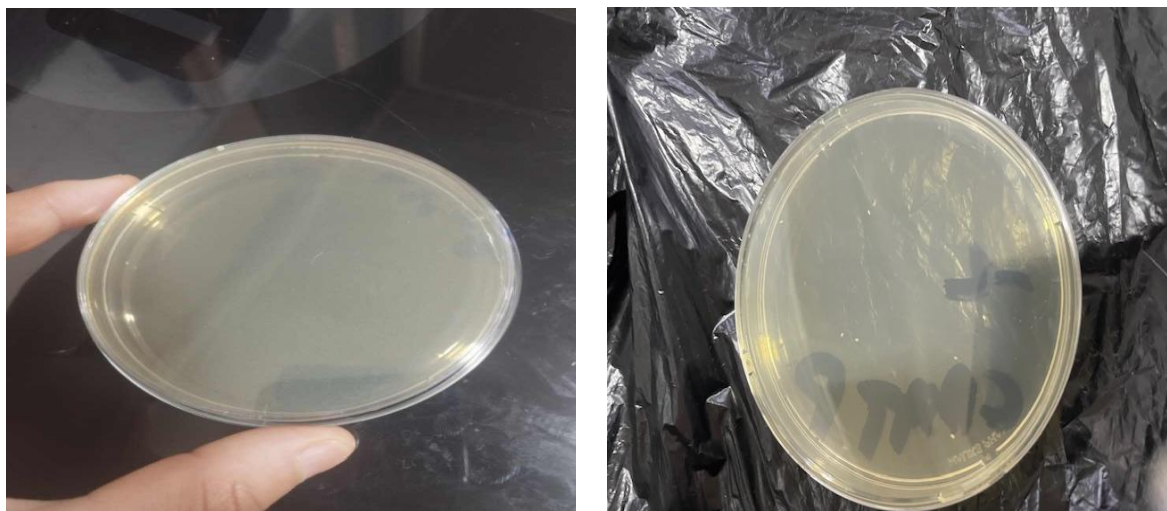
Les Normes : $<1^3/1\text{ml}$

Staphylococcus aureus joue un rôle important en tant que pathogène opportuniste capable de causer une large gamme d'infections graves chez l'Homme (Lowy, 2003).

Les résultats d'analyse montrent l'absence complète de *Staphylococcus aureus* dans les deux échantillons de lactosérum de lait cru et celui de lait pasteurisé. La bonne santé des vaches et les règles d'hygiène respectée dès la traite jusqu'à la séparation du lactosérum pourraient

expliquer l'absence de *Staphylococcus aureus* dans nos échantillons de lactosérum surtout ceux de lait cru (Lapointe-Vignola, 2002).

2.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures



Lactosérum de lait cru

Lactosérum de lait pasteurisé

Figure 15: Résultats de l'incubation des levures et moisissures.

Tableau 12: Résultats de dénombrement des levures et moisissures dans les deux échantillons de lactosérum.

levures et moisissures	24H	48H
lactosérum de lait cru	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent
lactosérum de lait pasteurisé	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent	10^{-1} = absent 10^{-2} = absent

La présence de levures et moisissures peut être préoccupante car ces micro-organismes peuvent altérer la qualité du produit et poser des risques pour la santé.

Les résultats montrent une absence complète de levures et moisissures dans les deux échantillons de lactosérum de lait cru et celui de lait pasteurisé. L'absence des champignons indique que les vaches étaient en bonne santé et les conditions d'hygiène ont été bien

respectées en commençant par la traite jusqu'au processus de séparation du lactosérum essentiellement celui de lait cru (**IDF, 2006**).

Conclusion générale

Conclusion

Conclusion générale

A part la teneur en matière grasse, la pasteurisation n'a pas d'effet considérable sur le pH, l'acidité et l'extrait sec total du lactosérum. Le lactosérum de lait cru pourrait être utilisé si les vaches ne sont pas malades et si les conditions d'hygiène sont bien respectées dès la traite jusqu'à la séparation du lactosérum. Cependant, la pasteurisation est recommandée voir indispensable pour utiliser le lactosérum sans risques pour la santé des consommateurs.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Alias C. (1975). Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.

AFNOR, F., 1980. Détermination de la matière sèche (méthode par étuvage). NF V04 282. Recueil de normes françaises. Laites et produits laitiers. Méthodes d'analyse, Afnor, Paris, France, 104-105.

Alais, C. (1984): Science du lait. Sépaic, Paris, 1984 alimentaires. Édition Tec et Doc. Lavoisier. P8-29.

Alais, C. (1984). Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4c éd. pp. 814.

Alais CH, 1985. La science du lait: Principes des techniques laitières. IVeéd. Paris: Ed SEPAIC, 814 p.

AFNOR (Agence Française de Normalisation): 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers, ISTV, 3ème édition, Afnor, ISTV.

Adrian, R.J., 1991. Particle-imaging techniques for experimental fluid mechanics. Annual review of fluid mechanics23, 261-304.

Akaki, K. D., Aw, S., Loiseau, G., & Guyot, J. P. (2008). Étude du comportement des souches de *Bacillus cereus* atcc 9139 et d'*Escherichia coli* atcc 25922 par la méthode des challenge-tests lors de la confection de bouillies à base de pâte de mil fermentée en provenance de Ouagadougou (Burkina-Faso). *Rev Ivoir Sci Technol*, 11, 103-117.

Benaissa.M, 2018. Valorisation du lactosérum par les bactéries lactique. thèse De doctorat Université D'Oran Ahmed Ben Bella, Université D'Oran Ahmed Ben Bella.

Bernardeau M, Gueguen M., Smith DG, Corona-Barrera E., Vernoux JP, (2009). Antagonistic activities of two *Lactobacillus* strains against *Brachyspira*. *Vet Microbiol*. 138(1- 2); pp.184-190.

Beerens, H., Luquet, F.-M., Almudí, O., Mariatraductor, R., 1990. Guía práctica para el análisis microbiológico de la leche y los productos lácteos/Guide pratique d'analyse microbiologique des laits des produits laitiers.

Références bibliographiques

Brew, K., Grobler, J. 1992. *a-lactalbumin* (Elsevier, London)

Brunner, J., 1977. Milk Proteins, in " Food Proteins," ed. by JR Whitaker and SR Tannenbaum. AVI Publ. Co., Inc. Westport, CT, 175-189.

Brulé G., Jeantet R., Grogennec T., Mahaut M. et Schuck P., 2008: Les produits laitiers. 2ème édition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. P : 1-19. Caractéristiques physicochimiques du lait de bovin local dans la région de Tlemcen; P: 43. 45.

Carreira, A., Dillinger, K., Eliskases-Lechner, F., Loureiro, V., Ginzinger, W. and Rohm, H. (2002). Influence of selected factors on browning of Camembert cheese. *J Dairy Res*, 69, pp. 281-292.

CEAEQ (2015a). Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Cheftel, J.-C., Cuq, J.-L., Lorient, D., 1985. *Protéines alimentaires; biochimie, propriétés fonctionnelles, valeur nutritionnelle, modifications chimiques.*

Creamer, L.K., MacGibbon, A.K., 1996. Some recent advances in the basic chemistry of milk proteins and lipids. *International Dairy Journal* 6, 539-568

Commission du codex alimentarius, (1995) : codex standard 289, précédemment codex standard A-15-1995. Adopté en 1995. Révision 2003. Amendé en 2006, 2010. Norme codex pour les poudres de lactosérum. FAO/OMS. 1, 2

Commission du codex alimentarius, (2002): Comité du codex sur le lait et les produits laitiers, Avant projet de révision de la norme sur la poudre de lactosérum. FAO/OMS. 1, 2.

Collins, E. (1976). Relationship of Titratable Acidity to pH of Wheys Produced by *Streptococcus cremoris* in Different Skim Milks. *Journal of Dairy Science*, 59, 19-24. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(76\)84149-5](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(76)84149-5).

CUDEC, (2001): De lait. Uni-libre de Bruxelles. Département de l'Hygiène Alimentaire: P: 30-35

DAHACHE, N., MESSAOUDI, T., 2019. LA VALORISATION DU LACTOSÉRUM PAR INCORPORATION DANS DES PRODUITS LAITIERS.

Références bibliographiques

De Wit, J., Hontelez-Backx, E., 1981. Les propriétés fonctionnelles des protéines du lactosérum; conséquences des traitements thermiques. La technique laitière, 19-22.

Dewitt, D.P. (2001). Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 5th Edition, LTC, Guanabara Dois, Rio de Janeiro.

De Witt J.N (2001). Manuel de l'Enseignant sur le Lactosérum et les Produits de Lactosérum, 1e éd., European Whey Products Association, Bruxelles, Belgique, 2001.

De Wit, J., 1981. Structure and functional behaviour of whey proteins. Netherlands Milk and Dairy Journal (Netherlands).

De la Fuente, M., 2002. Effects of antioxidants on immune system ageing. European Journal of Clinical Nutrition 56, S5-S8.

Debry G. (2006). Lait, nutrition et santé technique et documentation, Lavoisier Paris.

Dieng M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Thèse Docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.

Eigel, W., Butler, J., Ernstrom, C., Farrell Jr, H., Harwalkar, V., Jenness, R., Whitney, R.M., 1984. Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision. Journal of dairy science 67, 1599-1631.

Eugenia, L.-M., Alvarez, S., Menendez, C., Francisco, A., 2006. Riera, Alvarez Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de la nature et de la vie. Alimentation et nutrition. pp : 25-38.

Elmund, GK, MJ Allen et EW Rice (1999) Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. Water Environ. Res., 71 : 332-339.

FAO, (1995). Review of the State of World Fishery Resources: Inland Capture Fisheries. FAO, Rome. FAO Fisheries Circular No. PP: 885-63.

FAO, (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Vol 28, Col FAO, alimentation et nutrition. P: 271.

Références bibliographiques

FAO, 1998: Manuel's sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires Rome-FAO, Paris, Lavoisier

Fredot E. (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de l'alimentation, Tec et Doc, Lavoisier: 25(397 pages).

Food and Agriculture Organization (FAO) & World Health Organization (WHO). (2004). Risk assessment of microbiological hazards in food. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-y4682e.pdf>.

International Dairy Federation (IDF). (2017). IDF Standard 60B: Milk: Determination of mesophilic aerobic colony count at 30°C. Retrieved from <https://store.fil-idf.org/product/milk-determination-of-mesophilic-aerobic-colony-count-at-30-c/>

International Dairy Federation (IDF). (2006). IDF Standard 94: Milk and milk products — Enumeration of yeasts and moulds — Colony-count technique at 25°C. Retrieved from <https://store.fil-idf.org/product/milk-and-milk-products-enumeration-of-yeasts-and-moulds-colony-count-technique-at-25c/>

Gaddour A., 2010. Diversité et amélioration génétique de la population caprine locale dans les régions ari - des du sud Tunisien. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, 171 p.

Gaucher, I. Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits: de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT, 2008, thèse INRA / Agrocampus Sci. Tech. Lait et oeuf. Agrocampus Rennes;

Goursoud. (1985): Composition et propriétés physico-chimiques, dans Luquet F.M. 1985: lait et produit laitiers (vache, brebis, chèvre) Tome 1 : les laits de la mamelle à la laiterie. Technique et documentation Lavoisier, P: 1-95.

Guiraud 2003. Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In: Microbiologie alimentaire. Paris, 12 p.

Guiraud, J., 1998. Microbiologie Alimentaire. Technique et Ingénierie, Série Agro-alimentaire. Eds. Dunod Paris, 652.

Gulzar, M., Bouhallab, S., Jeantet, R., Schuck, P., & Croguennec, T. (2011). Influence of pH on the dry heat-induced denaturation/aggregation of whey proteins. Food Chemistry, 129, 110-116. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.04.037>.

Références bibliographiques

Gumpen, S., Hegg, P.O., Martens, H., 1979. Thermal stability of fatty acid-serum albumin complexes studied by differential scanning calorimetry. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism* 574, 189-196.

Hambling, S.G., McAlpine, A., Sawyer, L., 1992. β -Lactoglobulin. *Advanced dairy chemistry* 1, 141-190.

Heslot H.(1996). L'ingénierie des protéines et ses applications. Paris: Lavoisier, Tec et Doc; pp.263.

HANZEN CH., (1999): Pathologie de la glande mammaire de la vache laitière: Aspects individuels et d'élevage. 4ème Edition Université de Liège, P: 235.<http://www.azaquar.com>.
<https://www.algerie-eco.com/2018/12/04/lonil-les-algeriens-consommentannuellement-55-litres-de-lait-en-plus-de-la-moyenne-mondiale/> (consulté le 10/05/2021)

Hamiroune, M., Berber, A., & Boubekeur, S. (2014). Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *Ann. Méd. Vét.*, 158, 137-144.
http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2014_158_2_06.pdf.

Jean Christian M, (2001) : Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Edition lafayette Paris 2001, P:121 <http://www.gret.org> (Roefs et al, 1985; van Hooydonk et al, 1986a; Zoon et al, 1989; Walstra, 1990).

Jeantet R., Groguennec T. et Schuck P., (2008): Science des aliments-biochimie, microbiologie procédés, produits- technologie des produits

Jouan P., (2002). Lactoprotéines et lactipeptides: propriétés biologiques. Ed. INRA. pp.128.

Larpent. Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. 231- 246, ed INRA publications, 1990, route de St- cyr, 78000, versailles.

Lam, R., & Nickerson, M. (2015). The effect of pH and temperature pre-treatments on the physicochemical and emulsifying properties of whey protein isolate.. *Lwt - Food Science and Technology*, 60, 427-434. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.07.031>.

Lin, C., Böttcher, W., Chou, M., Creutz, C., Sutin, N., 1976. Mechanism of the quenching of the emission of substituted polypyridineruthenium (II) complexes by iron (III), chromium (III), and europium (III) ions. *Journal of the American Chemical Society* 98, 6536-6544.

Références bibliographiques

Linden, G., Lorient-Biochimie agro-industrielle, D. 1994. Valorisation alimentaire de la production agricole (MASSON Paris Milan Barcelone).

Linden G., Lorient D.- (1994). Biochimie agro-industrielle. Valorisation alimentaire de la production agricole. Edition Masson, Paris. **LUQUET. F. M. (1985):** Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Laits de la mamelle à la laiterie. Édition technique et documentation. Lavoisier. P: 397/P: 261.

Lowy FD. Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus*. *J Clin Invest.* 2003; 111(9):1265–73. <https://doi.org/10.1172/JCI18535>

Lowy FD. Staphylococcus aureus infections. N Engl J Med. 1998 Aug 20; 339(8):520-32.

Mathieu J., (1998): Initiation à la physico-chimie du lait. Édition Tec et Doc. Lavoisier. Paris.P19-26/ P220.

Mathieu J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.

Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N., & Boukhris, R. (2017). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11), 2017.

Mathieu J. (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 214p.

Maxhuni, S. (2020). Whey as an Indicator for Standardizing Cow's Milk Fat Percentage for Cheese Production. *AgriSciRN: Agricultural Animal Products (Topic)*. <https://doi.org/10.33642/ijbass.v6n3p3>.

Meréo, M., 1971. utilisations industrielles de serum de fromagerie. *Indus Aliment Agr.*

Morr, C. 1989. In PF Fox (Ed.), *Whey proteins: manufacture. Development in Dairy Chemistry-4* (pp. 245–248) (New York: Elsevier Applied Science).

Morr, C.V., Ha, E., 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*33, 431-476.

Moletta, R. 2002. Procédés biologiques anaérobies (Lavoisier Tec et Doc).

Références bibliographiques

Michel, V., Hauwuy, A., Chamba, J., 2006. Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. Renc. Rech. Rum13, 309-312.

Najari S., 2005. Caractérisation zootechnique et génétique d'une population caprine. Cas de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. Thèse de doctorat d'Etat. Institut National Agronomique, Tunisie, 214 p.

Rerata.,Iacroism.,simoesmunes.,vaugeladep.,vaissadep.,(1984). Absorption intestinale comparée **Sottiez, P., 1990.** Produits dérivés des fabrications fromagères in: lait et pro **CHAPITRE 1**duits laitiers; vache, brebis, chèvre. Ed Lavoisier, Paris, 633p.

Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Michel Mahaut, Pierre Schuck et Gérard Brulé (2008): Les produit laitiers 2ème Edition Lavoisier, P : 02/ P : 09.

Rheotest M., (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

Schuck, P., Bouhallab, S., Durupt, D., Vareille, P., Humbert, J. P., & Marin, M. (2004). Séchage des lactosérums et dérivés: rôle du lactose et de la dynamique de l'eau. *Le Lait*, 84(3), 243-268.

Sottiez, P. (1985). Produits dérivés des fabrications fromagères. Laits et produits laitiers: vache, brebis, chevre/Societe scientifique d'hygiene alimentaire; Francois M. Luquet, coordonnateur, assiste de Yvette Bonjean-Linczowski; prefaces de J. Keilling, R. de Wilde.

Sottiez, P., 1990. Produits dérivés des fabrications fromagères in: lait et produits laitiers; vache, brebis, chèvre. Ed Lavoisier, Paris, 633p.

Sottiez P. (1975). Produits dérivés des fabrications fromagères, in: Luquet F.M. (Ed.), Lait et Produits Laitiers, Vol. 2, Tec. et Doc., Lavoisier, Paris, France, 1975, pp. 357–392.

Uchida, Y., Shimatani, M., Mitsuhashi, T., Koutake, M. 1996. Process for preparing a fraction having a high content of α -lactalbumin from whey and nutritional compositions containing such fractions (Google Patents).

Young, S., Sarda, X., & Rosenberg, M. (1993). Microencapsulating properties of whey proteins. 1. Microencapsulation of anhydrous milk fat.. *Journal of Dairy Science*, 76, 2868-2877. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(93\)77625-0](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(93)77625-0).

Références bibliographiques

VEISSEYRE, (1975), technologie du lait: Principes de techniques laitière 3ème Ed. Paris maison rustique, P 25.

Visser, R., van den Bos, M., Ferguson, W., 1988. Lactose and its chemical derivatives. Bull of IDF233, 33-44.

Vierling E. (2008). Aliments et boissons filières et produits. 3ème édition Biosciences et techniques. Paris. pp: 15-16.**Violleau, D., 1999.** Intérêt du fractionnement et de l'extraction des matières organiques naturelles d'eaux de surface pour l'étude de leurs propriétés structurales et de leur pouvoir complexant vis-à-vis du cuivre. Poitiers,

Vojnović, V., Ritz, M., Vahčić,N. (1993). Sensory evaluation of whey-based fruit beverages. Die Nahrung 37, pp. 246-251.

Vrignaud, Y., 1983. VALORISATION DU LACTOSERUM. UNE LONGUE HISTOIRE.

Les normes microbiologiques selon le journal officiel selon l'arrêté interministériel du 2 juillet 2017

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE A

Matériels pour analyses physico-chimiques :

1-Appareillage

Acidimètre (Dornic) ;

Balance analytique ;

Centrifugeuse ;

Dessiccateur ;

Réfrigérateur ;

Thermomètre ;

pH mètre.

2-Verrerie

Butyromètres à lait (4 %) (GERBER);

Éprouvette,

Spatule métallique ;

Bécher,

Pipettes graduées (10ml, 11ml)

Flacons stériles avec fermeture hermétique,

Matériel pour l'analyse microbiologique :

1-Appareillage :

Bain Marie : pour liquéfier les milieux de culture.

Balance de précision : Pour peser des ingrédients de milieux de culture.

Etuve (MEMMERT) 44°C : Pour l'incubation des boîtesensemencées.

Etuves (30 et 37°C) : Pour l'incubation des boîtesensemencées.

Four Pasteur (POL-EKO-APARATURA SP.J.) : Pour la stérilisation (par la chaleur sèche: 180°C/20min) des équipements en verrerie (erlenmeyers, tubes dans des centaines).

L'Autoclave : Pour stérilisation (par la chaleur humide : T°120C/15min) des équipements en verrerie ainsi que des milieux de culture.

2-Equipements :

ANNEXES

Bec Bunsen, boîtes de pétri, portoirs, seringues (10ml), pipettes pasteur.

3-Verreries :

Béchers à différents volumes, flacons en verre (250ml), tubes à essai.

4-Réactifs :

Alcool, Eau distillée, Solution d'eau oxygénée (30%), Solution NaOH.

-Eau physiologique

Eau distillée 1000 ml

Chlorure de sodium 8.5 g

pH = 7

Peptone 0.5 g

Autoclavage : 120 °C, 20 minutes.

Les compositions des milieux de cultures : en g/l

Gélose Plate Count Agar (PCA)

Tryptone 5.0

Extrait autolytique de levure 2.5

Glucose 1.0

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,0 ±

Agar : 12.0 (Biokar) - 15.0 (Difco - Liofilchem).

Gélose Désoxycholate citrate lactose (DCLA)

Infusion de viande 9, 5

Peptone pepsique de viande 10,0

Lactose 10, 0

Citrate de sodium 20,0

Sodium désoxycholate 5,0

Citrate ferrique ammoniacal 2,0

Rouge neutre 0, 020

Agar agar 13,5

ANNEXES

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,5 \pm 0,2$

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,3 \pm 0,2$

Gélose sabouraud

Digestat pancréatique de caséine 5.0

Digestat pepsique de viande 5.0

Glucose 40.0

Agar agar 15.0

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $5,6 \pm 0,2$.

Bouillon Giolitti et Cantoni:

Tryptone: 10,0

Extrait de viande: 5,0

Extrait autolytique de levure: 5,0

Glycine: 1,2

Mannitol: 20,0

Pyruvate de sodium: 3,0

Chlorure de sodium: 5,0

Chlorure de lithium: 5,0

Tween 80: 1,0

Ajouter 0.1 ml (simple concentration) ou 0.2 ml (double concentration) par tube de 10 ml, d'une solution aqueuse de tellurite de potassium à 1% préalablement stérilisée par filtration.

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $6,9 \pm 0,2$.

Solution de tellurite de potassium

Tellurite de potassium 100.0 mg

Eau distillée 10.0 ml

ANNEXE B

Les normes microbiologiques selon le journal officiel selon l'arrêté interministériel **du 2 juillet 2017**

ANNEXE I

Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

I- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (nfc (1)/g ou nfc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobie à 30 °C	5	2	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^6$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3
	Coliformes thermotolérants	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobie à 30 °C	5	2	10^4	10^5
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobie à 30 °C	5	0	100.1ml	
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10^2
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^4	10^5
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^2	10^3
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^2	10^3
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10^7	10^8
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^3	10^4
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	

Figure N°22 : Les normes microbiologiques selon le journal officiel selon l'arrêté interministériel du 2 juillet 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N 39 . 2 juillet 2017 :

Micro-organismes/ métabolites	Plan échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
	n	c	m	M
Germes aérobies 30 C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Levures et moisissures	5	2	10	10 ²
Escherichia coli	5	2	4	40
Staphylocoques aureus	5	2	10	10 ²
Salmonella	5	0	Absence dans 25 g	

Les normes microbiologiques selon le journal officiel selon l'arrêté interministériel **du 2 juillet 2017**