

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش- الجزائر

Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach –Alger

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de master

Département : Technologie Alimentaire

Spécialité : Elaboration, qualité des aliments et Nutrition humaine

THEME

**Traitement du lait par ultrasons (US),
une technique émergente.**

Présenté par : DRIBINE Mahdi

Soutenu le : 17/06/2017

MESSI Célia

Jury :

- Président : M. BITAM A.
- Promoteur : M. AMIALI M.
- Examinatrices : Mme. HANK D.
Mme. ATTAL F. S.

Professeur (ENSA El-Harrach) ;
Professeur (ENSA El-Harrach)
MCA (ENSA El-Harrach)
MSc (ENSA El-Harrach)

Promotion : 2012-2017

Table des matières

Liste des abréviations.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	IV
Liste des annexes :.....	V
Table des matières.....	VI
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique.....	3
I. Le Lait.....	3
I.1.Définition.....	3
I.1.1. Définition légale	3
I.2.Composition.....	4
I.2.1. L'eau	4
I.2.2. Les glucides	4
I.2.3. La matière grasse	5
I.2.4. Les matières azotées	6
I.2.5. Les minéraux.....	6
I.2.6. Les vitamines	6
I.3.Propriétés physico-chimique du lait	7
I.3.1. La densité.....	7
I.3.2 L'Acidité de titration	7
I.3.3. Le potentiel d'hydrogène	8
I.3.4. L'Extrait sec.....	8
I.3.5. La matière grasse	8
I.3.6. Point de congélation.....	8
I.3.7. Point d'ébullition	9
I.3.8. Conductivité électrique	9
I.4. Microbiologie du lait	9
I.4.1. Intérêt de l'analyse microbiologique du lait	9
I.4.2. La flore microbienne du lait.....	10
I.4.3. Contamination du lait.....	11

II. Traitements du lait.....	12
II.1. Traitement thermique du lait	12
II.2. Traitements athermiques du lait	14
II.2.1 Champs électriques pulsés (CEP).....	14
II.2.2. Hautes Pressions Hydrostatiques.....	14
II.2.3. Hautes Pressions à Dioxyde de Carbone	15
II.2.4. Irradiation	16
II.2.5. Les Ultraviolet	17
II.2.6. Les Ultrasons.....	19
Chapitre 2 : Matériels et méthodes.....	29
I. Prélèvement du lait :	29
II. Traitements du lait :	29
II.1. Traitement thermique du lait :	29
II.2. Traitement du lait par Ultra-sons :.....	29
III. Analyses physicochimiques du lait cru :.....	30
III.1. Détermination de l'acidité du lait :.....	30
III.2. Mesure du pH :.....	30
III.3. Mesure de la conductivité électrique :.....	30
III.4. Mesure de la densité :.....	30
III.5. Mesure de la Viscosité :	31
III.6. Matière grasse :	31
III.7. Mesure de l'extrait sec total :	31
IV. Analyses biochimiques :	32
IV.1. Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl :	32
IV.2. Détermination du profil en acide gras :.....	32
V. Analyses microbiologiques :	33
V.1. Dilution du Lait :	33
V.2. Recherche et dénombrement :	33
V.2.1. Recherche et dénombrement des germes mésophylles totaux :	33
V.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux :	34
V.2.3. Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus :	34
V.2.4. Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfite-Réducteurs :	34
VI. Analyse statistique :	35
Chapitre3 : Résultats et discussion.....	36
I. Résultats des analyses physico-chimiques :	36

Table des matières

I.1.L'acidité titrable :	36
I.2. Le pH :	37
I.3.La conductivité électrique :	38
I.4.La densité :	39
I.5.La viscosité :	40
I.6.Le taux de matière grasse :	41
I.7.L'Extrait sec :	42
II. Analyses biochimiques :	43
II.1. Le taux de protéines totales :	43
II.2. Profil en acides gras :	44
III. Analyses microbiologiques :	46
III.1. Modélisation :	48
III.2. Analyse et optimisation du traitement par Ultrasons :	52
III.2.1. Construction de la matrice d'expérience :	52
III.2.2. Profileur d'iso-réponses et surface de réponse :	58
III.2.3. Fonction de désirabilité :	59
Conclusion :	61
Annexes	75
Résumé	86

Résumé

Le traitement du lait par les ultrasons (US) est une technologie innovatrice et émergente qui permet un traitement à froid. Notre travail s'est axé sur l'étude de l'effet des US sur les propriétés physico-chimiques, biochimiques du lait et l'efficacité de l'intensité des US sur l'inactivation des microorganismes indigènes du lait.

Le traitement a été effectué dans un bain à US a des fréquences de 15, 30 et 45kHz durant des temps allant de 15, 30 et 45 min et à une température de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Ces traitements ont démontré que les US n'ont pas d'effets néfastes sur les propriétés physico-chimiques et biochimiques du lait, ce qui lui conserve ses qualités nutritionnelles. De plus, ils ont démontré une réduction microbienne maximale de 0.82, 0.54 et 0.49 \log_{10} respectivement pour les germes totaux, coliformes totaux et coliformes fécaux. Cette dernière présente la plus grande résistance aux US en comparaison aux autres groupes de microorganismes.

Mots clés : Lait cru, Ultrasons, techniques émergentes, pasteurisation, qualité nutritionnelle, qualité microbienne.

ملخص

إن معالجة الحليب بالموجات فوق صوتية تعتبر تقنية حديثة وناشئة والتي تسمح بمعالجة هذا الأخير بدرجة حرارة منخفضة ارتلينا في هذا العمل الى دراسة تأثير هذه التقنية على الخواص الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية للحليب وكذا فعاليتها على تثبيط للكائنات الميكروبية الأصلية للحليب تمت معالجة هذا الحليب في حوض خاص بالموجات فوق صوتية باستعمال ترددات ما بين 15 و 30 و 45 خلال فترات تتراوح ما بين 15 و 30 و 45 دقيقة في حرارة 25 درجة مئوية أثبتت هذه المعالجة ان التقنية المستعملة ليس لها تأثير سلبي على الخواص الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية للحليب وهذا ما يسمح بحفظ الجودة الغذائية كما أثبتت تثبيطاً للكائنات الميكروبية بمعدل يتراوح بين 0.49 و 0.82 و 0.54 لكل من الكائنات الميكروبية الهوائية الكلية، وكذا القولونيات البرازية التي لها أكبر قدرة على المقاومة مقارنة بالقولونيات الكلية والكائنات الميكروبية الهوائية الكلية من خلال هذه النتائج تعتبر الموجات فوق صوتية تقنية فعالة يجب تطويرها مع تقنيات حرارية كاليسطرة والتعقيم مما تضمنه في القصد في الطاقة باستعمال حرارة منخفضة مع الحفاظ على الجودة الغذائية للحليب

الكلمات المفتاحية: الحليب، الموجات فوق الصوتية، التثبيط الناشئة، البسطرة، الجودة الغذائية، الجودة الميكروبية.

Abstract

Ultrasonic milk processing (US) is a nonthermal innovative and emerging technology that has proven as an alternative to thermal treatments. The present study showed the effectiveness of Ultra-Sounds (US) technology on the microorganism's inactivation present in milk without affecting the physico-chemical and biochemical properties. The treatment was carried out within a US bath by using of 15, 30 and 45kHz frequencies for periods of 15, 30 and 45 min at temperature of $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

The US treatment showed an average microbial reduction of 0.82, 0.54 and 0.49 \log_{10} respectively for total germs, total coliforms and fecal coliforms. Therefore, these results confirm that the US treatments present a promising technique to be developed alone or in combination with the heat treatments to pasteurized and/or sterilize milk products. This combination will allow energy saving and preserve nutritional and functional properties of milk.

Key words: Raw milk, ultrasound, emerging techniques, pasteurization, nutritional quality.