



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم علوم التغذية

Département des Sciences Alimentaires



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité: Qualité des produits et sécurité alimentaire

Intitulé :

Valorisation de lactosérum dans une industrie laitière

Présenté par:

Amiri Chahinez & Chergui khouloud

Soutenu le 11/ 06/ 2024

Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M. Sid Nassim	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	M. Alili Dahmane	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	Mme. Hihat Soraya	MAA	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2023/2024

Remerciements :

Nous tenons a remercier tout particulièrement M **Alili Dahmane** notre directeur de recherche pour ses conseils avisés.

Nous remercions également M **Sid Nassim** et Mme **Hihat Soraya** membres du jury pour avoir pris le temps de lire notre mémoire et pour leurs commentaires constructifs, leurs suggestions ont permis d'améliorer considérablement la qualité de notre travail

Dédicace:

Je remercie dieu tout puissant
qui m'a tracé le chemin de ma vie de m'a accordé des
connaissances scientifiques, m'aidant ainsi à réaliser ce
travail.

Je dédie le fruit de mes modestes efforts à ceux qui
m'ont donné la vie et l'esprit et qui m'ont élevé avec
une passion pour l'apprentissage et les connaissances :

ma chère mère et mon cher père

A mes frères : **Yousef** et **Hamza**.

A l'ensemble des enseignants du département Sciences
Alimentaires.

A tous mes amies de ma promotion 2024 Master 2
Qualité des produits et Sécurité Alimentaire, et à tous
ceux qui m'a encouragé durant mes études.

Chahinez

Dédicace:

J'adresse mes remerciements à **mon père** bien-aimé **Omar**, qui a été mon plus grand soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A **ma chère mère** qui a tout mis en œuvre pour obtenir un diplôme de cette merveilleuse spécialité,

Ainsi qu'à mes chers frères **Djamel**, **Houssam** et **Mohamad** pour tous les encouragements et le soutien sans oublier mes neveux.

Mes précieuses âmes, **Zaid** et **Janna**, et ma deuxième sœur pour l'amour.

Merci également à tous les membres de ma famille, mes amis, mes professeurs et tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours universitaire.

Khouloud

Tables des matières:

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste d'abréviation	
Introduction	1
Chapitre I: le lactosérum	
I.1. Définition du lactosérum.....	2
I.2 Sources industrielles du lactosérum.....	2
I.2.1. Fromagerie.....	2
I.2.2. Beurrerie.....	3
I.3.Composition du lactosérum.....	3
I.3.1. Protéines.....	3
I.3.2. Lactose.....	6
I.3.3.Matière grasse	7
I.3.4. Sels minéraux et vitamines	7
I.3.5. Facteurs influençant la composition du lactosérum.....	7
I.4. Types de lactosérum.....	8
I.4.1. Lactosérum acide.....	8
I.4.2.Lactosérum doux.....	8
I.5. Caractéristiques des différents lactosérums.....	10
I.5.1. Propriétés chimiques et physiques du lactosérum acide et doux naturel.....	10
I.5.2. Propriétés chimiques et physiques du concentré lactosérum acide et doux.....	12
I.5.3. Composition minérale du lactosérum normal et du lactosérum concentré.....	13
Chapitre II: valorisation du lactosérum	
II.1.Valorisation du lactosérum selon la réglementation algérienne	15
II.2. Pouvoir polluant du lactosérum.....	15
II.3. Techniques de récupération des différentes fractions de lactosérum.....	16
II.3.1. Procédés membranaires pour la production de composants fonctionnels du lactosérum.....	16
II.3.2. Techniques thermique et électrique.....	18
II.3.3. Utilisation de coagulants pour précipiter les protéines	19

II.4.Utilisation du lactosérum.....	19
II.4.1. Poudre de lactosérum.....	20
II.4.2. α -lactalbumine (α -La).....	22
II.4.3. Lactose.....	22
II.4.4. L'acide lactique.....	23
II.4.5. Bioéthanol.....	24
Chapitre III: Les boissons à base du lactosérum	
III.1.Introduction sur les boissons.....	25
III.2. Variété des boissons à base du lactosérum.....	25
III.2.1. Boissons au lactosérum et au jus d'orange.....	25
III.2.2. Boisson au citron avec lactosérum hydrolysé.....	27
III.2.3. Boisson à base de protéines de lactosérum a partir de fromage mozzarella.....	28
III.2.4. Boisson sportive à base de lactosérum fermenté.....	30
III.3. Altération des boissons.....	31
III.3.1. Altérations de la qualité microbiologique.....	31
III.3.2. Altérations de la qualité organoleptique.....	32
III.4. Avantages des boissons à base de lactosérum	32
Conclusion.....	33
Référence bibliographique	
Résumé	
الملخص	
Abstract	

Liste des tableaux:

Tableaux	Titre	Page
Tableau 1	Les Acides aminés essentiels (gr/100gr)	4
Tableau 2	Caractéristiques et proportions des principales protéines du lactosérum	4
Tableau 3	Les différentes types du lactosérum	8
Tableau 4	Composition moyenne du lactosérum doux et acide	10
Tableau 5	Propriétés chimiques et physiques des échantillons de lactosérum doux normal (D) et acide (A) prélevés dans six laiteries nationales code de la laiterie nationale	12
Tableau 6	Propriétés chimiques et physiques de certains échantillons de lactosérum concentré	13
Tableau 7	Composition en minéraux et oligoéléments des échantillons de Lactosérum normal et concentré	14
Tableau 8	Utilisation de la poudre de lactosérum dans les produits alimentaires	22
Tableau 9	Différentes formes de boissons élaborées	23
Tableau 10	Scores moyens et écart type des attributs organoleptiques des différentes formes de jus d'orange à base de Gazéifié Boissons au lactosérum	24
Tableau 11	Teneur en nutriments des formes les plus acceptables de boissons gazeuses au lactosérum à base de fruits	24

Liste des figures:

figures	Titre	page
Figure 1	Le lactosérum	2
Figure 2	Schéma technologique d'obtention des principaux types de lactosérums issus de la transformation du lait	3
Figure 3	Schéma technologique d'obtention des principaux types de lactosérums issus de la transformation du lait	9
Figure 4	Application des procédés membranaires dans la transformation du lactosérum	17
Figure 5	Possibilités d'utilisation du lactosérum	20

Liste des abréviations:

DBO: demande biochimique en oxygène.

PH: potentiel hydrogène.

MG: matière gras

CLD: concentré de lactosérum doux

CLA: concentré de lactosérum acide

LS: limite de signification

CV: coefficient de variation

UF: ultrafiltration

MF: microfiltration

NE: neutralisation

OI: osmose inverse

CPL: concentré de protéine de lactosérum

IPC: inhibiteur de la protéolyse et de la coagulation

JOS: Jus d'Orange Standard

BGLJO: Boisson gazeuse au lactosérum au jus d'orange

Introduction

Introduction

Le lactosérum est un résidu aqueux issu de la transformation du lait en fromage ou ce qui représente environ 55 % des nutriments du lait initial. Riche en lactose, protéines solubles, peptides, minéraux et vitamines, son production mondiale atteint 180 à 190 millions de tonnes par an (**Macedo et al ., 2018**)

En tant que deuxième plus grande source de déchets alimentaires au monde (**Mangieri et al ., 2022**)

Le lactosérum pose un défi environnemental majeur. Malgré son potentiel en tant que matière première pour de nouveaux produits, il est souvent sous-utilisé ou propulsé (**Barkcić et al ., 2019**)

En effet, la production de 1 kg de fromage génère environ 9 à 10 litres de lactosérum. sa forte demande biochimique en oxygène (DBO) peut réduire l'oxygène dissous dans les sources d'eau, menaçant la vie aquatique et l'environnement en général s'il est rejeté sans traitement (**Pires et al ., 2021**)

La valorisation du lactosérum par différentes techniques permet de créer des aliments mixtes innovants aux caractéristiques technologiques et nutritionnelles améliorées. Ces produits peuvent servir de base au développement de nouvelles options alimentaires pour la consommation humaine et animale. (**Macedo et al., 2018**).

Le mémoire contribue à une l'objectif de valoriser le lactosérum de promouvoir des pratiques durables dans l'industrie laitière et de créer de nouvelles opportunités pour la valorisation de lactosérum, la mise en œuvre réussie de ces technologies peut conduire au développement de produits précieux a une réduction de l'impact environnemental et a des avantages économiques .

Chapitre I:

Le lactosérum

I.1. Définition du lactosérum:

Le lactosérum est le liquide jaune verdâtre (Muller *et al.*, 2003) obtenu après la Coagulation du lait sous l'influence de la présure (lactosérum doux), ou selon l'acidification du lait (lactosérum acide) (Moore, 1989).

Il a été découvert pendant plus de 3000 ans par les nomades lors du transport du lait (Wit, 2001).

Chaque 100 kg de lait utilisé dans la fabrication du fromage produit 10 à 20 kg de fromage et 80 à 90 kg de lactosérum. (Kosikowski et Mistry, 1997).

Le lactosérum se compose de 0,6 % de protéines, 0,1 % de matières grasses, 5,0 % de lactose, 0,003 % de caséine, 0,18 % d'azote non protéique, 0,6 % de cendres et 6,03 % de solides totaux. (Kosikowski et Mistry, 1997).



Figure 1: Le lactosérum (Kashrute,2018)

I.2 Sources industrielles du lactosérum :

I.2.1. Fromagerie: c'est l'ensemble des procédés qui conduisent à la fabrication de fromages à partir de lait ordinaire qui subit des processus de coagulation et d'agglomération, aboutissant à une phase solide (le fromage) et à une phase liquide (le lactosérum). (Laplanche, 2004).

I.2.2. 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).

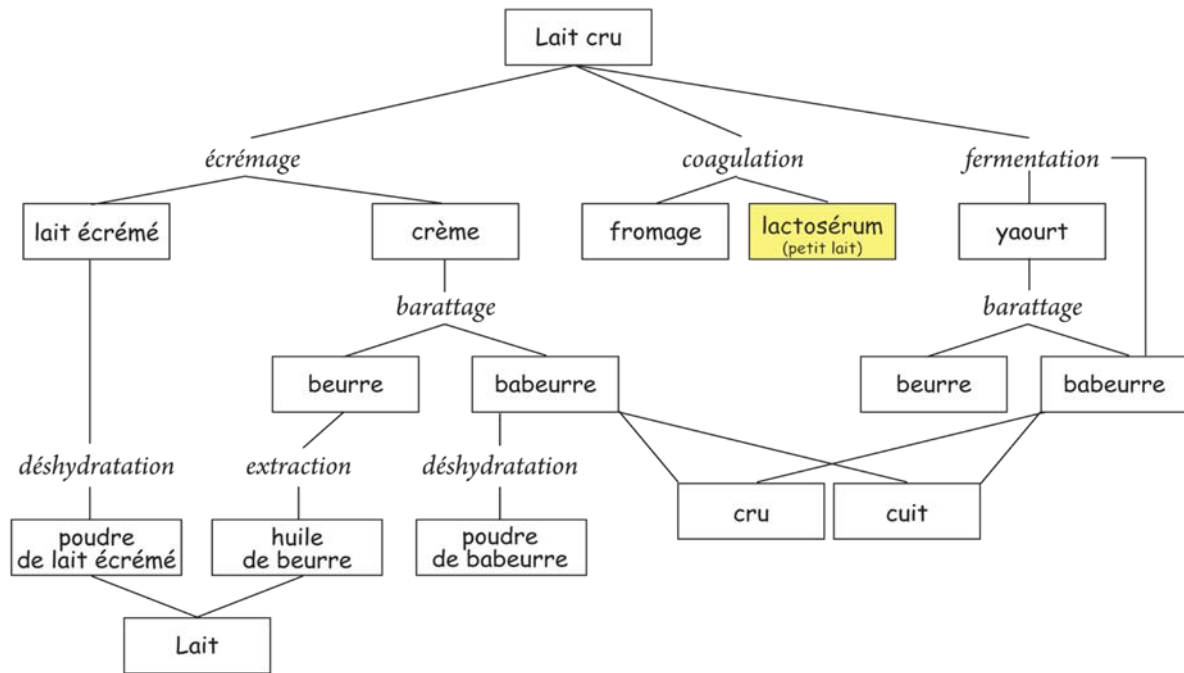


Figure 2: Schéma technologique d'obtention des principaux types de lactosérum issus de la transformation du lait (Luquet et François, 1990).

I.3. Composition du lactosérum :

I.3.1. Protéines :

Les protéines du lactosérum, représentant environ 20% des protéines du lait, sont constituées d'une 20 d'acides aminés dont 9 acides aminés essentiels que l'organisme ne peut synthétiser et doit puiser dans l'alimentation.

Les protéines ne forment pas la fraction la plus abondante du lactosérum, mais elle est la plus intéressante sur le plan économique et nutritionnel qui est supérieures aux protéines du blanc d'œuf, prise comme protéines de référence. Leurs compositions en acide aminé, très riche (Sottiez, 1990).

Ce tableau représente les acides aminés du lactosérum.

Tableau 1: Les Acides aminés essentiels (gr/100gr) (Moletta, 2002)

	Protéines du lactosérum
Tryptophane	1,38
Lysine	10,9
Méthionine	1,95
Cystéine	1,35
Leucine	7,09
Isoleucine	4,06
Phénylalanine	3,47
Valine	5,54
Thréonine	5,03

I.3.1.1. Principales protéines du lactosérum:

La plupart de ces protéines sont la bêta-lactoglobuline et l'alpha-lactalbumine, qui représentent ensemble 65 à 80 % des protéines du lactosérum.

Le tableau ci-dessous reprend quelques-unes des caractéristiques de ces protéines.

Tableau 2 : Caractéristiques et proportions des principales protéines du lactosérum (Cailloux, 1998).

	Poids moléculaire (kDa)	Concentration (g/l)	Point isométrique
β-lactoglobuline	18.36	2.5 -3	5.4
α -lactalbumine	14.2	1.2	4.4
Sérumalbumine	66	0.3 -0.4	5.1
lactoferrine	80	0.10	7.9

I.3.1.1.1. Protéines majeures du lactosérum :❖ **β -lactoglobuline:**

- Source complète d'acides aminés : Contient tous les acides aminés essentiels et 50% d'acides aminés indispensables, faisant d'elle une protéine de haute valeur biologique (**Roufik et al., 2007**).
- Transporteur de vitamines : A et la vitamine D, et il favorise leurs absorption (**Bergel et al., 2004**).

❖ **α -lactalbumine:**

L' α -lactalbumine adopte une conformation globulaire compacte typique des protéines solubles.,

l' α -lactalbumine présente une homologie de séquence significative avec le lysozyme d'œuf de poule, partage environ 47 résidus d'acides aminés sur 123 (**Cheftel et al., 1985**).

Ce type de protéine possède plusieurs propriétés physico-chimiques:

- **Poids moléculaire** : L' α -lactalbumine classe parmi les petites protéines avec une poids moléculaire faible d'environ 14 kDa. (**Morr et Ha, 1993**).
- **Concentration dans le lactosérum** : Son présence est notable dans le lactosérum, représente environ 20% des protéines totales, avec une concentration variante entre 1 et 1,5 g/L (**Morr et Ha, 1993**).
- **Stabilité thermique** : L' α -lactalbumine a longtemps été considérée comme l'une des protéines les plus stables thermiquement du lactosérum. Des études ont montré qu'elle peut résister à des températures élevées (jusqu'à 65,2°C à pH 6,7) et que son dénaturation peut être partiellement renversée par refroidissement (**Chaplin et Lyster, 1986**).
- **Richesse en tryptophane** : L' α -lactalbumine se caractérise par sa teneur élevée en tryptophane, un acide aminé essentiel. (**Bergel et al., 2004**).

I.3.1.1.2. Protéines mineures du lactosérum :

1. **Sérum albumine bovine (SAB)** : est une protéine mineure du lactosérum, représentant environ 0,1 à 0,4 g/L des protéines du lait. Il possède un poids moléculaire de 69 kDa et est constituée de 582 acides aminés (**Morr et Ha., 1993**).

Le SAB présente plusieurs caractéristiques notables :

- **Stabilité** : Les liaisons des acides gras confèrent à la molécule de SAB une grande stabilité contre la dénaturation par la chaleur (**Gumpens et al., 1979**).
- **Solubilité** : Le SAB est soluble jusqu'à 35% à 3°C dans l'eau distillée. Cependant, il précipite de manière significative à température ambiante entre 40 et 45°C (**Lin et al., 1976**).
- **Propriétés de liaison** : Le SAB peut se lier à diverses molécules, telles que les acides gras, les métaux, les hormones et les médicaments, ce qui lui confère un rôle important dans le transport et la distribution de ces substances dans l'organisme (**Lin et al., 1976**).

Les effets bénéfiques de SAB pour la santé humaine :

- **Amélioration de la performance sportive** : Des recherches indiquent que la SAB pourrait améliorer la récupération musculaire et la performance physique chez les athlètes (**morgan, 2001**).
- **Renforcement du système immunitaire** : La SAB pourrait stimuler le système immunitaire et protéger contre les infections (**Brunner, 1977**).
- **Propriétés antioxydants** : La SAB possède des propriétés antioxydants qui pourraient protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres (**Spinnler, 1998**).

2. Immunoglobuline (IG) :

Les immunoglobulines (Ig), également appelées anticorps, sont une famille de glycoprotéines hétérogènes jouent un rôle crucial dans le système immunitaire.

Leur poids moléculaire varie de 150 à 1000 kDa et elles partagent toutes la capacité de reconnaître et de neutraliser des agents pathogènes spécifiques (**Eigel et al., 1984**)

I.3.2. Lactose:

Est le principal composant du lactosérum de fromagerie (**Luquet et François, 1990**). Formé par l'union d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose, reliées par une liaison osidique β -1,4.

Le galactose est un élément essentiel des cérébrosides (des lipides complexes présents dans les membranes cellulaires des tissus nerveux)

. Ces cérébrosides jouent un rôle crucial dans la fonction cérébrale et la transmission nerveuse (**Gerard et Debry, 2001**).

I.3.3. Matière grasse:

La matière grasse représente que .0,1 % de la matière sèche du lactosérum , la quasi-totalité de la matière grasse du lait étant dans le caillé (**Leghlimi ,2004**).

I.3.4. Sels minéraux et vitamines:

Les sels de calcium, magnésium, potassium et sodium constituent l'essentiel de ces minéraux avec des traces de métaux tels que le zinc et le cuivre (**Ryan et Walsh ,2016**)

Le lactosérum comprend également des vitamines fondamentales pour notre organisme et plus spécifiquement B2, B5, B6, et la vitamine C qui peuvent être utilisés dans l'industrie pharmaceutique ou alimentaire (**Fick ,2016**)

I.3.5. Facteurs influençant la composition du lactosérum :

La composition du lactosérum n'est pas constante, elle varie en fonction de plusieurs facteurs :

I.3.5.1. Variations de la composition du lait:

- **Race et individu:** La composition du lait varie naturellement d'une race à l'autre et d'un individu à l'autre au sein de la même race. Ce l'est dû à des facteurs génétiques et
- physiologiques.

Période de lactation: La composition du lait change au cours de la lactation. Le lait maternel, par exemple, est plus riche en protéines et en immunoglobulines colostrum (les premiers jours après la naissance) qu'en lait mature. (**Paulus ,2012**)

I.3.5.2. Alimentation : L'alimentation de la vache a une influence significative sur la composition du lait. La quantité et la qualité des protéines, des glucides, des minéraux et des vitamines dans l'alimentation qui se reflètent dans le lait. (**Paulus ,2012**)

I.3.5.3. Transformation en fromage: Les procédés de transformation du lait en fromage ont un impact important sur la composition du lactosérum. La majorité des protéines et des minéraux du lait se retrouvent dans le caillé, tandis que le lactosérum contient principalement du lactose, des minéraux solubles et des vitamines hydrosolubles.

I.3.5.4. Autres traitements: D'autres traitements du lait, tels que la pasteurisation, l'homogénéisation et l'écémage, peuvent également modifier la composition du lactosérum. (**Paulus ,2012**)

I.4. Types de lactosérum:

Selon le type de coagulation et l'acidité, on peut distinguer deux types de lactosérum : lactosérum acide et lactosérum doux (**tableau 3**)

Tableau 3: Les différentes types du lactosérum (**Adrian et al., 1991**)

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

I.4.1. Lactosérum acide:

est le produit laitier liquide obtenu durant la fabrication du fromage ou de produits similaires par séparation du caillé après coagulation du lait, Cette dernière est principalement obtenue par acidification (**Codex alimentarius, 2002**), qui favorise la précipitation des caséines à leur pH isoélectrique de 4,6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (**Violleau, 1999**).

Lorsque la protéine est combinée à des sels de calcium, l'acidification entraîne sa déminéralisation qui fait passer dans le sérum une partie importante des minéraux notamment le calcium et le phosphore (**Sottiez, 1990**).

Le lactosérum acide est moins riche en lactose et plus riche en minéraux ; les teneurs élevées en acide lactique et en minéraux posent des difficultés pour la déshydratation. (**Moletta, 2002**).

Le lactosérum acide provient de la fabrication des pâtes fraîches et des pâtes molles (**Adrian et al., 1991**)

I.4.2. Lactosérum doux:

Est obtenu après la coagulation du lait sous l'action de la présure sans acidification préalable. Ce type de lactosérum est pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en glycoprotéine qui provient de l'hydrolyse de la caséine Kappa par la présure (**Sottiez, 1990**).

Lorsque le lactosérum issu de la fromagerie n'est pas traité avec toutes les précautions nécessaires, la poursuite de la fermentation naturelle augmente son acidité. (Morr et al., 1993)
 Le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite. (Morr et al., 1993)

Le schéma dissous représente les étapes de la transformation du lait ainsi que la composition des différents types de lactosérum obtenus : lactosérum doux et acide.

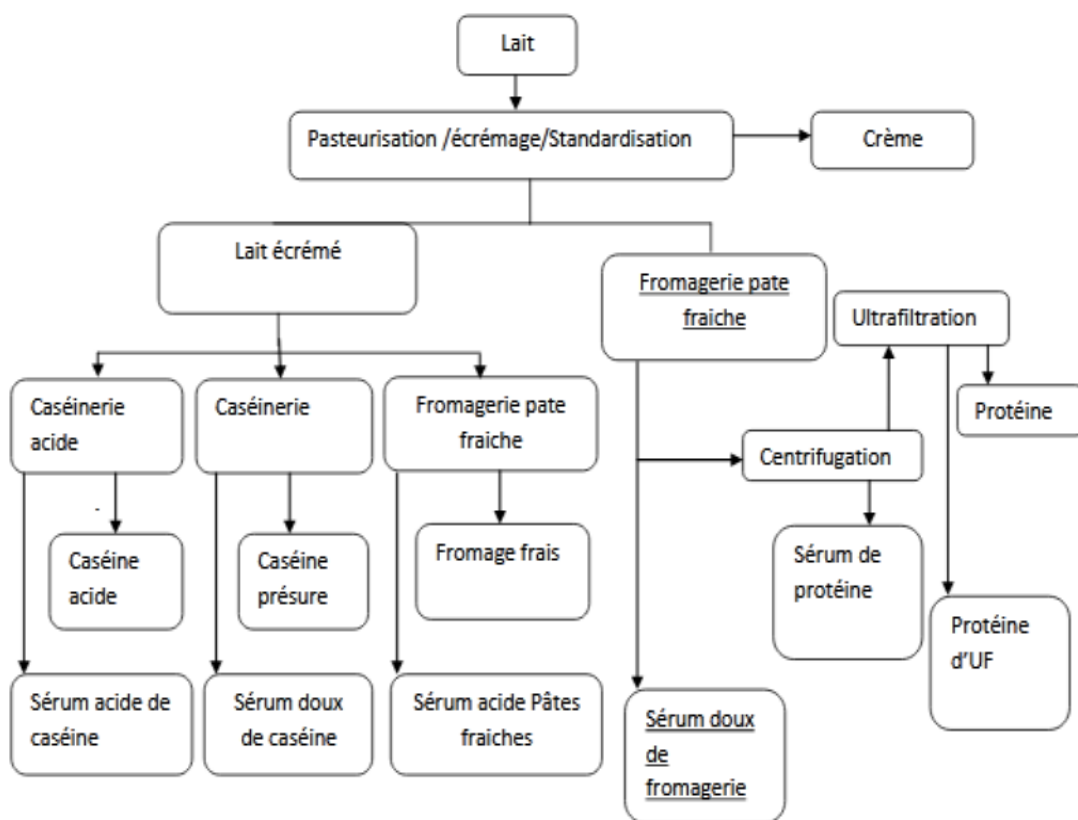


Figure 3: Schéma technologique d'obtention des principaux types de lactosérums issus de la transformation du lait (Luquet et François, 1990)

Le tableau compare la composition du lactosérum doux et acide en termes de pH, lactose, protéines, matières grasses, acide lactique, cendres, calcium potassium, phosphore.

Tableau 4 : Composition moyenne du lactosérum doux et acide (**Linden et al., 1994**)

	Lactosérum doux (%)	Lactosérum acide (%)
pH	6.3	4.6
Eau	93	93.5
Lactose	4.77	4.71
Protéines	0.82	0.75
MG	0.07	0.03
Acide lactique	0.15	0.55
Cendres	0.53	0.69
Calcium	0.05	0.13
Sodium	0.07	0.06
Potassium	0.13	0.15
Phosphore	0.06	0.09

I.5. Caractéristiques des différents lactosérums:

I.5.1. Propriétés chimiques et physiques du lactosérum acide et doux naturel:

Il ressort des données du tableau 5 qu'il existe des différences significatives ($p < 0,05$) entre la teneur en matière sèche du lactosérum acide naturel collecté auprès de 6 laiteries nationales ; elle est comprise entre 5,0 et 7,0 %. Cette différence significative n'a pas été observée dans le lactosérum doux normal (6-7 %) collecté auprès des mêmes laiteries (Tableau 5) ; ces différences pourraient être attribuées à la variation du niveau de sel ajouté par les différentes laiteries au cours de la transformation du "labne". Toutefois, ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés par Yousef et al. (**Yousfi et al., 1997**)

Les valeurs de pH : elles présentent peu de différences et varient de 3,57 à 3,34 pour le lactosérum acide et de 6,02 à 6,58 pour le lactosérum doux. (**Gernigon et al., 2010**)

La teneur en cendres : des différences significatives dans la teneur en cendres peuvent également être observées dans le lactosérum acide (de 0,57 à 1,88) avec peu de différence dans le lactosérum doux (de 0,37 à 0,58). (**Ali et al., 2013**)

Les données du tableau 5 montrent clairement que le lactosérum acide contient moins de **matières grasses, de lactose et de protéines** que le lactosérum doux.

Des différences significatives ($p < 0,05$) peuvent être observées dans la plupart des propriétés chimiques et physiques des échantillons de lactosérum acide et doux collectés dans les six laiteries nationales (tableaux 5). Ces différences peuvent être attribuées à la différence de composition du lait et/ou aux techniques de traitement et de manipulation pratiquées par les différentes laiteries. (**Gernigon et al., 2010**)

Le tableau 5 montre les résultats de l'analyse de six échantillons de lactosérum : trois doux (D) et trois acides (A) provenant de six laiteries nationales.

Tableau 5: Propriétés chimiques et physiques des échantillons de lactosérum doux normal (D) et acide (A) prélevés dans six laiteries nationales code de la laiterie nationale .(*Ali et al* ,2013)

Code national des laiteries	Matière sèche	PH	Cendres %	Na CL %	Lactose %	Protéines %	Matières grasses %
1	D 6.57b	D4.07c	D1.88a	D1.30c	D3.13b	D0.2c	D0.40b
	A7.22a	A6.29b	A0.48b	A029a	A4.64a	A0.96a	A0.93a
2	D6.72b	D4.34a	D1.35c	D0.87c	D3.56a	D0.61ab	D0.18cd
	A6.13bc	A6.58a	A0.38	A0.20c	A2.99d	A0.88ab	A0.78b
3	D5.54c	D4.01d	D0.63d	D0.18d	D2.71c	D0.38cd	D0.27c
	A7.21a	A6.10d	A0.43bc	A0.20c	A4.39b	A0.69b	A0.55c
4	D7.48a	D3.57f	D1.64b	D0.94b	D2.77c	D0.60b	D0.38b
	A5.80c	A6.54a	A0.37c	A0.18d	A3.52c	A0.65b	A0.52c
5	D6.79b	D3.93e	D0.73d	D0.19d	D3.60a	D0.65a	D0.67a
	A6.38b	A6.02e	A0.45bc	A0.22b	A4.34b	A0.90ab	A0.57c
6	D4.59d	D4.19b	D0.57d	D0.21d	D2.80c	D0.37d	D0.13d
	A6.44b	A6.19c	A0.58a	A0.28a	A4.76a	A0.88ab	A0.25d

I.5.2. Propriétés chimiques et physiques du concentré lactosérum acide et doux:

Dans le tableau 6 révèlent que le concentré de lactosérum acide a plus de matière sèche (68,98 %), d'acidité (4,95 %) et de sel (14,56 %) par rapport au concentré de lactosérum doux. À l'inverse, le concentré lactosérum acide contient plus de lactose (36,40 %) et de protéines (8,25 %) que le concentré de lactosérum doux.

En outre, le concentré de lactosérum acide avait une meilleure stabilité ou durée de conservation que le concentré de Lactosérum doux (CLD) en raison de sa plus faible activité de l'eau (0,35). (*Yousif et Alghazawi, 2000*)

Le tableau suivant indique l'analyse de deux échantillons de lactosérum concentré obtenus par concentration à 75°C

Tableau 6: Propriétés chimiques et physiques de certains échantillons de lactosérum concentré (Ali et al .,2013)

Propriétés du Lactosérum**	Échantillons de lactosérum concentré code*			
	A	B	LS	CV
Humidité %	29,84a***	27,21b	2,49	5,05
Matière sèche %	68,98a	64,35b	0,52	0,45
Activité de l'eau (a w)	0,35b	0,55a	0,07	9.60
Acidité %	4,95a	2,07b	0,08	1,28
Na Cl %	14,56a	2,59b	0,68	4,58
Lactose %	30,13b	36,40a	0,76	1,33
Protéines %	4,06b	8,25a	0,26	2,44

* A : lactosérum acide concentré à; 75°C B : lactosérum doux concentré à; 75°C

**Moyenne des triplicatas.

***Les moyennes dans chaque ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes avec un niveau de confiance de 95 %.

I.5.3. Composition minérale du lactosérum normal et du lactosérum concentré:

La composition minérale du lactosérum normal et du lactosérum concentré qui est indiqué dans le tableau 7 montre que le lactosérum concentré (acide ou doux) est assez abondant en minéraux et en oligoéléments, c'est-à-dire qu'il renferme des quantités importantes de sodium, de calcium, et de magnésium.

Cependant, la teneur élevée en sodium doit être prise en compte et il est important de limiter les ajouts excessifs de sel au lactosérum acide pour réduire les éventuelles limitations de son utilisation dans les produits de boulangerie et les desserts. (Skbic et Filiper ,2008)

Le tableau représente la teneur en minéraux et oligoéléments de trois lactosérums normaux et trois lactosérums concentrés

Tableau 7: Composition en minéraux et oligoéléments des échantillons de Lactosérum normal et concentré (Ali et al., 2013)

Minéraux/oligo-éléments**	échantillons de lactosérum code*			
	A	B	C	CV
K (%)	0,14b	1,23a	1,20a	12,42
Ca (%)	0,11c	0,43a	0,27b	9,95
Na (%)	0,33c	3,43a	0,43b	2,85
Mg (%)	0,023c***	0,09a	0,07b	12,42
Al (ppm)	1,7c	4,23a	3,13b	6,24
Zn (ppm)	2,17c	13,97a	12,20b	6,01
Cu (ppm)	0,30c	2,23a	0,45b	7,32
Mn, Cr, Ni, Cd, Pb, Hg, (ppm)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	

Chapitre II:
Valorisation de lactosérum

II.1. Valorisation du lactosérum selon la réglementation algérienne:

Selon la loi n°05-464 du 4 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 6 décembre 2005, l'article 1 du Journal Officiel de la République Algérienne n°37 de 2022 Il montre que le fromage de lactosérum : produit solide, semi solide ou à pâte molle, principalement obtenu par l'un des procédés suivants :

- la concentration du lactosérum et le moulage du produit concentré.
- la coagulation à chaud du lactosérum avec ou sans adjonction d'acide.

Dans chaque cas, le lactosérum peut être pré concentré avant une opération de concentration supplémentaire du lactosérum ou de coagulation des protéines de lactosérum.

Le procédé peut également comprendre l'adjonction de lait, de crème ou d'autres matières premières d'origine laitière avant ou après la concentration ou la coagulation, le rapport protéine de lactosérum/caséine dans le produit obtenu par coagulation du lactosérum doit être nettement supérieur à celui du lait.

Le produit obtenu par coagulation du lactosérum peut être affine ou non affine. **(JORA 2022.)**

D'après la loi N°01-19 du 12/12/ 2001, l'article 3 du Journal Officiel de la République Algérienne N°77 de 2001 définit le déchet comme : «tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation il a obligation qui doit être recyclé ou éliminer » **(JORA, 2001)**

II.2. Pouvoir polluant du lactosérum:

Le volume et la charge polluante des effluents générés par l'industrie fromagère sont considérables. Malgré les opportunités de valorisation du lactosérum, une quantité alarmante, estimée à près de la moitié de la production mondiale, reste inexploitée et rejetée dans l'environnement. **(Marwaha et Kennedy ,1988)**

Cette pratique pose un problème majeur, car le lactosérum présente une demande biochimique en oxygène (DBO) extrêmement élevée, comprise entre 32 000 et

60 000 mg d'O₂/L **(Cheryan, 1998)**. Cette DBO élevée traduit la présence

importante de matière organique qui lors de sa dégradation par les micro-organismes dans les milieux naturels, entraîne une consommation excessive d'oxygène **(Lachebi et al.,2011)**.

Plusieurs techniques de traitement, comme l'ultrafiltration (UF) et la nanofiltration, ont été proposées pour réduire la pollution générée par le lactosérum **(Koyuncu et al., 2000)**.

II.3. Techniques de récupération des différentes fractions de lactosérum :

II.3.1. Procédés membranaires pour la production de composants fonctionnels du lactosérum :

La volonté d'obtenir des bénéfices de l'alimentation et des suppléments qui aident à maintenir la santé physique grâce à un style de vie actif, fait que les gens se familiarisent avec les protéines de lactosérum et les suppléments d'acides aminés. Des études récentes montrent directement que les protéines de lactosérum et les acides aminés qui les composent favorisent efficacement la synthèse des protéines (**Ha et Zemmel, 2003**).

Les principales protéines présentes dans le lactosérum sont α -lactalbumine et la β -lactoglobuline, l'immunoglobuline, l'albumine de sérum bovin et le glycomacropéptide. (**Doltani et al., 2004**)

la lactoferrine et la lactoperoxydase des sont protéines secondaires, mais commercialement importantes. (**Doltani et al., 2004**)

Les procédés membranaires les plus courants sont l'ultrafiltration (UF), la microfiltration (MF), l'osmose inverse (OI), la perforation, la nanofiltration (NF) et l'électrodialyse (ED) (**Saxena et al., 2009**).

II.3.1.1. La filtration est la séparation de deux ou plusieurs composants d'un flux de fluide à l'aide d'une membrane de filtration, définie comme une membrane inter faciale qui agit comme une barrière sélective permettant l'écoulement de certains composants moléculaires et ioniques et la rétention d'autres présents dans un mélange de liquides ou de vapeurs.

Les conditions de fonctionnement de la filtration membranaire, telles que la température et le pH, doivent être choisies en fonction du comportement des sels de calcium, ainsi que des considérations relatives à la viscosité, à la dénaturation des protéines et à la croissance microbienne (**Tolkach et Kolosek, 2005**)

II.3.1.2. La séparation du lactosérum a été la première application du fractionnement membranaire à atteindre une échelle commerciale complète. Les membranes utilisées doivent avoir un rendement élevé, être résistantes aux facteurs physiques, chimiques et microbiologiques et ne pas être affectées par les agents de nettoyage et de désinfection (**Bhushan et Etzel, 2009**)

La figure 4 donne un aperçu des applications potentielles des membranes dans la traitement du lactosérum

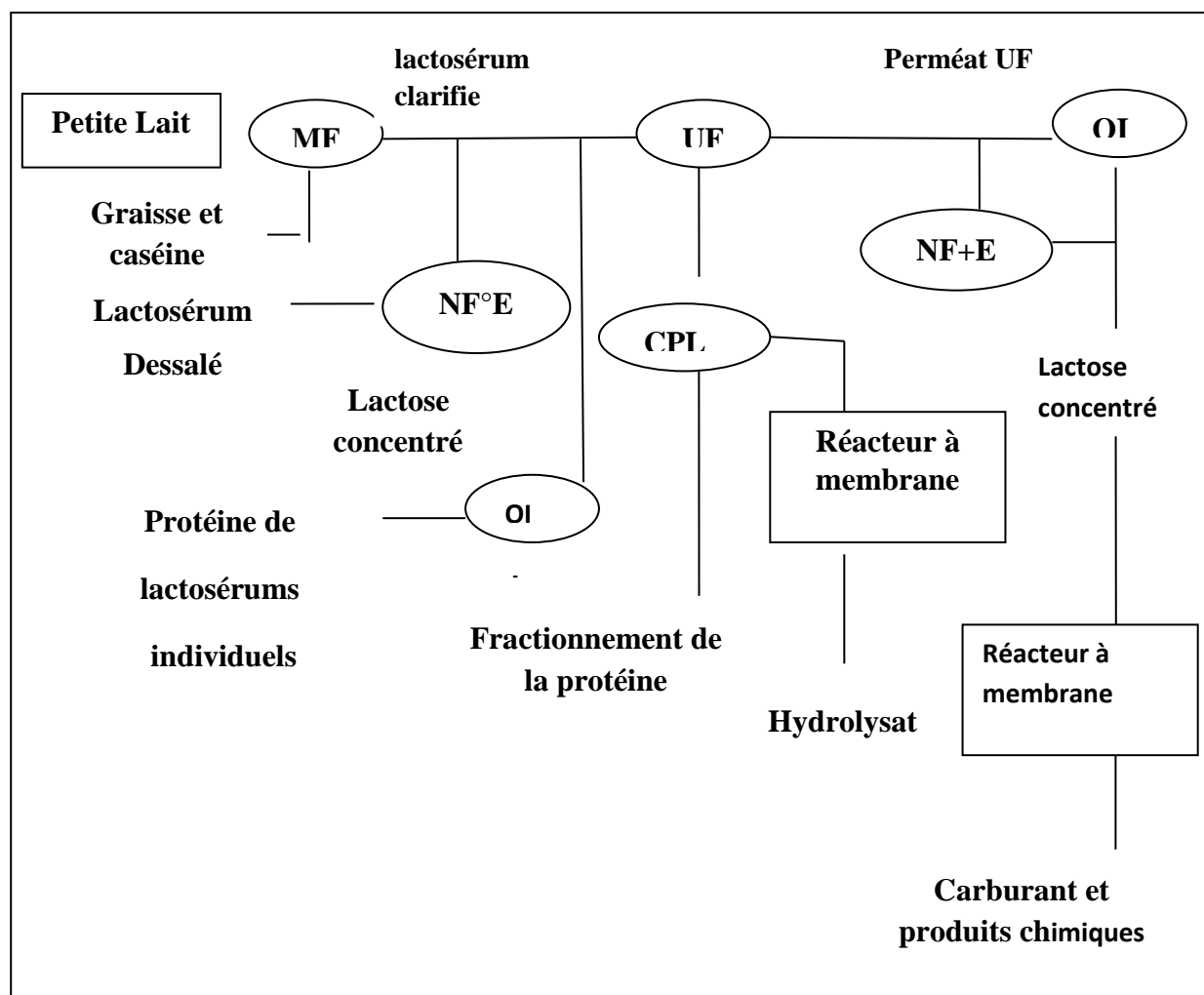


Figure 4: Application des procédés membranaires dans la transformation du lactosérum
(Cheryan,1998)

II.3.1.3. Cristallisation : est un procédé membranaire utilisé pour séparer des mélanges liquides.

Dans le processus de cristallisation, le liquide d'alimentation en contact avec un côté de la membrane, qui laisse passer sélectivement l'un des composants d'alimentation. Le perméat enrichi de ce composant, est éliminé sous forme de vapeur de l'autre côté de la membrane. La force motrice du processus est la différence de pression de vapeur entre le liquide d'alimentation et la vapeur du perméat (Baker et al., 1997).

II.3.1.4. Processus d'échange d'ions est utilisé pour le fractionnement général des particules par des techniques de chromatographie liquide et, lorsqu'il est associé à des systèmes de membranes commerciaux, il est possible d'obtenir une purification élevée des protéines de lactosérum.

Dans ce processus le lactosérum est acidifié au point que la plupart des protéines ont une charge positive nette. Les protéines chargées positivement se lient à la résine, laissant passer toutes les autres. Une fois que les substances non liées (principalement les graisses et le lactose) ont été éliminées de la couche de résine, le pH est augmenté pour libérer les protéines liées, qui sont ensuite filtrées (**Gritter et al., 2002**).

II.3.1.5. L'osmose inverse (OI): où la taille des pores de la membrane est très petite, ne laissant passer que de petites quantités de solutés de très faible poids moléculaire (**Palanik et al., 2002**).

Les facteurs limitants de l'osmose inverse sont les suivants :

La pression osmotique La viscosité et la solubilité du lactose et des sels de calcium présents dans le lactosérum, qui peuvent précipiter, surtout si la température et le pH ne sont pas régulés (**Cherian et Alvarez, 1995**).

II.3.1.6. L'ultrafiltration : fonctionne selon un gradient de pression de 275,9 kPa et à des températures de 50-60°C avec des membranes en poly sulfone dont la taille des pores est de 10-1-10-2 mm

Il existe quatre configurations principales de modules de membranes d'UF : tubulaire, fibre creuse, spirale enroulée et plaque plate.

Chaque configuration présente des forces et des faiblesses inhérentes et diffère selon les applications industrielles et commerciales. Le choix de la bonne configuration de module est important pour l'efficacité globale du procédé d'UF (**Zedney, 1998**).

Le filtre à fibres creuses produit par l'UF a une teneur en protéines allant de 34% à 90 %.

Pour augmenter la concentration en protéines, une modification du processus connue sous le nom de filtration peut être utilisée pour réduire la teneur en lactose et en minéraux. (**DaCosta et al., 1993**).

II.3.2. Techniques thermique et électrique:

II.3.2.1. La précipitation thermique est une méthode basée sur la sensibilité des protéines du lactosérum à la chaleur. Son inconvénient est la dénaturation des protéines (**Misun et al., 2008**)

II.3.2.2. Dépôt thermique de calcium: dépend de la formation d'agrégats de phosphate de calcium insoluble dans les lipides avec des protéines à de température modérée (50°C) et un pH neutre (7,3-7,5). (Misun *et al.*, 2008)

II.3.3. Utilisation de coagulants pour précipiter les protéines :

II.3.3.1. Le chitosane: est un polymère cationique linéaire de haut poids moléculaire Obtenu par dés acétylation de la chitine (b (1-4) -N-acétyle-D-glucosamine) de la carapace des crustacés.

L'utilisation d'un polymère naturel (chitosane) permet la précipitation des protéines du lactosérum pour obtenir du lactose pur 99.89 %. (Su *et al.*,2006)

II.3.3.2. Des acides polyacryliques:

L'extraction de protéines par des acides polyacryliques permet d'obtenir un précipité de protéine-polyacrylate à pH 3,8-4,2, (Prazeres *et al.*,2012)

II.4.Utilisation du lactosérum :

En raison de la valeur nutritionnelle du lactosérum et des grandes quantités produites, les chercheurs étudient depuis 50 ans à optimiser l'utilisation du lactosérum, en mettant l'accent sur les protéines de haute qualité (Božanić *et al.*,2014)

Le schéma suivant représente les différentes utilisations de lactosérum

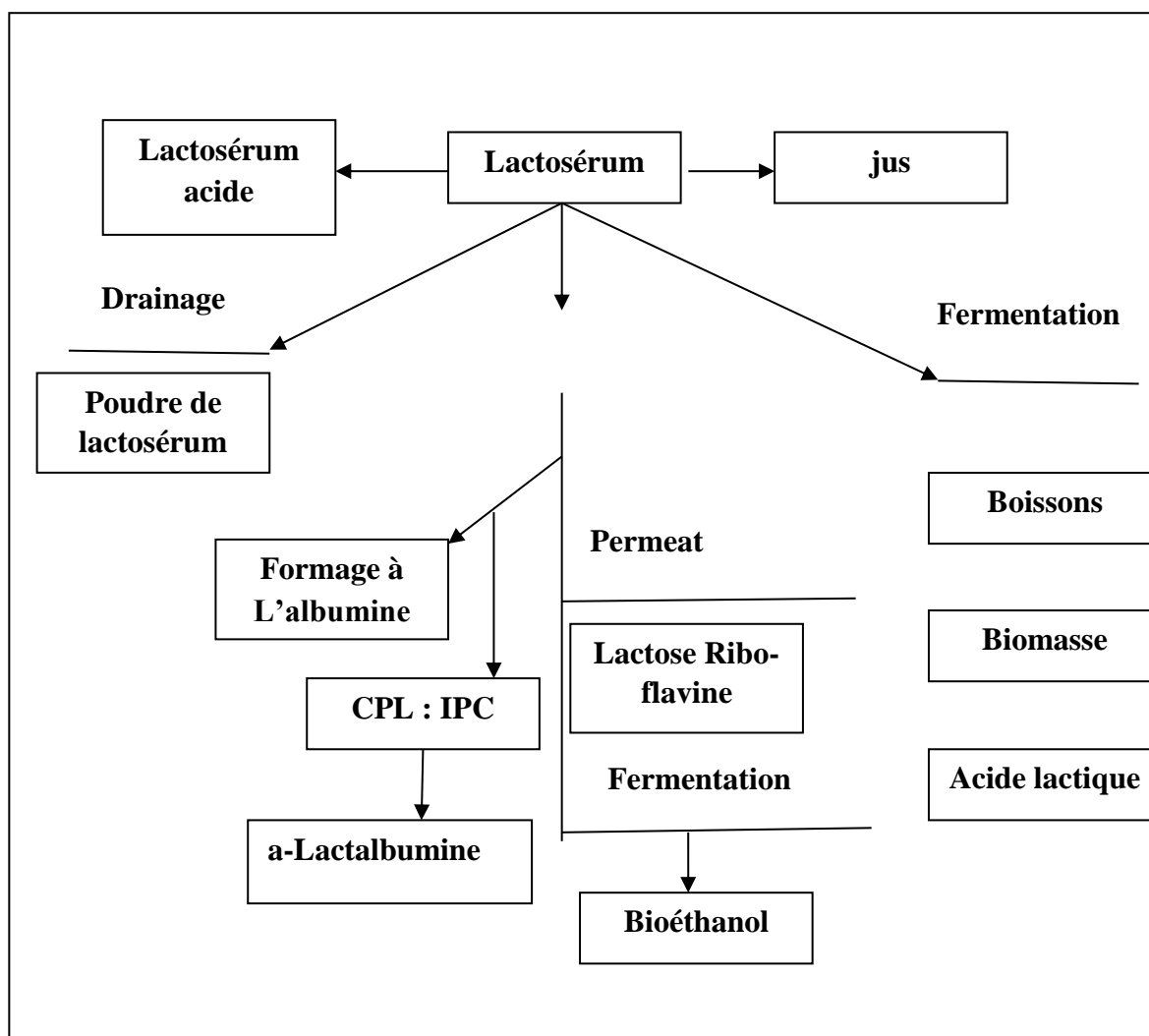


Figure 5: Possibilités d'utilisation du lactosérum. (Božanić et al.,2014)

Les composants de lactosérum peuvent utiliser de nombreux produits :

II.4.1. Poudre de lactosérum :

En général, le principal traitement industriel du lactosérum est le séchage qui représente 70 % de la production annuelle de lactosérum. (Božanić et al.,2014)

La poudre de lactosérum est principalement utilisée pour la l'alimentation animale, car c'est une source peu coûteuse de protéines et de glucides de haute qualité.

Cependant, en raison de la valeur nutritionnelle élevée de la poudre de lactosérum, elle peut être utilisée dans l'industrie alimentaire comme additif dans la production de nombreux produits (tableau 9), notamment la confiserie, la boulangerie, les produits laitiers, les aliments pour les bébés, la production de boissons, soupes, sauces, garnitures, crème. **(Božanić et al.,2014)**

Les propriétés des produits alimentaires qui peuvent être affectées par l'utilisation du Poudre de lactosérum sont très diverses, telles que :

- (a) L'amélioration des propriétés organoleptiques,
- (B) L'amélioration des propriétés physiques, telles que la capacité à mousser, la stabilité des fruits et des acides. **(Božanić et al.,2014)**
- (C) Utilisation comme absorbeur et comme support de graisses et des huiles. Par exemple, dans la production de crème glacée, la poudre de lactosérum est utilisée avec succès, en partie, en remplacement de la poudre de lait écrémé plus chère. Une substitution allant jusqu'à 21 % n'a aucun effet sur le goût, la texture et le point de fusion de la crème glacée **(Caric,1990)**, ni sur les propriétés organoleptiques du yogourt **(Legac,2012)**

La poudre de lactosérum a une teneur assez élevée en substances minérales (8-10 g / 100 g) et pour certains produits, il est conseillé d'utiliser du lactosérum déminéralisé, sinon le goût salé devient prononcé. La déminéralisation du lactosérum avant séchage est généralement réalisée par électrolyse échangeuse d'ions ou nano filtration **(Gernigon et al.,2011)**

Le tableau ci-dessous indique une liste de produits alimentaires dans lesquels la poudre de lactosérum peut être utilisée ainsi que les avantages de son utilisation pour ces produits

Tableau 8 : Utilisation de la poudre de lactosérum dans les produits alimentaires
(Caric,1990),

Produit	% de lactosérum extrait sec total de lactosérum	Caractéristiques améliorées
Pâtisserie	3(sur poids lourd)	Arôme, texture, fermentation plus courte, durabilité accrue
Glaces	2.7	Arôme, stabilité des acides et des fruits
Sucrierie	10	Arôme, texture, liaison à l'eau
Glaçages, sauces au sucre	6	Incorporation d'air
Confitures	4	Arôme

II.4.2. α -lactalbumine (α -La):

α -lactalbumine est la deuxième protéine de lactosérum majeure après β -lactoglobuline, Il comprend environ 20 % de toutes les protéines du lactosérum bovine et 3,5 % de la teneur totale en protéines du lait entier.

D'un point de vue nutritionnel (α -La) est la protéine la plus précieuse en raison de sa teneur élevée en acides aminés essentiels, en particulier le tryptophane, la cystéine et la lysine.

Histidine,

il est principalement utilisé comme nutraceutique à des fins thérapeutiques.

La composition en acides aminés de l' α -La bovine coïncide étroitement (72 %) avec l' α -L'humaine et constitue une protéine idéale pour les préparations pour nourrissons (Monaci et al.,2006)

II.4.3. Lactose:

Le lactose est le principal composant du lactosérum, constituant environ 70 % des solides totaux du lactosérum. (Muir,2003)

Le lactose est isolé à partir du lactosérum déprotéiné en appliquant différents procédés tels que la concentration du lactosérum par évaporation, la cristallisation du lactose à partir du lactosérum concentré et la séparation des cristaux obtenus par centrifugeuses ou décanteurs. (Muir,2003)

Le lactose comestible et raffiné est principalement utilisé :

- Dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire.
- Les applications dans l'industrie alimentaire comprennent la production de préparations pour nourrissons (car le lait maternel contient plus de lactose que le lait de vache) ou d'aliments pour les bébés, ainsi que la production de produits laitiers modifiés et reconstitués.
- Dans l'amélioration de la consistance et la durée de conservation des produits de confiserie ; la saveur, l'apparence et la cuisson des pâtisseries.
- Support pour les composés aromatiques volatils, pour absorber les saveurs indésirables ou comme édulcorant dans certains aliments afin d'améliorer l'arôme du produit. (Božanić et al.,2014)
- Dans la production de chips, de sauces, de vinaigrettes, etc.

Les principaux avantages de l'application du lactose dans l'industrie alimentaire:

- son pouvoir sucrant relativement faible,
- son capacité à améliorer la saveur caractéristique des produits et à stabiliser les protéines.
- son capacité à provoquer des changements de couleur si nécessaire (produits de boulangerie et de confiserie) en raison de la réaction de Maillard. (Božanić et al.,2014)
- **II.4.4. L'acide lactique:**
- L'acide lactique et ses dérivés sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire, les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, le cuir, les textiles et les industries chimiques. Récemment, il a également été utilisé comme matière première dans la production de
- plastiques biodégradables. (Panesar et al.,2007)
- L'acide lactique peut également être utilisé à la place de l'acide citrique ou de l'acide tartrique dans la production de boissons gazeuses, de bonbons acidulés, de
- médicaments, etc. (Panesar et al.,2007)

II.4.5. Bioéthanol:

Le lactose est un excellent substrat pour la production d'éthanol, il est disponible sur le marché en grandes quantités.

Le bioéthanol est principalement utilisé comme additif de biocarburant pour l'essence, **(Guimarães et al., 2010)**

Chapitre III:
Les boissons à base du
lactosérum

III.1.Introduction sur les boissons:

Les boissons également appelées breuvages sont des liquides destinés à la consommation humaine .Elles se déclinent dans large variété de saveurs, couleurs , textures ,,chacune possédant des caractéristiques et un attrait uniques ,de l'effet désaltérant de l'eau au pouvoir revigorant d'une tasse de café , les boissons jouent un rôle important dans vie quotidienne , répondant a des besoins à la fois fonctionnels et hédoniques(Adriana ,2016)

III.2. Variété des boissons à base du lactosérum :**III.2.1. Boissons au lactosérum et au jus d'orange :**

Elle est préparée par mélange du jus d'orange et du lactosérum dans différentes proportions (Parikh et al., 2013).

Le tableau suivant présente la composition des boissons élaborées à partir de jus d'orange et de lactosérum dans différentes proportions :

Tableau 9: Différentes formes de boissons élaborées (Parikh et al., 2013).

Différentes formes de boissons développées	Jus d'orange	lactosérum
JOS : Jus d'Orange Standard	100 %	
BGLJO-A: Boisson gazeuse au lactosérum au jus d'orange A	50 %	50 %
BGLJO-B: Boisson gazeuse au lactosérum au jus d'orange B	60 %	40 %
BGLJO-C: Boisson gazeuse au lactosérum au jus d'orange	70 %	30 %

Résultat:

Les résultats de l'évaluation organoleptique de quatre formes de jus d'orange à base de lactosérum figurent dans le tableau 10

Tableau 10: Scores moyens et écart type des attributs organoleptiques des différentes formes de jus d'orange à base de Gazéifié Boissons au lactosérum. (Pareek et al., 2013)

Différentes formes à base de fruits lactosérum gazéifié boisson	Couleur	Saveur	Apparence	Douceur	Acidité	Acceptabilité
	M ±S.D	M ±S.D	M ±S.D	M ±S.D	M ±S.D	M ±S.D
JOS	7.7±0.27	7.8±0.1	7.88±0.20	7.2±0.27	7.6±0.1	7.03±0.11
BGLJO-A	7.1±0.20	6.8±0.2	6.8±0.20	7.0±0.23	6.7±0.8	7.0±0.23
BGLJO-B	7.3±0.28	7.4±0.2	7.6±0.23	7.5±0.24	7.4±0.2	7.6±0.70
BGLJO-C	7.8±0.30	7.4±0.4	8.0±0.33	7.7±0.27	8.0±0.8	8.2±0.32

Le tableau de la valeur nutritionnelle des boissons obtenues permet de conclure que ces boissons ont une importance sanitaire et nutritionnelle pour les consommateurs .

Tableau 11: Teneur en nutriments des formes les plus acceptables de boissons gazeuses au lactosérum à base de fruits. (Pareek et al., 2013)

La plupart acceptable formes de fruits basé gazéifié boissons au lactosérum	Total Identifiants solides g/100g	PH	Acidité%	Vitamine C mg/100g	Protéine g/100g	Total sucre g/100g	Réduire sucre g/100g	N / A ppm	K ppm
JOS	7.9	4.16	0.41	45	0.70	10.85	8.25	117	230
BGLJO-C	8.7	4.03	0.61	45.1	1.1	15.19	11.25	202	370

III.2.2. Boisson au citron avec lactosérum hydrolysé :(selon l'étude de Singh S et al., 2011).

1. Ingrédients :

- ❖ Le lactosérum frais a été obtenu lors de la fabrication des fromages Cheddar collectés dans la laiterie expérimentale de l'Institut national de recherche laitière, Karnal (Haryana). Il a été immédiatement pasteurisé à 63°C pendant 30 minutes, suivie d'un refroidissement à 4 h-5°C.
- ❖ Maxilact L-2000, une enzyme lactase purifiée de qualité alimentaire contenant 2 000 unités de lactase neutre par gramme, a été isolée à partir d'une souche de levure sélectionnée,
- ❖ *Kluyveromyces marxianus var lactis*.
La quantité d'enzyme contenant 1,30 nmol d'orthonitrophénol provenant du substrat de la Galactosidase.
- ❖ Le bicarbonate de sodium 20 % et l'acide citrique 20 % ont été utilisés pour ajuster le pH du pain et du fromage de lactosérum.
- ❖ Le jus de citron a été acheté à (India), New Delhi.
- ❖ L'arôme de citron a été obtenu auprès de, India Ltd. Chennai.
- ❖ La carboxyle méthyle cellulose a été achetée à Inde (Singh S et al., 2011).

2. Les étapes de la production :

❖ Hydrolyse enzymatique :

- Une quantité connue (250 ml) de lactosérum a été ajustée à une solution de bicarbonate de sodium avec un pH de 6,75 à 20%.
- L'enzyme Maxilact L-2000 a été ajoutée à cette solution à 0,4% et bien mélangée (Singh S et al., 2011).
- Le lactosérum a été incubé à 40°C pendant 30 minutes à 4 heures.
- Le lactosérum hydrolysé a été retiré après les intervalles de temps spécifiés et l'activité enzymatique a été arrêtée en chauffant à 60°C pendant 2 minutes dans un bain-marie puis il a été refroidi à la température ambiante
- Le degré d'hydrolyse du lactose dans le lactosérum incubé a été estimé pour un intervalle de temps spécifié. (Singh S et al, 2011)

- ❖ **Comparaison du pouvoir sucrant du lactosérum hydrolysé :** La comparaison du pouvoir sucrant du lactosérum hydrolysé avec différents niveaux de saccharose (1-2,5 %,.) a été effectuée par des tests triangulaires (Wardip, 1978).

❖ Standardisation du sucre, du jus de citron, de l'arôme de citron:

-Pour préparer les boissons¹, le sucre et la carboxyméthylcellulose ont été mélangés et ajoutés à une quantité déterminée de lactosérum hydrolysé.

-Le lactosérum a été chauffé à 40-45°C pour dissoudre le stabilisateur., puis filtré à travers un tissu en mousseline. Après avoir ajouté la quantité souhaitée de jus de citron et d'arôme de citron, le pH de la boisson a été ajusté à 3,8 à l'aide de 25 % d'acide citrique. **(Singh S et al, 2011)**

-Le lactosérum hydrolysé au citron a été versé dans des bouteilles en verre de 200 ml propres et stérilisées et bouchées avec une couronne.

-Les bouteilles ont été traitées thermiquement à 90°C pendant 2 minutes

Le résultat :

- Le pouvoir sucrant était équivalent à celui d'une solution de saccharose à 2,5 % après 180 minutes d'incubation à pH 6,75 et a température 40°C.

La boisson au citron la plus acceptable contient 8 % de sucre, 4 % de jus de citron, 0,1 % d'arôme de citron et 0,05 % de sucre de citron. **(Singh S et al, 2011)**

III.2.3. Boisson à base de protéines de lactosérum a partir de fromage mozzarella: (Selon Prajapati et al .,2012.)

La protéine de lactosérum est une source riche en acides aminés à chaîne ramifiée qui contiennent les niveaux les plus élevés connus de toute source alimentaire naturelle **(Etzal, 2004).**

. Les acides aminés à chaîne ramifiée sont importants pour les athlètes car contrairement aux autres acides aminés essentiels, ils sont métabolisés directement dans le tissu musculaire et sont le premier acide aminé utilisé pendant les périodes d'exercice et d'entraînement à la résistance **(Jelesic et al., 2008).**

Les protéines de lactosérum sont souvent la source préférée des boissons protéinées prêtes à boire pour les raisons suivantes : Leurs excellentes qualités nutritionnelles, leur goût délicieux, leur facilité de digestion et leur fonctionnalité unique dans les systèmes des boissons **(Reitman et al., 2008)**

III.2.3.1. La méthode :**a)Précipitation du concentré de protéines du lactosérum :**

- Le lactosérum utilisé pour la précipitation du concentré de protéines provient de fromage de Mozzarella.
- Le lactosérum du fromage a d'abord été collecté dans des conteneurs en plastique (5 litres) et a été immédiatement stocké à une température de réfrigération de 40°C dans l'usine.
- Il est ensuite transporté dans des conditions réfrigérées de l'usine au laboratoire pour y être analysé (pH, acidité, matières grasses, protéines, lactose, cendres totales et solides solubles totaux). **Prajapati et al .,2012**
- Le lactosérum est filtré pour éliminer les solides résiduels du fromage. **(Prajapati et al .,2012)**
- Parmi les méthodes de précipitation utilisées pour isoler le concentré de protéines du Lactosérum peut citer :

Méthode C :

Le pH initial du lactosérum est ajusté à 2,0-3,5, puis chauffé à 900°C pendant 10 minutes.

Il est ensuite refroidi à 60-550°C et 2% de bicarbonate de sodium (NaCO₃) sont ajoutés à la solution de lactosérum a un pH de 4,5 pour précipiter les protéines du lactosérum, elle est ensuite laissée au repos pendant une nuit.

La centrifugation suivante a été effectuée à 5000 tour pendant 15 minutes pour séparer le concentré de protéines de lactosérum. **(Lubano, 1994).**

b) La préparation de Boisson à base de protéines de lactosérum :

- Les boissons ont été préparées par l'ajoutant du Concentré de protéines de lactosérum frais (CPL-45%) à de l'eau manufacturée et 10% de sucre.
- Ensuite il été bien mélangé jusqu'à ce que tout le sucre soit dissous dans la solution, puis le pH de la boisson été abaissé à 4,1 et l'ajoute de 2 % d'acide ortho phosphorique.
- Le boisson a ensuite été chauffée à 720°C pendant 1 minute et 0,3 % d'arôme de cardamome, 0,01 % de colorant de pomme verte et 0,04 % de sorbate de potassium y ont été ajoutés avant d'être embouteillée dans une bouteille en verre stérile.
- La bouteille a ensuite été fermée avec un bouchon et stockée immédiatement à 40°C.
- une évaluation sensorielle a été réalisée pour obtenir le meilleur produit final en termes de couleur, d'arôme, de goût, d'apparence, de sensation en bouche et de qualité.

- de goût, d'apparence, de sensation en bouche et d'acceptation générale. (Prajapati et al., 2012)

III.2.4. Boisson sportive à base de lactosérum fermenté:(selon Abela et al., 2016)

1) Préparation du lactosérum fermenté:

- Utilisez des cultures lyophilisées de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, puis ajoutez-les au lactosérum stérilisé. Le mélange est incubé pendant 4 à 6 heures à 42°C jusqu'à ce que le pH atteigne 4,5.
- Centrifugez le lactosérum et filtrez-le à l'aide d'une mousseline stérile.

2).Préparation une boisson pour sportifs:

- La boisson pour sportifs formulée contient 82 % de lactosérum fermenté, 13,36 % d'arôme, 3,94 % de saccharose, 0,5 % d'arôme artificiel, 0,02 % de chlorure de sodium, 0,01 % de citrate de sodium, 0,007 % de K₂HPO₄.
- Le stabilisant pesé et le sucre ont été mélangés.
- Le mélange a ensuite été agité à Lactosérum fermenté jusqu'à dissolution complète ; Ensuite, le reste des ingrédients a été ajouté.
- Chauffer le mélange à 90°C pendant 2 minutes. Après chauffage, il a été refroidi à 85 °C, Rincer les flacons avec du benzoate de sodium à 0,1 % et boucher immédiatement.
- Pour stériliser le couvercle, Les bouteilles remplies ont été inversées pendant 2 minutes avant d'être refroidies à température ambiante.
- Traitements: Quatre niveaux de stabilisateur, à savoir 0,0% (T1), 0,1% (T2), 0,125% (T3) et 0,15 (T4) utilisé comme traitements dans l'étude

3) Résultat de la boisson préparée :

Hydrolyse du lactose:

Les personnes intolérantes au lactose étant nombreuses, les chercheurs ont jugé prudent de faire fermenter le sérum liquide acide pour en réduire la teneur en lactose. (Abela et al., 2016)

Le lactose est transporté dans la cellule de laboratoire et est décomposé en glucose et galactose, qui sont ensuite transformés en acide lactique.

Une observation que la fermentation réduisait la quantité de lactose dans le lactosérum de 3,32 % (non fermenté) à 2,84 % (lactosérum fermenté). (Abela et al., 2016)

Acidité (pH):

Les valeurs de pH ont fluctué de manière significative au cours du stockage.

L'acidité a augmenté progressivement de 1, 3, 7, 21 à 30 jours. Cependant, au 14ème jour, l'acidité a diminué de manière significative, ce qui est dû à la conversion de la protéine de lactosérum en un produit chimique plus simple. Ces composés basiques peuvent neutraliser l'acide.

Bien que le pH ait fluctué au cours des 30 jours de stockage, les valeurs se situaient dans une fourchette acceptable pour les boissons sportives, entre 2,5 et 4,0 (Abela et al., 2016).

D'excellentes données confirment la stabilité de ces boissons pour sportifs, quel que soit le niveau utilisé, qui est sûr, stable et acceptable pour le 30e jour de stockage à température ambiante.

Une boisson pour sportifs à 0,125 % (T3) constitue un remède acceptable. Dans la mesure où la T3 contient 22,1 % de glucides, elle peut être considérée comme une "boisson pour sportifs excessive" (Abela et al., 2016).

III.3. Altération des boissons:

La qualité des boissons, comme tout aliment, peut se détériorer avec le temps. Ces altérations résultent d'une combinaison de facteurs chimiques, physiques et microbiologiques (Varsany et Sompariat, 1990).

III.3.1. Altérations de la qualité microbiologique:

La qualité microbiologique des boissons est d'une importance capitale pour la santé du consommateur. Deux aspects principaux sont à considérer:

a) Qualité hygiénique:

- Une boisson contaminée par des microorganismes nuisibles peut causer des intoxications alimentaires, dont la gravité dépend de la nature et de la quantité des microorganismes présents (Bourgeois et Leveau, 1980).
- Les pathogènes les plus courants dans les boissons contaminées sont les bactéries (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*), les virus (norovirus, rotavirus) et les parasites (*Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*).

b) Qualité marchante:

- Une altération microbiologique peut également affecter les qualités organoleptiques de la boisson, la rendant impropre à la vente même si elle n'est pas dangereuse pour la santé.
- Cette altération se développe généralement plus lentement au cours du stockage et se manifeste par des modifications telles que la formation de gaz, l'apparition de troubles, la modification de l'odeur et du goût (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

III.3.2. Altérations de la qualité organoleptique:

Les propriétés organoleptiques, ou sensorielles, d'une boisson représentent l'ensemble des caractéristiques perçues et évaluées par les sens du consommateur. Elles constituent un élément déterminant de la qualité et de l'acceptabilité d'une boisson.

- Les principaux facteurs contribuant à la qualité organoleptique des boissons sont :
 - **La couleur** : Elle est définie par sa teinte (rouge, bleu, etc.), sa luminosité (claire ou foncée) et sa saturation (vive ou terne) (**Bauer et al., 2010**).
 - **La texture** : Elle correspond aux sensations ressenties en bouche, telles que la viscosité, la fluidité, l'onctuosité et la présence de particules (**Vaclavik et al., 2008**).
 - **L'odeur** : qu'est défini selon **ISO 5492, 2008** comme « la propriété organoleptique perceptible par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles », ce qui correspond à la voie nasale directe.
 - **Le goût** : Il résulte de la stimulation des récepteurs gustatifs de la langue par des substances solubles dans la salive, et comprend des sensations sucrées, salées, acides, amères
 - (**Delacharlerie et al., 2008**).

III.4. Avantages des boissons à base de lactosérum :

A. L'utilisation du lactosérum dans le traitement de certaines maladies, telles que les maladies cutanées et digestives, la diarrhée, la jaunisse et certains cas d'empoisonnement, car des institutions spécialisées ont été construites pour traiter les maladies liées au lactosérum dans l'Antiquité grecque. (**Popovic et Vujic, 1997**).

B. Ces boissons sont une source idéale d'énergie et de nutriments pour les athlètes, car elles contiennent beaucoup de protéines de lactosérum, riches en acides aminés à chaîne ramifiée tels que l'isoleucine, la leucine et la valine. Contrairement aux autres acides aminés essentiels les acides aminés à chaîne ramifiée sont métabolisés directement dans le tissu musculaire. **(Sherwood et al, 2007)**

C. Les fractions de protéines de lactosérum comprennent également de la lactoferrine, une protéine liant le fer, de l'acropéptide glycolique naturellement dépourvu de phénylalanine et de l'alpha-lactalbumine, une protéine liant le calcium. Ainsi, les boissons contenant de la lactoferrine peuvent être utilisées comme aliment fonctionnel pour optimiser l'absorption du fer contenu dans les aliments et/ou empêcher les agents pathogènes d'adhérer aux parois intestinales. Ceci est très important pour la nutrition des jeunes enfants et des nourrissons.

En outre, une boisson additionnée de phénylcétonurie serait une très bonne source d'énergie et de micronutriments pour les personnes atteintes de phénylcétonurie **(Miller, 2005)**.

D. Plusieurs études cliniques ont montré l'effet antihypertenseur des boissons à base de lactosérum **(Hutt et al., 2006)**.

E. Des études sur le marché alimentaire ont montré que les boissons à base de lactosérum fermenté et/ou de fruits sont principalement consommées par les femmes, les enfants et les

F. Des études sur le marché alimentaire ont montré que les boissons à base de lactosérum fermenté et/ou de fruits sont principalement consommées par les femmes, les enfants et les travailleurs soucieux de leur santé, qui consomment ces boissons au petit-déjeuner ou en collation **(Hote et al., 2006)**.

Conclusion

Conclusion

Le lactosérum est le sous-produit du lait de l'industrie fromagère le plus polluant dans l'environnement en raison de la composition organique et minérale. Car il représente un tiers des déchets liquides dans le monde, parmi ces composants on cite principalement (d'eau, lactose et de nombreuses vitamines et minéraux.)

La valorisation du lactosérum et l'ajouter aux produits destinés à la consommation est un trésor économique et une énorme richesse nutritionnelle, en particulier pour les usines de fabrication de boisson.

Les industries de boisson sont parmi les plus grandes consommatrices d'eau, c'est pourquoi nous avons pensé dans cette recherche à enrichir les boissons par les différents composants de lactosérum du lait et à profiter de ses avantages et de sa composition physico-chimique (pH, Humidité, cendres, l'acidité...) Et microbiologique qui améliore la qualité de la boisson et lui ajoute de nombreux éléments qui lui font défaut en termes de protéines et de graisses.

Références bibliographiques

Liste de référence :

Ali K., Rafat A., Adoomy H., Abd El Qader S., Saleh D., Sakegha H., Mustafa L. (2013)

“Charactization, concentration and utilization of sweet and acid whey.”

Abela M., Leano M., Malig J., Martin G., Cruz C., Leon A. (2016) Formulation of a sport drink from fermented whey .

Adrian R.J.(1991) Particle imaging techniques for experimental fluid mechanics annual review of fluid mechanics ,20 (1) , 261-304.

Baker, R.W., Wijmans, J.G., Athayde, A.L., Daniels, R., Ly, J.H., Le, M. (1997): The effect of beverage from hydrolyzed whey » Association of Food Scientists & Technologists (India) 691–699

Barukcic I, Jakopovic K., Bozanic R. (2019) valorization of whey and buttermilk for production of functional beverages an overview of current possibilities.

Bhushan, S., Etzel, M.R. (2009): Charged ultrafiltration membranes increase the selectivity of whey protein separations. Journal of Food Science 74 (3), 131-139

Bourgeois C.M. Leveau J.V., (1980) techniques d’analyse et controle dans les industries agroalimentaire vol 3, le controle microbiologique 2 éme edition Paris :technique et documentation Lavoisier p:472.

Božanić R., Barukčić I., Lisak K., J and Tratnik L. (2014)” Possibilities of Whey Utilization.

Caric M.(1990) .Technology and milk products, dried and concentrated. Doncev N, editor. IDP “Naučna knjiga” Beograd.

Cheftel J.C., CU J. L.; Lorient D. (1985) « protéines alimentaires, biochimie- propriétés Fonctionnelles. Valeur nutritionnelle- modification chimique. Tech et Doc. Lavoisier,; 295p »

Cheryan, M. (1998): Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. Technomic Publishing Company, Lancaster, PA 527 p.

Cheryan, M., Alvarez, J.R. (1995): Food and beverage industry applications. In Membrane Separations

DaCosta, A.R., Fane, A.G., Wiley, D.E. (1993): Ultra-filtration of whey protein solutions in spacer-filled flat channels. Journal of Membrane Science76, 245-254

Doultani, S., Turhan, K.N., Etzel, M.R. (2004). Fractionation of proteins from whey using cation exchange chromatography. Process Biochemistry3, 1737-1743.19.

Gerard. B et Debry. G, (2001). Lait nutrition et santé. Ed Tec et Doc. PP : 44-55.

Gernigon G, Schuck P, Jeantet R, Burling H. (2011) .Demineralisation. Whey Processing. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, 2nd edn. Fuquay JF editor. Academic Press - An Imprint of Elsevier.; 4: 738-743.

Gernigon G., Schuck P., Jeamet R.(2010) »Processing of mozzarella cheese wheys and strechwaters: apreliminary review dairy Sci.technol.90,27-46

Greiter, M., Novalin, S., Wendland, M., Kulbe, K.D., Fischer, J. (2002): Desalination of whey by electro dialysis and ion-exchange resins: analysis of both processes with regard to sustainability by calculating their cumulative energy demand. Journal of Membrane Science210, 91-102

Guimarães PM, Teixeira JA,(2010). Domingues L. Fermentation of lactose to bioethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. Biotechnol Adv. 28: 375-384.

Ha, E., Zemel, M.B. (2003): Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. Journal of Nutritional Biochemistry14, 251-25

Huth, P.J.,Direnzo, D.B.,Miller G.D. (2006): Major Scientific Advances with Dairy Foods in Nutrition and Health, Journal of Dairy Science, 89, 1207-1221

Johri S., chauhan G. (2014) » STUDIES ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF WHEY HERBAL-SPICE MIXTURE International Journal of Current Research Vol. 6, Issue, 08, pp.7772-7775.

Kashrute A.(2018) le lactosérum n'est pas un ingrédient kasher sauf sous surveillance pabbinique

Kosikowski, F.V., Mistry, V.V. (1997): Cheese and Fermented Milk Foods. Volume 1. Origins

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

Legac A(2012). Utjecaj dodatka obranog mlijeka i sirutke u prahu na viskoznost i senzorska svojstva tekuceg jogurta. Graduate thesis. Faculty of Food Technology and Biotechnology University of Zagreb.

Leghlimi H (2004) Optimisation de la production de la cellulose d'Aspergillus niger ATCC16 404 cultivé sur un milieu a base de lactosérum : étude comparative entre Aspergillus niger ATCC 16 404 et Aspergillus niger OZ isolée localement .Thèse de Magistère Université Mentouri Constantine

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

Luquet et Francois M. (1990.) Lait et les produits laitiers, vache, brebis, chèvre.Tome II. Techniques et documentation-Lavoisier, 621p.

Macedo A., Monteiro J., Duarte E. (2018) « A contribution for the valorisation of sheep and goat cheese whey through nanofiltration »

Mangieri N., Ambrosini D., Baroffio S., Vigentini I., Foxhino R., Noni I. (2022) « Valorisation of bovine sweet whey and sunflower press cake blend through controlled fermentation as platform for innovative food materials »

Marwaha, S.S., et Kennedy, J. F. (1988). Whey pollution problem and potential utilization. *International Journal of Food Science & Technology*, 23(4), 323-336

Miller, G., (2005): Healthy growth ahead for Wellness drinks. *Food Technology*, 59, 21-26.

Misun, D., Curda, L., Jelen, (2008), Batch and continuous hydrolysis of ovine whey proteins, *Small Ruminant Res.*, 2008, vol. 79, no. 1, p. 51

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

Monaci L, Treggoat V, Hengel AJ, Anklam E.(2006). Milk allergens, their characteristics and their detection in food: A review. *European Food Research and Technology*. 223: 149-179.

Morr C.V; and Ha E.Y.W; (1993). “Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical reviews in Food science and nutrition*, 33 (6) (1993), pp431- 476 »

Muir D.(2003). Lactose: Properties, production, applications. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edn. Fuquay JF, editeo. Academic Press - An Imprint of Elsevier. : 1525-1527

Muller A., Bernard C., Uzieren., Georges D.(2003) prepurification of alpha lactalbumin with UF ceramic membranes from acid casein whey study operating conditions *lait* 83 p: 111-129.

Panesar PS, Kennedy JF, Gandhi DN,(2007). Bunko K. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry.*; 105: 1-14.: 39-45. « Formulation of a sports drink from fermented whey » *the cku international journal of science technology volume*

Parajapati S., Ojha P., Subedi I (2012) .Development of Whey Protein Beverage from Mozzarella Cheese Whey *Proceedings of National Conference on Food Science and Technology*

Pareek N., Gupta A., Sengar R ('2013) « PREPARATION OF HEALTHY FRUIT BASED CARBONATED-WHEY BEVERAGES USING WHEY AND ORANGE JUICE.»

Paulus J. (2012) 'Recept arum Sententiarum and filium libri quique: Cum interpretatione Visigothorum, Nationale library of the Netherlands, 255p.

Pires a., Marnotes N., Rubio O., Garcia A., Pereira C. (2021) « Dairy by products: review on the valorization of whey and second cheese whey »

Popovic Vranjes I., Vugicic, A., Vugicic, I. (1997): Tehnologija surutke, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad

Povesi A (2016) food hygiene and toxicology in ready to eat foods . chapitre “furanin processed foods p 383-396
Prazeres, A.R., Carvalho, F., Rivas, J(2012), Cheese whey management: a review, J. Environ. Manage., 2012, vol. 110, p. 48. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.05.018

Principles. 3 rd. ed. **Kosikowski, F.V. Ed.,** Westport, Connecticut. 422-453, 500-519

Ryan M .,Walsh G .(, 2016)The biotechnological potential of whey rev environ sci biotechnol 15 (3) 479 -98.

Saxena, A., Tripathi, B.P., Kumar, M., Shahi, V.K. (2009): Membrane-based techniques for the separation and purification of proteins: An overview. Advances in Colloid and Interface Science 145(1-2), 1-22

Singh s., Khemariya P., Rai Ashutosh (2011) « Process optimization for the manufacture of lemon based

Skrbic B., Filipcer B. (2008)” Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with obeic-rich sunflower seed food chemistry,108,119-129

Sottiez P. (1990). « Produits Dérivés Des Fabrications Fromagères In : Lait Et Produits Laitiers ; Vache, Brebis, Chèvre, Ed Lavoisier, Paris, 633p »

Su, H., Wang, Z., Tan, T.(2006) Preparation of a surface molecular-imprinted adsorbent for Ni²⁺ based on Penicilliumchrysogenum, J. Chem. Technol. Biotechnol., vol. 80, no. 4, p. 439.

Technology. Noble, R.D., Stern, S.A., Eds,Elsevier Science, NY, 415-465.

Tolkach, A., Kulozik, U. (2005): Fractionation of whey

Violleau V ;(1999). Valorisation du lactosérum par électrodialyse, Thèse de doctorat.

Wardip EK (1978) Relative sweetness high fructose corn syrup.Food Technol 25:501–504

Yousif A., Humaid M., Amr A (1997) « spray and plate techniques in drying the liquid whey for use in Arabic bread production, dirasat agricultural science, 24.409-419.

Yousif A.K., H.M. Alghazawi. (2000)” Processing and characterization of carob powder foochemistry,69,283 287 G.

Zydney, A.L. (1998): Protein separations using mem-brane filtration: New opportunities for whey fractionation. International Dairy Journal 8,243-250.

RÉSUMÉ

Le lactosérum est l'une des ressources alimentaires importantes résultant du processus de fabrication du fromage, en raison de sa haute valeur nutritionnelle de divers types de protéines, de vitamines, de minéraux et d'acides gras, ainsi que de ses propriétés physiques et chimiques qui amélioreront la qualité de produit, son élimination est une perte économique énorme, de sorte que ce travail a été réalisé afin de maximiser les avantages que le lactosérum du lait ajoutera aux divers boissons destinés à de nombreuses catégories de la société, depuis les enfants jusqu'aux athlètes.

La récupération de ce sous-produit réduit la pollution de l'environnement et contribue à l'augmentation de l'économie et à la création d'emplois par le biais de plusieurs entreprises et usines qui adopteront l'idée de cette recherche.

Les études théoriques montrent que les différents types de boisson naturels et artificiels manquent de nombreux composants présents dans le lactosérum tels que : Protéines et minéraux

L'ajout de lactosérum augmentera la valeur nutritionnelle de ces boisson et minimisera les sucres artificiels car il s'agit d'un trésor de sucre de lactose.

Mots-clés : Lactosérum, valeur nutritionnelle, boisson, pollution environnementale, lactose, sucres artificiels, économie

الملخص

يعتبر مصّل الحليب من أحد الثروات الغذائية المهمة و التي تنتج عن عملية صناعة الاجبان، نظرا لقيّمته الغذائية العالية من مختلف أنواع البروتينات، الفيتامينات، المعادن والاحماض الدسمة، وكذا خصائصه الفيزيائية و الكيميائية التي ستحسن من جودة منتج، فتصريفه يعتبر خسارة اقتصادية هائلة، لذلك تم تنفيذ عملنا هذا من اجل الاستفادة القصوى من المنافع التي سيضيفها مصّل الحليب الى مختلف المشروبات الموجهة لعدد فئات المجتمع من الأطفال والرياضيين.

يؤدي استرداد هذا المنتج الثانوي الى تقليل التلوث البيئي والمساهمة في زيادة الاقتصاد وتوفير مناصب العمل من خلال عدد الشركات والمصانع التي ستتبنى فكرة هذا البحث.

تظهر الدراسات النظرية ان مختلف أنواع المشروبات الطبيعية والصناعية تفتقر لعدد المكونات الموجودة في مصّل الحليب مثل: البروتينات والمعادن..... فإضافة هذا الأخير سيزيد قيمة غذائية عالية لهذه العصائر والتقليل من السكريات الصناعية لأنه كنز من سكر اللاكتوز.

الكلمات المفتاحية: مصّل الحليب، الثروات الغذائية، المشروبات، التلوث البيئي ، اللاكتوز، السكريات الصناعية،الاقتصاد،

ABSTRACT

Due to its high nutritional value of various types of proteins, vitamins, minerals and fatty acids, as well as its physical and chemical properties that will improve the quality of our product, its disposal is a huge economic loss, so this work was carried out in order to maximize the benefits that the whey will add to the various beverages directed to many categories of society from children and athletes.

The recovery of this by-product reduces environmental pollution and contributes to increasing the economy and creating jobs through several companies and factories that will adopt the idea of this research.

Theoretical studies show that various types of natural and industrial beverages lack many of the components found in whey, such as: Proteins and minerals .The addition of the latter will increase the nutritional value of these juices and minimize artificial sugars because it is a treasure of lactose sugar.

Keywords: Whey, nutritional wealth, beverages, environmental pollution, lactose, artificial sugars, economy,