

République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Tlemcen

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie

MEMOIRE

Présenté par

Rezgui Yasmine

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en Sciences alimentaires

Option : Biologie de la nutrition

Caractérisation physico-chimique du lactosérum bovin issu de la fabrication du fromage blanc de la laitière Giplait, Tlemcen.

Soutenu le 20/06/2019 devant le jury composé de :

Président	Mme Saker Meriem	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	Mr Cherrak Sabri	MCB	Université de Tlemcen
Encadreur	Mme Boudghen-Guerriche Amina	MCB	CUBBAT

Année universitaire 2018/2019

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercies **Dieu** le tout puissant et miséricordieux, qui ma donnée la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, Madame **Boudghene-Guerriche Amina**, je la remercie de m'avoir encadrée, aidée et conseillée.

J'exprime mes vifs remerciements à Madame **Saker Meriem**, quelle à bien accepter de présider ce jury.

Je remercie Monsieur **CherrakSabrid**d'avoir accepté d'examiner ce travail, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond respect et l'expression de mes vifsremerciements.

Je remercie également Madame **Loukidi Bouchra** : responsable de la spécialité Biologie de la nutrition.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs de la faculté de Science de la nature et de la vie de Tlemcen, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Dédicace

Je dédie mon travail à mes parents

A mon mari

A mes sœurs

A ma petite princesse

A mes beaux parents

A mes belles sœurs et mes beaux-frères

A tous mes amis

Table de matière

Introduction.....	1
I. Généralité sur le lait	
1. Définition.....	2
2. La composition du lait.....	2
2.1.L'eau.....	2
2.2.Les glucides	3
2.3.Les lipides	3
2.4. Les minéraux	3
2.5.Les protéines	3
2.6 .Les enzymes	3
2.7. Les vitamines	4
3. Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait.....	4
4. Propriétés microbiologiques	4
4.1. Flore originelle.....	4
4.2.Flore de contamination.....	4
II. Le lactosérum	
1. Définition.....	5
2. Sources industrielles du lactosérum.....	5
2.1. La fromagerie.....	5
2.2.La beurrerie.....	5
3. Les différents types de lactosérum.....	6
3.1.Lactosérum acide.....	6
3.2.Lactosérum doux.....	6
4. Composition du lactosérum.....	6
4.1.Le lactose.....	6
4.2.Les minéraux.....	6
4.3.Les vitamines.....	6
4.4.Les protéines.....	6
4.4.1.L'alpha lactalbumine.....	7
4.4.2.La beta lactoglobuline.....	7
4.4.3.La lactoferrine.....	8
4.4.4.La lactoperoxydase.....	8
4.4.5. Les immunoglobulines	8
4.4.6.Les protéines-peptones.....	8
5.Valorisation et utilisation du lactosérum.....	8
5.1.Utilisation alimentaire.....	9
5.2.Utilisation du lactosérum traité.....	9
III. MATÉRIELS ETMÉTHODE	
I.Echantillon.....	11
1.1.Source du lactosérum.....	11
1.2.Procéder de fabrication du fromage blanc.....	11
II.Analyses physicochimiques du lactosérum.....	11
1.Détermination du PH.....	11
2.Détermination de l'extrait sec total.....	11
3.Dosage de l'acidité.....	12
4.Détermination des minéraux.....	13
4.1.Le calcium.....	13

4.2.Le phosphore.....	13
5.Détermination des protéines.....	13
6.Détermination du glucose	14
7.Dosage des sucres réduits	14

IV RÉSULTATS ETDISCUSSION

1.Résultats des analyses physico-chimique.....	15
1.1.Propriétés physico-chimiquedulactosérum.....	15
a.PH et acidité.....	15
b.L'extrait sec total.....	15
c.Les protéines.....	16
d.Le lactose.....	16
e.Le glucose.....	16
f.Le calcium.....	16
g.Le phosphore.....	16
Conclusion.....	18
Références bibliographiques.....	18
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultats d'analyse physico-chimiques du lactosérum

Liste des figures

Figures 1 : procéder de la fabrication du fromage blanc.

Liste des abréviations

DNSA : Acide dinitrosalicylique

EST : Extrait Sec Total.

Ph : Potentiel hydrogène.

DO : Densité Optique

Introduction

Introduction :

Le monde a connu un développement très important dans le secteur industriel tandis qu'il y a toujours des risques et des conséquences néfastes sur l'environnement et sur la santé publique, parmi ces industries, l'industrie laitière est l'une des plus polluantes par le rejet de quantités importantes de lactosérum (Agnes, 1986).

Le lactosérum, coproduit de l'industrie laitière, est incontestablement une matière noble et riche, il est devenu une source intéressante de composés actifs et de nutriments spécifiques, présentant des propriétés incomparables, tant sur le plan nutritionnel que sur le plan technofonctionnel, tels que le lactose, les protéines, les vitamines hydrosolubles, les matières grasses et les éléments minéraux et l'augmentation considérable des quantités de fromages fabriqués par unité de production, ne permettent plus d'éliminer le sérum directement, soit par une consommation animale proche, soit par déversement dans les cours d'eau, ou il serait à l'origine de pollution grave due à la fermentation de ses matières organiques (lactose et matières azotées) et à la diminution de la teneur en oxygène dissous de l'eau au-dessous d'un seuil acceptable, la demande biologique d'oxygène du sérum est de 40000, c'est-à-dire qu'un litre de sérum nécessite 40g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne (FAO, 1995).

Dans ces conditions, il est devenu indispensable de le recycler pour éviter la menace polluante. En effet, l'industrie de lactosérum a connu un essor très important ces dernières années dans les pays développés et la stimulation de ce développement est liée d'une part, au potentiel énorme de pollution provoqué par ce produit et d'autre part, au fait que la majorité de sa matière sèche est constituée d'éléments à valeur nutritive élevée (Moletta, 2002).

L'objectif de ce travail a été de donner une caractérisation physico-chimique du lactosérum bovin issu de la fabrication du fromage blanc de la laitière Giplait de Tlemcen. Pour cela nous avons récupérés du lactosérum frais afin de déterminer sa composition et ses caractéristiques physico-chimiques.

Revue de la littérature

I. Généralité sur le lait

1. Définition

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré (**Aboutayeb, 2009**). Il a été défini en 1908 comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée et il doit être recueilli proprement et surtout il ne doit pas contenir du colostrum (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Le lait cru contient des germes pathogènes donc, il doit être porté à l'ébullition avant consommation, et sa conservation se fait au réfrigérateur afin qu'il puisse être consommé dans les 24h (**Fredot, 2006**). En effet, afin de limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation, le lait doit avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne (**Jeantet et al., 2008**).

Les laits peuvent être secrétés par différentes espèces mammifères ce qui fait qu'on trouve plusieurs variétés de lait. Ces derniers présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes composants (eau, protéines, sucres (le lactose principalement), lipides, minéraux, et vitamines) (**Alais et al., 2003**). Mais la vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale de lait (90%) (**FAO,1998**).

2. La composition du lait

Le lait est composé par ordre croissant selon **Lougheon et Goursaud (2001)** de majoritairement d'eau, des glucides, principalement le lactose, des lipides, des sels minéraux à l'état ionique et moléculaire, des protéines et d'enzymes, vitamines et d'oligoéléments.

2.1. L'eau

Le constituant le plus important du lait est l'eau, le caractère polaire est due à la présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres, ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdales avec les protéines hydrophiles du sérum, puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau, il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdales puisqu'elles sont solides (**Amiot et al., 2002**).

2.2. Les glucides

Le principal glucide présent à 97% dans le lait de vache est le lactose (**Vilain, 2010**). Les 3% restant rassemblent 1.0 à 1.6 g /L d'oligosaccharides notamment du glucose et du galactose issu de la dégradation du lactose (**Site de lactel, 2008**). Le lactose joue le rôle dans les produits laitiers de substrat de fermentation pour les bactéries lactiques.

2.3. Les lipides

Les lipides de lait constitués d'un mélange d'acides gras en suspension sous forme de gouttelettes, ils forment une émulsion (**Vilain, 2010**). La composition de lait de vache montre que le contenu en acides gras saturés et mono insaturés est pratiquement identique (**Ceballos et al., 2009**).

2.4. Les minéraux

Le lait est une source très riche en minéraux d'où son importance dans l'alimentation humaine et plus particulièrement pour l'apport de calcium, le lait de vache contient des minéraux dont les deux tiers sont retrouvés sous formes colloïdale, ce qui joue peu sur la pression osmotique, le lait contient le calcium, sodium, potassium, chlorure, magnésium, zinc, fer, sélénium (**Alais et al., 2003**).

2.5. Les protéines

Le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes, les caséines qui précipitent à pH 4.6 représentent 80% des protéines totales et les protéines sériques solubles à pH 4.6 représentent 20% des protéines totales (**Jeantet et al., 2007**).

La caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine et le caséinate de calcium (**Jean et Dijon., 1993**). La caséine native est composée de 94% de Protéine ,3% de calcium, 2,2% de phosphore, 0,5% d'acide citrique et 0,1% de magnésium (**Adrian et al., 2004**). Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées. (**Debry, 2001**). Ces protéines représentent une excellente valeur nutritionnelle, elles sont riches en acides aminés soufrés en lysine et tryptophane mais elles sont sensibles à la dénaturation thermique. (**Thapon,2005**).

2.6. Les enzymes

Sont des substances organiques de nature protidique agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques, Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont

20 sont des constituants natifs. (**Pougheon, 2001**).

2.7. les vitamines

Le lait de vache apporte un excès de vitamines D, B1, B2, B5, B6, B8, B18 et un manque en vitamines E, PP et C. Le lait de vache contient l'acide citrique qui est prédominant et l'acide acétique ou l'acide lactique sont des produits de dégradation du lactose.

3. Les différentes phases l'évolution naturelle du lait

Le lait est constitué de quatre phases selon **Fredot (2006)**.

-Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A,D).

-Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.

-Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).

-Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5% du volume du lait.

4. Propriétés microbiologiques

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne il comporte une flore d'origine et une flore de contamination.

4.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus* et *Lactobacillus*). Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée (1 heure environ). D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade. Ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire (**Guiraud,1998**).

4.2. Flore de contamination

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers :

-Fèces et téguments de l'animal : Coliformes, Entérocoques *Clostridium*, *Salmonella*.

-Sol : Streptomyces, Listeria, bactéries sporulés, spores fongiques...etc.

-L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés (**Guiraud, 2003**).

5. La coagulation du lait

Le lait peut être coagulé en lui ajoutant de la présure ou en l'acidifiant par l'intermédiaire de bactéries lactiques. (**François, 1990**).

Traditionnellement, l'opération qui suit l'étape de coagulation consiste à séparer la phase coagulée du reste du lait au cours d'une opération d'égouttage, la fraction liquide ainsi recueillie s'appelle le lactosérum, son PH est compris entre 5 et 6.5, il représente près de 90% du lait (**Kosikowski, 1979 ; Mereo, 1980**).

II. Le lactosérum

1. Définition

Appelé autrefois petit lait, le lactosérum est un coproduit de l'industrie fromagère et de la préparation des caséinates (**Jouan, 2002**). C'est un produit découvert il y a plus de 3000 ans avant Jésus-Christ, par des Bédouins lors du transport de lait, L'acidification et la coagulation par la chaleur provoquaient la formation d'une phase liquide au-dessus d'un caillé de lait (**De Witt, 2001**).

Le lactosérum représente 90% du volume original de lait utilisé en fromagerie et en est le principal sous-produit (**Moletta, 2002**), c'est un liquide jaune verdâtre, contenant une quantité importante de protéines de lait environ 20% et riche en élément nutritifs. (**Muller et al., 2003**)

Le lactosérum est très fermentescible et fragile, il représente 85 à 90% du volume de lait utilisé (**Guidini et al., 1984**). Il contient environ 50% des nutriments du lait de départ : protéines solubles, lactose, vitamines et minéraux (**Tetra pack processing system,1995**).

2. Sources industrielles dulactosérum

2.1. La fromagerie

C'est le résultat de la fabrication des fromages à partir du lait nature, ce dernier subit les processus de coagulation et de synérèse, aboutissant d'une part à une phase solide (le fromage), d'une part à une phase liquide (le lactosérum) (**Laplanche, 2004**).

2.2. La beurrerie

C'est l'ensemble des procédés qui conduisent à la fabrication du beurre à partir du lait nature,

après écrémage de ce dernier suivi d'une extraction de la caséine par précipitation on obtient du lactosérum écrémé (**Laplanche, 2004**).

3. les différents types de lactosérum

3.1. Lactosérum acide

Le lactosérum acide est obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur

Ph isoélectrique de 4.6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (**Violleau, 1999**). Ce type de lactosérum est moins riche en lactose et plus riche en minéraux (**Moletta, 2002**).

3.2. Lactosérum doux

On obtient un lactosérum doux après la coagulation de la caséine sous l'action de la présure sans acidification préalable. Ce type de lactosérum doux pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en protéines (**Sottiez, 1990**). Leur Ph variant entre 5 et 6.3, les lactosérums doux sont généralement déshydratés (**Morr, 1989 ; Moletta, 2002**).

4. La composition du lactosérum

4.1. Le lactose

Le lactose est le principal constituant de l'extrait sec du lactosérum, il peut subir des réactions de cristallisations, de dégradation physico-chimique et de fermentation lactique bactérienne, il représente l'essentiel de la matière sèche, c'est la source de carbone et d'énergie pour les microorganismes au cours de la fermentation (**Gana et al, 2006**).

4.2. Les minéraux

Les matières salines de l'extrait sec du lactosérum sont constituées de plus de 50% de chlorures de sodium et de potassium et pour le reste de différents sels de calcium, se retrouvent principalement sous forme de phosphate de calcium. (**Vrignaud,1983**).

4.3. Les vitamines

Les vitamines du lactosérum sont hydrosolubles parmi les quelles, le riboflavine(B2) qui donne la couleur jaune verdâtre du lactosérum, l'acide pantothénique (B5), thiamine (B1) ... (**Woo, 2002**).

4.4. Les protéines

Elles représentent 15 à 28 % des protéines du lait et 17% des matières azotées, les protéines du lactosérum demeurent en solution dans le sérum isoélectrique obtenu à Ph=4.6 à 20°c ou

dans le sérum présure exsudé par le coagulum formé lors de l'emprésurage (**Destouet, 1989**).

Les protéines du lactosérum peuvent être séparées en deux groupes, les protéines majeures et les protéines mineures, on retrouve la beta lactoglobuline et l'alpha lactoglobuline parmi les protéines majeures et les protéines mineures sont les immunoglobulines, la lactoferrine, l'albumine bovine sérique, la phosphatase alcaline, la catalase et la lactoperoxydase(**Cayot et Lorient, 1998 ; Le febvre et al., 1990**).

4.4.1. L'alphalactalbumine

L'alpha lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C) métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique) elle présente environ 22% des protéines du sérum (**Vignola, 2002**). Cette protéine possède une haute valeur nutritionnelle, de par la présence de tous les acides aminés naturels dans sa chaîne, dont 57% d'acides aminés indispensables, Ainsi elle participe à tous les processus de synthèse des peptides et des protéines, mais aussi au métabolisme intracellulaire de l'organisme.

En effet, les acides aminés ramifiés jouent un rôle dans la lutte contre la fonte musculaire et pour la régénération des muscles. La présence de lysine est indispensable pour la synthèse des polyamines, intervenant dans l'expression des gènes, la progression du cycle cellulaire et la prolifération cellulaire. (**Jouan, 2002**).

En fait partie intégrante de la lactose synthétase a l'origine de la synthèse du lactose (**Jouan, 2002**)., En son absence, le galactose est transféré sur la glucosamine par l'enzyme alors que qu'elle est présente, il y'a un changement de spécificité et le transfert du galactose a lieu vers le glucose (**Alais,2003**).

4.4.2. La betalactoglobuline

Est la plus importante des protéines du sérum, c'est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G) (**Debry, 2001**). La beta lactoglobuline est présente entre 2.5 et 3 g /l de lait de vache. (**Jouan, 2002**).

Elle appartient à la classe des albumines.et appartient à une famille de protéines capables de transporter des petits ligands hydrophobes tels que la rétinol bindingprotein plasmatique humaine, l'apolipoprotéines D plasmatique humaine, la protéine urinaire HC, l'alpha1microglobuline humaine. (**Ribadeau, 1993**). Elle possède un dipeptide-glutamyl-cystéine, qui pourrait jouer le rôle de précurseur dans la synthèse du glutathion qui est un élément primordial au sein des réactions d'oxydo-réduction cellulaire. (**Jouan, 2002**).

Sa valeur nutritionnelle est réelle au vue de sa richesse en acides aminées, puisqu'elle compte tous les acides aminés naturels, c'est la protéine du lait qui contient le plus d'acides aminés indispensables et ramifiés.

4.4.3. La lactoferrine

La lactoferrine bovine est une glycoprotéine constituée de 689 acides aminés et contenant 7.2% de glucides. Elle contient des acides aminés naturels, dont la cystéine impliquée dans la formation de 16 ponts disulfures. Elle est présente à un taux de 0.1g/l de lactosérum.

Cette protéine appartient à la famille des transferrine, protéines de transport du fer dans le sang, comme la transferrine sérique (sérotransferrine) (**Ribadeau, 1993**).

Il existe environ 70% d'homologie structural entre la lactoferrine bovine et humaine. (**Jouan, 2002**).

4.4.4. La lactoperoxydase

C'est une glycoprotéine constituée de 612 acides aminés, possédant un hème lié à la partie protéique par un pont disulfure (**Jouan, 2002**). Cette enzyme possède 7 ponts disulfures. (**Ribadeau, 1993**). Et un atome de fer par molécule.

Son taux dans le lactosérum est de 0.070g/l. (**Jouan, 2002**).

4.4.5. Les immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité, On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum, ce sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique. (**Thapon, 2005**).

4.4.6. Les protéoses-peptones

C'est la fraction protéique mineure du lactosérum, restant soluble même dans des conditions extrêmes de températures. (**Alais, 2003**).

5. Valorisation et utilisation du lactosérum

La valorisation du lactosérum est une voie très importante, car le lactosérum entre dans la composition de divers produits alimentaires et pharmaceutiques notamment les produits diététiques et aussi elle permet de diminuer le risque de pollution provoquée par le lactosérum

rejeté dans les eaux résiduaires, donc elle aide à la protection de l'environnement. Les progrès de la technologie ont permis ces dernières décennies de résoudre les problèmes de valorisation d'un produit agricole qui contient encore la moitié de la matière sèche du lait. A cette fin, il faut procéder à une série d'extractions :

- Par évaporation et séchage sur cylindre ou par pulvérisation éliminer l'eau (**Thomas et al., 2008**).
- Par ultrafiltration enrichir et extraire les protéines sériques et matièregrasse.
- Par échange d'ion et électrodialyse éliminer une partie de minéraux (**Gaucheron, 2004**).
- A la fin, extraire le lactose.

5.1. Utilisation alimentaire

La poudre de lactosérum (en particulier le lactose) est surtout utilisée en alimentation animale, pour les fromages fondus, dans les laits infantiles et utilisée aussi comme additif dans la préparation du bœuf, des saucisses, des volailles et des soupes, i peut remplacer aussi le lait dans la chocolaterie et la biscuiterie industrielle, la matière grasse du lactosérum est utilisée pour la fabrication de fromage a pate fondue ou de beurre de second choix (**Luquet et Boudier, 1990**). Il est encore utilisé dans une vaste gamme d'aliments et boissons. Le lactosérum utilisé aussi pour enrichir les aliments ou les régimes pauvres en protéines (**Lowisfert, 1994 ; Dryer, 2001**).

En pathologie, le lactosérum est utilisé pour les sujets souffrant de mal nutrition, les diabétiques, les sportifs, les personnes âgées (**Dryer, 2001**).

5.2. Utilisation du lactosérum traité

5.2.1 Utilisation du lactose

5.2.1.1 Industrie pharmaceutique

Le lactose est considéré comme l'un des glucides les mieux adaptés à la préparation des milieux de fermentation destinés au développement des moisissures dans la fabrication des antibiotiques (**Harper, 1992**).

5.2.1.2 Industrie chimique

Le lactose est utilisé par ces industries pour la fabrication d'écumes de polyuréthane, ces

écumes sont largement utilisées dans la construction, l'isolation thermique et phonique et la fabrication des emballages (**Bardy et al., 2016**).

Industrie alimentaire

Le lactose est utilisé en charcuterie, confiserie, boulangerie, biscuiterie, et pâtisserie, et aussi dans fabrication des chips et des pommes de terre frites pour favoriser les réactions de brunissement et de caramélisation (**Hoppe et Higgins, 1992 ; Sottiez, 1990**).

5.2.1.3 Autres utilisations

Le lactose peut être utilisé en aliment pour enfant pour remplacer le lait maternel.

5.2.2 Utilisation des protéines

En industrie pharmaceutique : la lactoferrine est la lactoperoxidase sont utilisées pour fabriquer différents produits de désinfection utilisés en oto-rhino-laryngologie comme des dentifrices, les solutions pour bain de bouche, les pastilles pour la gorge (**Bardy et al.,2016**).

alpha lactalbumine contient dans sa chaîne, en 4 exemplaires, un acide aminé rare, le tryptophane, qui rentre dans la composition de la sérotonine, donc elle permettrait de lutter contre la déficience hormonale en sérotonine (**Pearce, 1983**).

Ces protéines jouent un rôle dans la construction des fibres musculaires qui ont subi des micro déchirures lors de l'entraînement (**FAO, 1995**).

Matériel et méthodes

I. Echantillon

I.1 Source du lactosérum

Le lactosérum utilisé est issu de la fabrication de fromage blanc de la laiterie Giplait wilaya de Tlemcen. Il est recueilli proprement dans des bouteilles en verre, avec l'ajout d'azide de sodium (0.5%) pour inhiber la prolifération bactérienne.

I.2 Procéder de fabrication du fromage blanc

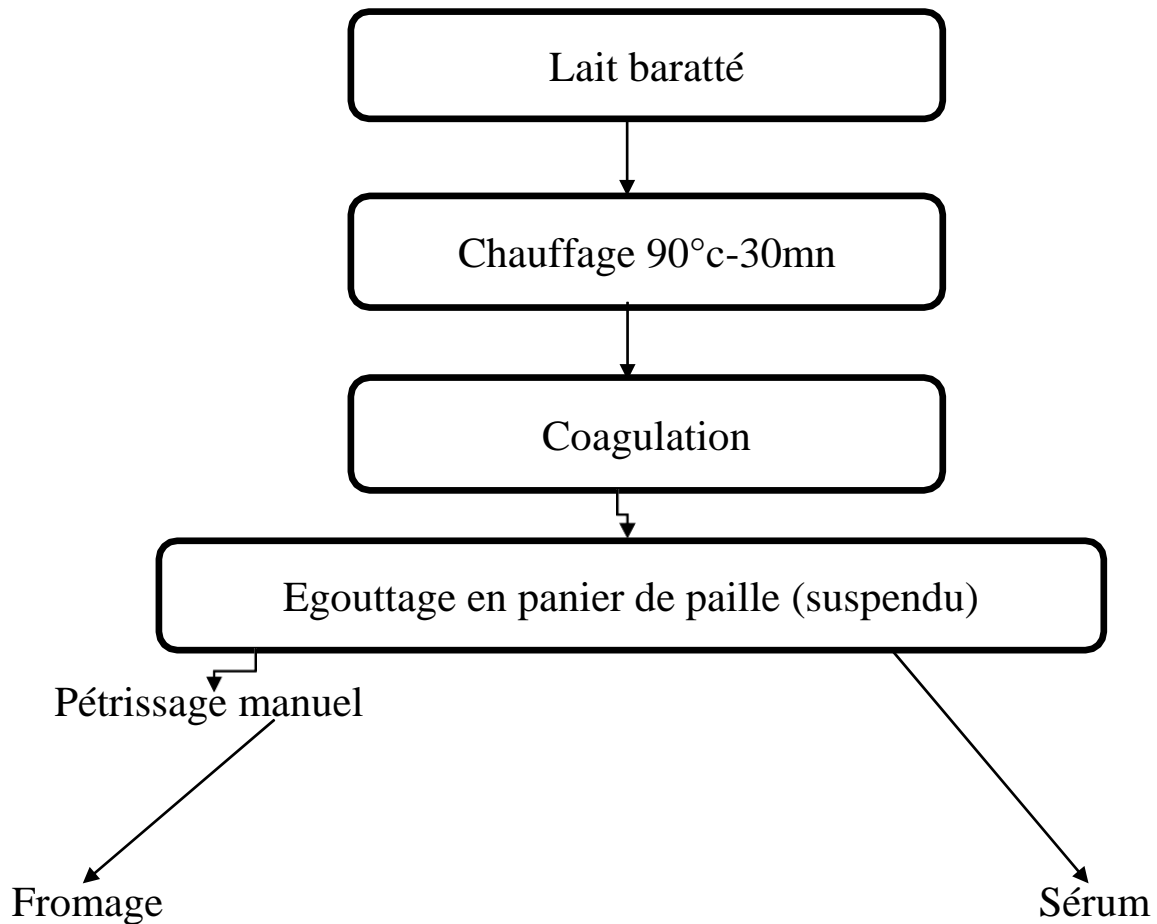


Figure 1 : Procéder de fabrication du fromage blanc .

II. Analyses physicochimiques du lactosérum

1. Détermination du pH

La mesure du pH se fait à l'aide du pH mètre. Le pH nous renseigne sur l'état de fraîcheur des produits, c'est une mesure des ions H⁺ dans une solution dont le but est de déterminer quantitativement l'acidité ou la basicité de celle-ci (AFNOR, 1980).

Le protocole consiste à effectuer d'abord l'étalonnage de l'appareil, il s'agit d'un ajustement du cadre de lecture du pH à l'aide d'une solution de pH connue (solution de pH étalon) ; ensuite, introduire l'électrode dans l'échantillon à analyser ; et enfin, lire la valeur du Ph affichée.

2. Détermination de l'extrait sec total

L'extrait sec total est déterminé par la méthode d'étuvage basée sur l'élimination de la totalité de l'eau dans l'échantillon (AFNOR, 1986).

2.1 Technique

1. Dans une capsule préalablement pesée on introduit 5ml d'échantillon.
2. Mettre dans une étuve réglée à 105±2°C pendant 3heures.
3. L'étuve doit être munie d'un dessiccateur garnie d'anhydrephosphorique.
4. Après dessiccation les capsules refroidies sont pesées.

2.2 Calcul

$EST = (M1 - M0) 200 = (g/l) \text{ ou en } (\%)$.

M0 : masse capsule vide.

M1 : masse après dessiccation de l'échantillon. $EST\% = [(m2 - m0) / (m1 - m0)] 100$.

m0 : masse capsule vide.

m1 : masse de la capsule avec l'échantillon. m2 : masse de la capsule avec le résidu sec.

3 répétitions sont nécessaires pour une bonne moyenne.

3. Dosage de l'acidité

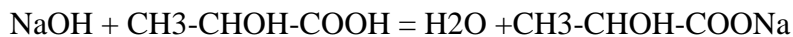
3.1 Principe

L'acidité du lactosérum est déterminée par titrage à hydroxyde de sodium NaOH (N/9), en présence d'un indicateur coloré « la phénolphtaléine » (AFNOR, 1980)

Cette acidité provient de la fermentation du lactose par les micro-organismes. Elle est exprimée en

gramme par litre (g/l) ou en degré DORNIC (°D)

La réaction chimique qui se déroule dans le lactosérum :



Soude acidelactique eau lactate desodium

3.2 Technique

3.2.1 Mettre sur agitateur magnétique, un bécher munit d'un Barreaumagnétique.

3.2.2 Ajouter 10ml d'échantillon(lactosérum).

3.2.3 Ajouter 2-3 gouttes de phénolphtaléine à 1%

3.2.4 Titré avec la sonde doronic (N/9) (=0.111 mol/l).

3.2.5 Arrêter la titration quand une couleur rose se stabilise pendant 30secondes.

3.3 Calcul

1 degré doronic = 1D° $\square\square$ 0.1g d'acide lactique. 1mldeNaOH $\square\square$ 10°D.

Les résultats peuvent être exprimés en degré doronic (°D) ou en (g) d'acide lactique.

4. Détermination des minéraux

4.1. Le calcium

Après ajustement du pH à 7.4, on utilise le Kit commercial (Spinreact) selon leur prospectus.

Le calcium, en milieu neutre, forme un complexe de couleur bleu avec l'arsénazo III (acide 1,8-dihydroxi-3,6-disulfo-2,7-naftalenen-bis (azo)- dibenzenarsonique). L'intensité de couleur est directement proportionnelle à la quantité de calcium présent dans l'échantillon testé qui est mesuré à une longueur d'onde de 570 nm (**Kit SPINREACT, Spain**).

4.2. Le phosphore

Après ajustement du pH à 7.4, on utilise le kit (Spinreact) selon leur prospectus.

Le phosphore inorganique réagit à l'acide molybdique en formant un complexe phosphomolybdique. La réduction consécutive du complexe en milieu alcalin provoque une coloration en bleu de molybdène. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de phosphore inorganique présent dans l'essai testé qui est mesuré à une longueur d'onde de 710 nm (**Kit SPINREACT, Spain**).

5. Détermination des protéines

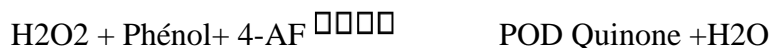
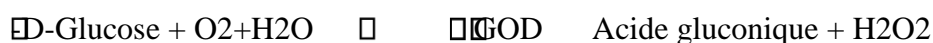
Après ajustement du pH à 7.4, On utilise le Kit (Spinreact) pour doser les protéines dans le lactosérum.

En milieu alcalin, les protéines donnent une couleur violette/bleue en présence de sels de cuivre ; ces sels contiennent de l'iodure qui agit comme un antioxydant. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé qui est mesuré à une longueur d'onde de 598 nm (**Kit SPINREACT, Spain**).

6. Détermination du glucose

Après ajustement du pH à 7.4, on utilise le Kit (Spinreact) pour doser le glucose dans le lactosérum.

La glucose-oxydase (GOD) catalyse l'oxydation de glucose en acide gluconique. Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) produit se détecte avec un accepteur chromogène d'oxygène, phénol, 4-aminophénazone (4- AF), en présence de la peroxydase (POD) :



L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration de glucose présente dans l'échantillon testé qui est mesuré à une longueur d'onde de 505 nm (**Kit SPINREACT, Spain**).

7. Dosage des sucres réduits

Le DNSA est un composé organique qui réagit avec les oses réducteurs et autre molécules réductrices pour former l'acide 3-amino-5-nitrosalicylique qui absorbe fortement la lumière à 540 nm.

On va préparer 3 tubes chaque tube contient 1 ml de lactosérum+1 ml du réactif de DNSA, puis la solution est portée à ébullition pendant 10 minutes dans un bain marie. Après On ajoute 10 ml d'eau distillé dans chaque tube et on lit la DO à 540 nm contre le blanc.

Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau 1. Résultats d'analyse physico-chimiques du lactosérum

Echantillon paramètres	Lactosérum acide
P H	4,6
Acid (D°)	34 °D
E S T %	14,16 ± 2
Lactose g/l	4,05 ± 1,52
Glucose g/l	0,19 ± 0,008
Protéines g/l	10,57 ± 2,01
Calcium %	0,80
Phosphore %	1,20

1.1. Propriété physico-chimique du lactosérum

a. PH et acidité

Le lactosérum obtenu, lors de la fabrication du fromage blanc est acide, avec un PH de 4.6 et une acidité de 34°D, cette valeur est similaire aux résultats des travaux de **Veissyre, (1975)**, qui ont noté que le lactosérum acide doit avoir une acidité supérieure à 18°D ces résultats confirment que le lactosérum analysé est obtenu suite à une fermentation lactique.

b. Extrait sec total

La valeur de l'extrait sec total noté dans le lactosérum étudié est de 14.16 % ± 2 % est plus importante que la valeur donnée par **Sottiez, (1985)** qui est de 6.50%, cette valeur peut être attribuée à la qualité du lait utilisé.

c. Les protéines

D'après les résultats obtenus, la teneur en protéines dans le lactosérum est de 10.57 ± 2.01 g/l elle est supérieure à celle trouvée par **Proot, (2001)** qui est de 7g/l, et similaire à celle donnée par **Alias et Linden, (2004)** qui se trouve entre 4.8 et 10.5 g/l. Cette richesse est peut-être due à la qualité du lait utilisé. En effet, les protéines du lactosérum possèdent un véritable intérêt nutritionnel en raison de leur composition élevée en acides aminés essentiels, (**Jacquot 2007**). Ces protéines ne forment pas la fraction la plus abondante du lactosérum, mais elle est la plus intéressante sur le plan économique et nutritionnel et ceci est due à leurs valeurs biologiques qui est supérieures à celles des protéines du blanc d'œuf, prise comme protéines de référence, (**Sottiez, 1990**).

d. Le glucose

La teneur en glucose du lactosérum est très faible 0.19 ± 0.008 g/l, cette pauvreté confirme que le lactose est le sucre réduit le plus abondant dans la composition du lactosérum sur lequel on a travaillé (**Site de lactel, 2008**).

e. Le lactose

La teneur en lactose du lactosérum est de 4.05 ± 1.51 g/l, elle est beaucoup moins importante à celle trouvée par le comité national des coproduits (38-55 g/l). En effet, le lactose est considéré comme l'un des glucides les mieux adaptés à la préparation des milieux de fermentation destinés au développement des moisissures dans la fabrication des antibiotiques (**Harper, 1992**). Il est aussi utilisé en charcuterie, confiserie, boulangerie, biscuiterie et pâtisserie.

f. Le calcium

D'après les résultats obtenus, la teneur en calcium dans le lactosérum est de 0.8%, elle est moins importante à celle trouvée par **Sottiez, (1990)** qui est de 1.80%, et presque similaire à celle donnée par plusieurs auteurs (**FAO, 2002 ; Lupien, 1995 ; Linden et al, 1994 ; Morr et al, 1993**) (0.13%).

g. Le phosphore

La teneur du lactosérum en phosphore est de 1.2%, elle est presque similaire à celle donnée par **Sottiez, (1990)** qui est de 1.5%, et plus importante à celle trouvée par d'autres auteurs

(FAO, 2002 ; Lupien, 1995 ; Linden et al, 1994 ; Morr et al, 1993) (0.09%)

Conclusion

Le lactosérum est aujourd'hui un coproduit peu valorisé de la fabrication fromagère. En plus d'un enjeu économique pour les industries laitières, c'est également un enjeu environnemental puisqu'il ne peut être rejeté directement dans la nature car trop polluant.

Lors de cette étude, nous avons essayé de déterminer la composition physico-chimique du lactosérum acide issu de la fabrication du fromage blanc. En effet, les effluents produits par l'industrie fromagère sont caractérisés par leur volume et leur charge polluante élevée. Bien qu'il existe des possibilités de valorisation du lactosérum, approximativement la moitié de la production mondiale n'est pas exploitée mais rejetée comme effluent, ce qui consiste une perte importante de matière alimentaire. Et c'est malheureusement ce qui se passe en Algérie, Là où il n'y a pas de développement technologique dans le domaine de la valorisation des déchets industrielles.

Dans cette étude le potentiel du lactosérum a particulièrement été mis en valeur de part sa composition en protéines, lactose, et certains sels minéraux potentiellement extractibles par diverses méthodes de séparations. Pour ceci à l'avenir, il conviendra donc de choisir les procédés d'extraction ainsi que les voies de valorisation se révélant être les plus économiquement intéressants.

Références bibliographiques

- Aboutayeb R, (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers. <http://www.azaquar.com>
- Adrian J, Potus J, Frangne R, (2004).** La science alimentaire de A à Z, Tec et Doc, Lavoisier. 79(2) :477.
- Afnor, (1980).** Recueil de norme française lait et les produits laitier ed. paris.
- Agnes N, (1986).** Production des protéines à partir de lactosérum brut. Thèse de 3eme cycle, université de Lyon, France.
- Alais C, Linden G, Miclo L, (2003).** Biochimie alimentaire ,5e édition. Paris : Dunod : 250.
- Alias C, Linden G, (2004).** Biochimie Alimentaire. Lavoisier paris. 5(520) : 162-164.
- Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P, Simpson R et Turgeon H, (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN : 3-25-29.
- Bardy S, Bentz M, Bussiére T, Chatras J, Fontaine, L., Gaugler, M., Lechat A., Leugronne, O. Fick M. (2016).** Valorisation du lactosérum. Rapport de projet. Université de lorraine, ENSAIA, Vandoeuvre-lès-Nancy, France.
- Boutonnier J.L, (2000).** Fabrication du fromage fondu. Techniques de l'ingénieur, F 6310 : 114.
- Cayot P, Loriont D, (1998).** Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Lavoisier. paris : 363.
- Ceballos L S, Morales E R, De La Torre Adarve G, (2009).** Composition of goat and cowmilk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. Journal of Food Composition and Analysis, 4(22): 322-329.
- De Witt J. N, (2001).** Manuel de l'Enseignant sur le Lactosérum et les Produits de Lactosérum,
1. European Whey Products Association, Bruxelles, Belgique.
- Debry G, (2001).** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. 21 : 566.
- Destouet JL, (1989).** Les protéines du lait, variations de leurs concentrations et applications, thèse de doctorat vétérinaire, toulouse.

- Dryer J, (2001).** La grande diversité du lactosérum. Dairyfoods .102 (5): 35
- FAO, (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Alimentation et nutrition n° 28 ISBN 92-5-20534-6. <http://www.fao.org/docrep/t4280f/t4280f00.htm>. Date de consultation 28/08/2017.
- FAO, (2002).** Food and Agriculture organization Of The United Nations Rome
- François L, (1990).** Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre, t.2, Lavoisier, Tec & Doc:357.
- Fredot E, (2006).** Functionalproperties. Criticalreviews in food science and nutrition: 431-476.
- Gaucheron F, (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier : 783- 922.
- Guidini M, Papillon D, Raphalen D et Bariore B, (1984).** Contribution à la valorisation du lactosérum. Utilisation actuelle et potentielles. Bul. Soc. Sci. Bretagne, 55 : 77-88.
- Guiraud J.P, (1998).** Microbiologie alimentaire, Joseph-Pierre Guiraud Edition DUNOD.
- Guiraud J.P, (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris: 136-139.
- Harper W.J, (1992).** Lactose and lactose derivatives in: Whey and lactose processing/ed. byZadow J.G., London: Elsevier Appl. Sci: 317-360.
- Hoppe G, Higgins J, (1992).** Demineralization. In: Whey and lactose processing (JG Zadow, ed), Elsevier, London.
- Jacquot A, (2007).** Étude de l'activité immunomodulante de peptides issus des protéines du lactosérum bovin, Université Laval. □
- Jean C, Dijon C, (1993).** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P, Brule G, (2008).** Les produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier. 2 : 1-3-13-14-17.
- Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, Brule G, (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier. 17: 456.
- Jouan P, (2002).** Lactoprotéines et lactopeptides, propriétés biologiques. Paris : INRA : 127.
- Kosikowski F.V, (1979).** WheyUtilization and Whey Products1. Journal of Dairy Science, vol, 62 (7): 1149-1160.

Laplanche J, (2004). Systhème d'épuration du lactosérum d alpage par culture fixée sur lit de compost. Revue suisse Agric. 36(5): 220-224.

Le febvre, Masella R, (1990). Opportunités de valorisation de trois sous-produits de transformation de l'industrie laitière. Centre de recherche STELA, centre québécois de valorisation de la biomasse. Québec :180.

Linden G, Lorient D, (1994). Biochimie agro industrielle ; valorisation alimentaire de la production agricole. Masson Paris Milan Barcelone.

Lowisfert S, (1994). Recyclage du lactosérum issu de la transformation fromagère dans l'alimentation animale. Belletin technique UC AAB. 2 : 11-17.

Lupien J, (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des Nations pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome : 272.

Luquet F.M, Boudier J.F, (1990). Utilisation des lactosérums en alimentation humaine et animale. Apria. 21 : 1-7.

Mereo J, (1980). Les utilisations industrielles du sérum, fromagerie. Paris, revue française. 365: 401

Moletta R, (2002). Gestion des problèmes environnementaux dans les IAA. Paris: Tech et Doc :600.

Morr C. V, (1989). Wheyproteins: manufacture. Developments in dairychemistry. 4(6): 245-284.

Morr C.V, HA E.Y.W, (1993). Wheyproteinconcentrates and isolates: processing and

Muller A, Chaufer B, Merin U, Daufin G, (2003). Prepurification of α -lactalbuminwith ultrafiltration ceramic membranes fromacidcaseinwhey: study of operating conditions. Le Lait. 83(2) : 111-129.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO : Alimentation et nutrition, 1998, n° 28, ISBN 92-5-20534-6

Paris: 652.

Pearce, R. J, (1983). Thermal separation of β -lactoglobulin and α -lactalbumin in bovine cheddar cheesewhey. J. DairyTechnol. 38 : 144- 149.

- Pougheon S, (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France. 34 : 102.
- Pougheon S, Goursaud J, (2001).** Le lait caractéristique physicochimiques In Derby G., lait, nutrition, Tec et Doc, Paris. 6 : 566 pages.
- Proot, (2001).** Technologie propre appliquée aux industries agro-alimentaires, ARIST BOURGOGNE.
- Ribadeau-Dumas B, (1993).** Protéines du lait : structure et fonctions. In Biologie de la lactation. Paris/Versailles : INSERM/INRA : 491-516.
- Site de Lactel, (2008). <http://www.lactel.fr/> (consulté le 17/06/09).
- Sottiez P, (1985).** Produits dérivés des fabrications fromagères. Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre/Société scientifique d'hygiène alimentaire; François M. Luquet, coordonnateur, assisté de Yvette Bonjean-Linczowski; préfaces de J. Keilling, R. de Wilde.
- Sottiez P, (1990).** Produits Dérivés Des Fabrications Fromagères In : Lait Et Produits Laitiers ; Vache, Brebis, Chèvre, Ed Lavoisier, Tec et Doc Lavoisier. Paris : 633.
- Tetra Pack Processing System, (1995).** Manuel de transformation du lait, Suède : 442.
- Thapon J.L, (2005).** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France. 14 :77.
- Veisseyre R, (1975).** Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait 3.
- Vignola C. L, (2002).** Science et technologie du lait. Ed : Ecole polytechnique de Montréal. : 28-30.
- Vilain A. C, (2010).** Qu'est-ce que le lait ? Revue française d'allergologie, 50(3) : 124-127.
- Violleau V, (1999).** Valorisation du lactosérum par électrodialyse. Thèse de doctorat. de doctorat.Montpellier.
- Vrignaud Y, (1983).** Valorisation du lactosérum, une longue histoire. Revue laitière Française, (422) :41-46.
- Woo A, (2002).** La grande diversité du lactosérum. Agriculture et agroalimentaire, Canada : 3-13.

Résumé

Cette étude rentre dans le cadre de la caractérisation du lactosérum acide issu de la fabrication du fromage blanc au niveau de la laitière Giplait de Tlemcen.

L'étude est basée sur l'analyse physico-chimique du lactosérum. Les résultats montrent que le lactosérum possède une bonne qualité physico-chimique concernant le Ph et l'acidité, et la présence de calcium, phosphore, lactose, et de protéines, la valorisation de ce sous-produit permettra de réduire la pollution de l'environnement toute en récupèrent ces éléments nutritifs. Principalement les protéines du lactosérum qui sont utilisés dans les industries pharmaceutiques, parapharmaceutiques, alimentaires, et ceci grâce à leur apport protéique, leur valeur nutritionnelle, et leurs propriétés techno-fonctionnelle tel que, la rétention d'eau, leur pouvoir gélifiant et leur propriétés moussantes.

Mots clés : Lactosérum, Analyses physico-chimique, Valorisation

Abstract

This study is part of the characterization of acid whey derived from the production of white cheese on the level of the dairy Giplait of Tlemcen.

The study is based on physicochemical analysis of whey. The results show that whey has a good physico-chemical quality concerning pH and acidity, and the presence of calcium, phosphorus, lactose, and proteins, the recovery of this by-product will reduce pollution of the environment while recovering these nutrients. Mainly whey proteins that are used in the pharmaceutical, Para pharmaceutical, food industries, and this thanks to their protein intake, nutritional value, and their techno-functional properties such as, water retention, their gelling power and their foaming properties.

Keywords : Whey, Physico-chemical analyzes, Valorization.

ملخص

هذه الدراسة هي جزء من توصيف مصل اللبن الحمضي المشتق من إنتاج الجبن الأبيض على مستوى الألبان Giplait في تلمسان. وتستند الدراسة على التحليل الفيزيائي الكيميائي لمصل اللبن. أظهرت النتائج أن مصل اللبن يتمتع بنوعية كيميائية فيزيائية جيدة فيما يتعلق بالحموضة والحموضة ، ووجود الكالسيوم والفوسفور واللاكتوز والبروتينات ، فإن استرداد هذا المنتج الثانوي سيقفل من تلوث البيئة في حين استعادة هذه العناصر الغذائية. يتم استخدام بروتينات مصل اللبن بشكل رئيسي في الصناعات الدوائية والأدوية غير الدوائية والصناعات الغذائية ، وذلك بفضل تناولها للبروتين وقيمته. الغذائية وخصائصها الفنية الوظيفية مثل احتباس الماء وقوة التعرق وخصائصها رغوة

الكلمات المفتاحية : مصل اللبن, التحليل الفيزيائي الكيميائي, الاسترداد.