

## Variation des paramètres physico-chimiques et biochimiques au cours de la préparation du Raib à partir du lait de chamelle

MOSBAH Saïd<sup>1</sup>; MEKKAOUI Safia<sup>1</sup>; DAHIA Mostefa<sup>2</sup>; BOUAL Zakaria<sup>3</sup> et BOUDJENAH-HAROUN Saliha<sup>1</sup>

1 : Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université de Ouargla.

2 : Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Djelfa.

3 : Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides, Université de Ouargla.

**Résumé :** Le lait cru est un produit hautement nutritif. L'élaboration du Raib par la fermentation spontanée du lait nécessite un contrôle sévère pour minimiser les risques sur la santé. Le but de la présente étude est d'évaluer l'effet de la fermentation spontanée du lait de chamelle sur la qualité physico-chimique et biochimique du Raib. L'analyse de l'ensemble des échantillons du lait de chamelle collectés à la région de Ghardaïa, Algérie, sont analysés au cours de temps de fermentation (T0 heure jusqu'à 120 heures). Le suivi a montré que la valeur du pH diminue de 6.53 jusqu'à 3.85 à T120H. Inversement la valeur de l'acidité Dornic a connu une augmentation de 18°D à 105°D. Quant à la matière sèche totale et les cendres, celles-ci ont connu une diminution significative des taux qui sont passés respectivement de  $123.2 \pm 8.1$  et  $8.38 \pm 0.5$  g/l aux taux de  $113.4 \pm 7.3$  et  $7.87 \pm 0.6$  g/l à T120H. Les analyses biochimiques ont révélé que la fermentation conduit à une diminution importante de la matière grasse qui est de 45.2 g/l à 37.5 g/l à T120H. Mais la teneur en lactose, en protéines totales et en caséines ont connu une diminution significative. Les taux sont passés respectivement de  $42.2 \pm 2.03$ ,  $34.1 \pm 1.1$  et  $28.05 \pm 0.65$  g/l à  $23.4 \pm 1.13$ ,  $29.0 \pm 1.4$  et  $23.48 \pm 1.45$  g/l avant et après la fermentation. Les lactobacilles présentent une charge initiale considérable ( $3.83 \text{ Log}_{10} \text{ ufc/ml}$ ) et accroissent à une valeur élevée après T120H ( $8.06 \text{ Log}_{10} \text{ ufc/ml}$ ). Ces résultats indiquent que le processus de fermentation induit par le développement de la flore lactique du lait camelin favorise la dégradation de certains paramètres biochimiques. Ces résultats semblent être un atout pour valoriser les produits de fermentation.

**Mots-clés :** Lait de chamelle, qualité biochimique, fermentation spontanée, flore lactique.

### Variation in physico-chemical and biochemical parameters during the preparation of Raib from camel milk

**Abstract :** The raw milk is a highly nutritious product. The preparation of Raib by spontaneous fermentation of milk requires strict control to minimize health risks. The aim of this study is to assess the effect of spontaneous fermentation of camel milk on the physicochemical and biochemical quality of Raib. The analysis of camel milk samples collected in the region of Ghardaïa, south of Algeria, are analyzed during fermentation time (T0 hour until 120 hours). The monitoring during the time has shown that the pH value decreases from 6.53 to 3.85 at T120H. Conversely, the value of Dornic acidity increased from 18 °D to 105 °D. As for the total dry matter and the ashes, these experienced a significant reduction in the rates respectively from  $123.2 \pm 8.1$  and  $8.38 \pm 0.5$  g/l to the rates of  $113.4 \pm 7.3$  and  $7.87 \pm 0.6$  g/l at T120H. Biochemical analyzes have revealed that fermentation leads to a significant reduction in fat which is from 45.2 g/l to 37.5 g/l at T120H. However, the lactose, total protein and casein content have decreased significantly. The rates increased respectively from  $42.2 \pm 2.03$ ,  $34.1 \pm 1.1$  and  $28.05 \pm 0.65$  g/l to  $23.4 \pm 1.13$ ,  $29.0 \pm 1.4$  and  $23.48 \pm 1.45$  g/l before and after fermentation. The lactic acid bacteria have a considerable initial load ( $3.83 \text{ Log}_{10} \text{ ufc/ml}$ ) and increase to a high value after T120H ( $8.06 \text{ Log}_{10} \text{ ufc/ml}$ ). These results indicate that the fermentation process induced by the development of the lactic acid bacteria of camel milk promotes the degradation of certain biochemical parameters. These results seem to be an asset in promoting fermentation products.

**Keywords:** Camel milk, biochemical quality, spontaneous fermentation, lactic acid bacteria

## 1. Introduction

Le lait de chamelle est considéré comme une source nutritive riche en éléments de base tels que lipides, lactose et protéines pour les peuples des zones arides [1]. Il est aussi riche en minéraux et vitamines essentiels comme le fer, le magnésium, le cuivre et les vitamines A, B2, C et E. Pour cette composition le lait de chamelle est considéré comme un complément nutritionnel essentiel pour aider les patients de ces zones isolées de toutes modes de vie moderne [2].

Le lait de chamelle comme d'autres types de lait, présente des propriétés physico-chimiques et biochimiques varient selon l'origine génétique, la période de lactation, le type d'élevage, le régime alimentaire et les techniques d'analyses utilisées [3].

D'autre part, ce lait est caractérisé aussi par une flore lactique diversifié. Que ce soit, sur le plan de variété d'espèce ou sur la variété de caractéristiques biochimiques, telles que la capacité de cette flore à synthèse des exopolysaccharides[4] ou à la capacité de résistance à la salinité du milieu [5].

En raison de la limitation des moyens de stockage au froid dans de nombreuses zones rurales élevés le dromadaire. Le lait est stocké à la température ambiante, la flore lactique naturelle existe dans le lait fermenté rapidement et parfois le lait cru fermente par son inoculation avec une petite quantité de lait fermenté précédemment élaboré. Par conséquent, le produit obtenu entraîne la domination des souches lactiques des mieux adaptées [6].

Ce lait fermenté constitue une composante alimentaire majeure de l'alimentation traditionnelle dans de nombreuses régions de l'Afrique. Sachant que les nomades utilisent ce lait dans leur vie quotidienne non seulement comme un aliment mais aussi comme un remède pour certains problèmes de santé [7].

Dans ce contexte, et dans le cadre d'expansion les utilisations de lait de chamelle fermenté spontanément (Raib), comme un produit locale peu étudié, mal exploré et mal valorisé. A cet effet, le but de la présente étude est d'investiguer les effets de la fermentation spontanée du lait de chamelle sur les propriétés physico-chimiques et biochimiques du Raib.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Collecte des échantillons de lait de chamelle

L'ensemble de cinq échantillons de lait de chamelle sont traités à partir des chameaux saines élevées par un système d'élevage semi intensif dans la région de Ghardaïa. Ces échantillons sont transportés au laboratoire dans une glacière réfrigérée.

### 2.2. Préparation du Raib

Le lait de chamelle fermenté est préparé par l'entreposage des échantillons du lait à la température ambiante (25°C) pendant 120 heures (05 jours) sans addition aucun ferment lactique. La fermentation est spontanée par le développement de la flore lactique endogène.

### 2.3. Analyses physicochimiques

La valeur du pH est mesuré à +22°C à l'aide d'un pH mètre (HANNA Instrument, Romania), ainsi que l'Acidité Dornic est dosée par titrage. La matière sèche totale (MST) est déterminée par dessiccation à l'étuve réglée à  $103 \pm 2$  °C pendant 24 h. La teneur en cendres est déterminée après dessiccation à 505°C pendant 5h [8].

#### 2.4. Analyses biochimiques

La détermination de la teneur en matière grasse (MG) est réalisée selon la méthode acidobutyrométrique de GERBER [9]. La concentration en protéines totales et sériques est déterminée suivant la méthode de Lowry [10]. La teneur en lactose est déterminée par spectrophotométrie (SCHIMADZU, Japon) après hydrolyse acide [11].

#### 2.5. Analyses microbiologiques

Une série de dilution est réalisée par une solution de tryptone sel (TSE) à partir de la solution mère (lait de chamelle cru ou fermenté) pour mise en culture et numération des lactobacillus. L'évaluation de la flore lactique du lait de chamelle a été réalisée par utilisation du milieu de Man Rogosa et Sharpe (MRS). L'ensemencement est fait en profondeur et l'incubation est à 30°C pendant 48H[12].

**Tableau 01** : Les paramètres physicochimiques (pH, Acidité Dornic et densité) à T<sub>0</sub> et après 120Hde fermentation

Paramètres	T0H	120H
<b>pH</b>	6.53 ± 0.14	3.85 ± 0.18***
<b>Acidité Dornic (D°)</b>	18 ± 2.11	105.3 ± 2.91***
<b>Densité</b>	1.020 ± 0.02	1.33 ± 0.03

\*\*\* : P<0.001 : la différence est très hautement significative

#### pH et Acidité Dornic

Les analyse soit physicochimiques ou microbiologiques sont effectués à l'arrivé des échantillons au laboratoire (T0H) et après 120H de fermentation spontané.

#### 2.6. Etudes statistiques

Les résultats obtenus sont traités statistiquement par le programme informatique SPSS (version 17.0). Pour la comparaison entre deux variantes on utilise l'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur par le test de Tuky dans le but d'estimer les différences significatives au seuil de probabilité de 5 %.

#### 3. Résultats et discussions

##### 3.1. Analyses physicochimiques et biochimiques

Les paramètres physicochimiques (pH, Acidité Dornic et Densité) à T<sub>0</sub> et après 120h de fermentation sont résumés dans le tableau 01. Pour les constituants biochimiques du lait de chamelle cru et fermenté, les résultats sont résumés dans la figure 1. Les valeurs données représentent la moyenne de trois essais pour cinq échantillons.

La valeur du pH des échantillons collectés à T0H représente une valeur moyenne de

6.53 ± 0.1 (tableau I). Ce pH est légèrement acide par rapport au lait bovin qui est entre 6.6 et 6.8 [13] et proche au pH du lait camelin donné par d'autres études (6.51 ± 0.12) [14], (6.45 ± 0.51) [15], (6.41 ± 0.18) [16]. Gorban et Izzeldin (1997) [17] signalent que le pH et le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau.

La valeur de l'Acidité Dornic des échantillons collectés à T0H représente une valeur moyenne de 18 ± 2.04 °D (Tableau I). Cette valeur se rapproche de celle du lait camelin donnée par d'autres études 18 ± 1.0 °D [18], 18.2 ± 2.93 °D [19]. Selon Tourette et al., (2003) [20] quand l'Acidité Dornic d'un lait est supérieure à 20°D cela reflète sa contamination.

La valeur du pH présente une diminution très hautement significatif de 3.85 ± 0.18 après 120 H de fermentation. Parallèlement l'Acidité Dornic subit une augmentation progressive jusqu'à 105 °D à 120 H (tableau I). Ces résultats sont légèrement différents de ceux donnés par [19] (pH = 5.4 et Acidité Dornic = 50 °D) et par [16] (pH = 5.65 et Acidité Dornic = 39 °D) et par [21] (pH = 5.4 et Acidité Dornic = 50 °D) au 3<sup>ème</sup> jour de fermentation. Cette différence est probablement due à la différence dans les conditions de la fermentation et les conditions analytiques (valeur de la température ambiante).

La diminution du pH du lait et l'augmentation d'acidité Dornic au cours de la fermentation peut s'expliquer par l'accumulation de l'acide lactique sécrété par la flore lactique qui présente une charge importante au cours de la fermentation [22]. Le lait de chamelle présente une bonne qualité de conservation

par rapport au lait bovin grâce à son pouvoir tampon [23, 24 et 25].

### Densité

La densité des échantillons du lait camelin est d'une moyenne de 1.020 ± 0.02 et de 1.033 ± 0.03 respectivement avant et après la fermentation. La différence reste non significative (tableau I). Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par [19, 26 et 27] (1.0230 ± 0.0045 ; 1.027 ± 0.006; 1.027 ± 0.0009 respectivement).

Selon [28 et 29], la densité du lait n'a pas une valeur constante. La proportion de la matière grasse, ayant une densité inférieure à 1, peut affecter inversement la densité du lait. Celle-ci. D'autre part, cette densité varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension (matière sèche comme protéines et lactose). Cette augmentation de densité peut être aussi liée à l'augmentation de la biomasse bactérienne à la fin de la fermentation [28 et 29].

### Matière sèche totale (MST)

La valeur de la MST des échantillons du lait camelin cru est de 123.2 ± 8.1 g/l pour ensuite connaître une diminution très significative après la fermentation (113.4 ± 7.3 g/l) (Figure 1). Ces résultats ressemblent à ceux donnés par Omer et Eltinay (2009) [21] qui ont noté une diminution de la MST de lait de chamelle conservé à la température ambiante entre 25 et 30 °C pendant 3 jours, 97.8 g/l à T0Het 93.2 g/l au 3<sup>ème</sup> jour de conservation.

Cette différence significative est due à la diminution de la concentration du lactose

et des protéines après la fermentation (Figure 1) [30].

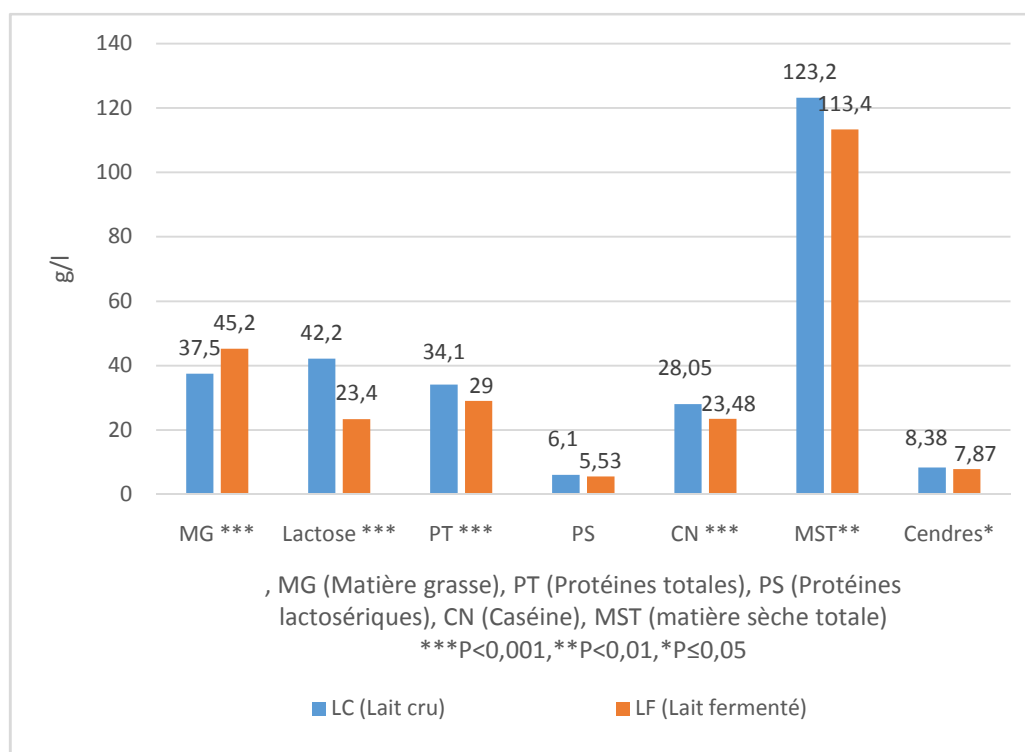


Figure 1 : Variation des constituants biochimiques de lait camelin après la fermentation

Par contre, Bahobail et *al.*, (2014) [22] ont enregistré une légère augmentation de la MST de 110.8 à 115 g/l, cette augmentation est probablement due à la méthode de fermentation utilisé, qui est basé sur le chauffage du lait à 90°C pendant 15 minutes avant l'inoculation par un ferment lactique, ce qui conduit à l'évaporation de l'eau.

### Cendres

La teneur en cendres du lait cru est de  $8.38 \pm 0.5$  g/l. Après la fermentation, nous avons noté une diminution significative ( $7.87 \pm 0.6$  g/l) (Figure 1).

La teneur en cendres représente la totalité en minéraux présents. Cette composition minérale dans le lait de chamelle est fortement variable, elle dépend de l'apport alimentaire et de l'état de disponibilité de

l'eau [31]. Les chammelles qui broutent des plantes halophiles présentent un taux de cendres élevé [18]. Selon la littérature, elle varie de 6 à 10.5 g/l dans le lait camelin dont un moyenne de  $7.9 \pm 0.9$  g/l [32].

La diminution significative en cendres après la fermentation est peut être due à la dégradation de certains éléments minéraux par les bactéries lactiques lors de leur croissance. Cho et *al.*, (2009) [33], ont examiné le rôle des micro-organismes dans la dégradation d'un insecticide organophosphoré, le chlorpyrifos, au cours de la fermentation d'un plat traditionnel de la Korea (kimchi). Au cours de la fermentation du kimchi, une quantité de 30 mg de chlorpyrifos a été ajoutée et sa stabilité a été testée au cours de la fermentation. Après 3 jours de fermentation 83.3 % de chlorpyrifos a été

dégradé et une dégradation complète a été enregistrée après 9 jours d'incubation. Quatre souches lactiques ont été isolées, elles ont la capacité d'utiliser le chlorpyrifos comme source unique de carbone et de phosphore.

Dans le même contexte, Abou-Arab et al., (2010) [34], ont testé la biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques en présence de trois souches lactiques, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. A la fin de la période d'incubation (72 h), *Lactobacillus bulgaricus* a enregistré un pourcentage de réduction important de 91.5 %.

### **Matière grasse (MG)**

La teneur en MG des échantillons du lait cru et fermenté présente une moyenne de  $37.5 \pm 3.1$  et  $45.2 \pm 4.2$  g/l respectivement (Figure 1). Ces valeurs sont supérieures à celle du lait de chamelle cru rapportée par [35] en Arabie Saoudite ( $32.8 \pm 14$  g/l) et par [36] au Soudan ( $30 \pm 4.5$  g/l). Par ailleurs, les teneurs de MG obtenues ont connu une augmentation après la fermentation (Figure 1). Omer et Eltinay (2009) [21] et Bahobail et al., (2014) [22] ont aussi enregistré une augmentation significative de la MG après fermentation à la température ambiante de 30°C. Cette augmentation est probablement due à leur synthèse dans les parois et les membranes au cours de la croissance des bactéries lactiques. Ces lipides sont libérés après leur hydrolyse acide par la méthode acidobutyrométrique.

### **Lactose**

La teneur en lactose des échantillons du lait cru est de  $42.2 \pm 2.03$  g/l (Figure 1). Elle est comparable à celle du lait de chamelle rapportée par [31, 19 et 16] ( $42.69 \pm 2.58$  ;  $43.87 \pm 3.10$  ;  $42.78 \pm 2.36$  g/l respectivement). Cependant, cette valeur est supérieure à celle rapportée par [18 et 37] ( $36.5 \pm 1.6$  et  $35.23 \pm 0.24$  g/l respectivement). Cette valeur est toutefois inférieure à celle rapportée par [38 et 39] ( $76.9 \pm 2.3$  et  $49.1 \pm 6.1$  g/l respectivement).

Après la fermentation le taux du lactose a subi une diminution très significative de  $23.4 \pm 1.13$  g/l (Figure 1). Le même phénomène a été enregistré chez les autres études telles que [21,40 et 22]. Magdi et al., (2010) [40] qui ont marqué la diminution du taux de lactose et parallèlement, ils ont enregistré l'augmentation du taux de glucose et galactose ainsi que l'apparition des acides organiques tels que l'acide lactique, l'acide formique et l'acide acétique. Osman et al., (2010) [41] et Bengoumi et Faye, (2015) [42] ont signalé que le processus de fermentation est assuré par la croissance des bactéries lactiques qui dégradent le lactose en glucose et galactose comme source d'énergie.

D'après les résultats cités, nous remarquons que le taux des sucres est très important dans le lactosérum après la fermentation. Ils représentent environ 20 % de la MST. Ceci signifie probablement la présence d'autres sucres que le lactose qui se dégradent au cours de la fermentation. Ces sucres peuvent être synthétisés par les bactéries lactiques sous forme d'exopolysaccharides (EPS). Pour cette

raison, cela nécessite ultérieurement une caractérisation qualitative des oses constitutifs des polysaccharides probablement existant dans le lactosérum fermenté, en comparant avec le lactosérum cru qui contient normalement une portion importante de lactose par rapport aux autres oses.

### **Protéines Totales (PT)**

La teneur en protéines totales présente une moyenne de  $34.1 \pm 1.1$  g/l (Figure 1). La valeur obtenue ressemble à celles du lait de chamelle rapportées par [43, 44, 37 et 45] ( $32.2 \pm 0.9$  ;  $34.1 \pm 3.1$  ;  $33.98 \pm 2.64$  et  $35.7 \pm 11.08$  g/l respectivement). Cependant, elle semble supérieure à celles rapportées par Alloui-Lombarkia et al., (2007) [31] ; Meiloud et al., (2011) [39] et Sboui et al., (2015) [27] ( $29.42 \pm 3.25$  ;  $25 \pm 1.0$  et  $26.83 \pm 1.64$  g/l respectivement).

La teneur moyenne en protéines totales du lait de chamelle subit une diminution significative à la fin de la fermentation,  $29.0 \pm 1.4$  g/l (Figure 1), même phénomène a été remarqué par [22].

[46 et 47] ont signalé qu'au cours de la fermentation, les bactéries lactiques hydrolysent les protéines du lait en peptides et en acides aminés qu'elles utilisent comme source d'azote grâce à leurs protéinases extracellulaires.

### **Protéines sériques (PS) et caséines (CN)**

La teneur en protéines sériques du lait cru est de  $6.11 \pm 1.2$  g/l (Figure 1), ce qui correspond à 18 % des protéines totales. Ces résultats semblent être inférieurs à ceux signalés par d'autres études, tels que  $7,55 \pm 0,22$  g/l selon [25],  $8,4 \pm 0,74$  selon [31] et  $9,21 \pm 0,17$  g/l selon [37].

La teneur en caséines du lait cru analysé est égale à  $28.05 \pm 0.65$  g/l, soit 82 % des protéines totales. La teneur en caséines enregistrée dans cette étude semble être proche à 28.15 g/l selon Siboukeur (2007) [19], et très importante à celle donnée par Attia et al., (2001) [25] soit 20.60 g/l et 22.1 g/l pour Khaskheli et al., (2005) [18].

Après la fermentation la teneur en protéines sériques subit une diminution non significative comparée à celle du lait cru de  $5.53 \pm 0.3$  g/l. Toutefois, le taux des caséines a connu une diminution significative à celle du lait cru ( $23.48 \pm 1.45$  g/l).

Law et Kolstad 1983 [48] ont montré que les bactéries lactiques au cours de leur croissance synthétisent des endopeptidases contribuant à l'hydrolyse grossière des caséines en peptides de faible poids moléculaire (<1400 Da) et en acides aminés libres. En général, la  $\beta$ -caséine était le substrat préféré, mais les protéines de lactosérum étaient moins dégradées [46 et 1].

D'autre part, dans le cas général la concentration en acides aminés essentiels libres est trop faible dans le lait cru. En plus les bactéries lactiques sont incapables de synthétiser tous les acides aminés nécessaires à leur croissance. Pour cette raison, les bactéries lactiques doivent dégrader les protéines du lait (essentiellement la caséine) en peptides et en acides aminés pendant le processus de fermentation comme source de nutriments essentiels à leur croissance [49]. De même raison, Konuspayeva et al., (2007) [50] ont noté une diminution importante dans la concentration du lactoferrine et l'IgG dans

le Shubat, qui est un lait de chamelle traditionnellement fermenté. Cette diminution est due à l'hydrolyse de ces protéines sériques en polypeptides avec des propriétés antigéniques similaires à celles de la protéine originelle.

Bonczar et al., (2016) [53], dans leur étude ont montré que les taux des immunoglobulines, de  $\alpha$ -caséine et de  $\beta$ -

caséine diminuent au cours de la fermentation et parallèlement la teneur en peptide de faible poids moléculaire augmentent à cause de la protéolyse.

### 3.2 Evaluation de la variation des lactobacillus après la fermentation

La numération des lactobacillus à T0H et après T120H de fermentation est résumée dans la figure 2.

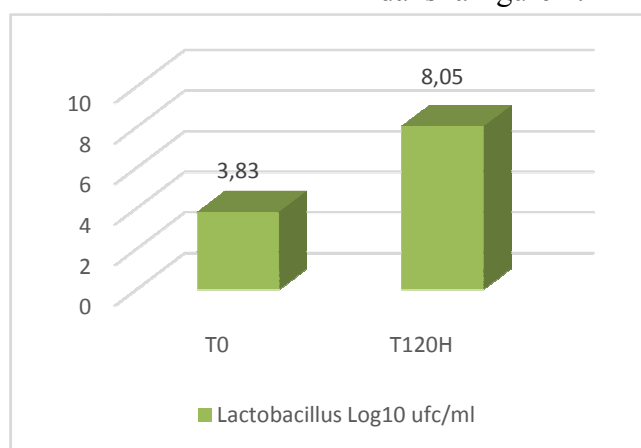


Figure2 : Variation des lactobacilles du lait camelin après la fermentation

Les lactobacilles présentent une charge moyenne considérable de 3.83 Log10 ufc/ml (Figure 2). Ces valeurs sont inférieures à  $1.0 \cdot 10^7$  ufc/ml donnée par Benkerroum et al., (2003) [51] et inférieures à  $8.1 \cdot 10^6$  ufc/ml donnée par Khedid et al., (2006) [52].

Après la fermentation les lactobacilles ont connu une augmentation importante à T120H de 8.05 Log10 ufc/ml (figure 2).

Les bactéries lactiques ont l'aptitude de se développer à un pH acide et exercent une activité antagoniste contre plusieurs contaminants alimentaires responsables des défauts organoleptiques ou présentant des risques sur la santé [54]. Cette activité bactériostatique ou bactéricide des bactéries lactiques est le résultat d'une production d'acides organiques, de

peroxyde d'hydrogène, de diacétyl, d'enzymes inhibiteurs et de bactériocines [55].

Comme il a été montré précédemment par les analyses biochimiques, les protéines totales du lait soit caséine spécifiquement ou lactosérum subissent au cours de la fermentation une hydrolyse par les enzymes de la flore lactique. Cette hydrolyse conduit à une libération des peptides bioactifs. Abdel-Hamid et al., (2016) [56] ont montré que l'hydrolyse du lactosérum camelin par la papaïne génère une vaste gamme de peptides antibactériens puissants contre certaines bactéries pathogènes tels que *S. aureus* et *E. coli* par rapport au lactosérum non hydrolysé.



Les bactéries lactiques ont un rôle important dans l'industrie alimentaire, en tant que starters dans les procédés de fermentations alimentaires. Leur apports bénéfiques consistent à l'amélioration de la qualité des produits fermentés en y développant certaines caractéristiques organoleptiques, sans altérer le goût ni l'odeur, et en augmentant leur durée de conservation. Cette préservation est conférée par la production de plusieurs métabolites ayant des activités biologiques [57].

#### 4. Conclusion

La fermentation spontanée du lait de chamelle est assurée par la croissance de la flore lactique. Cette dernière conduit à l'acidification du milieu par la dégradation de certains constituants biochimiques, tels que la teneur en lactose, en protéines totales et en caséines ont connu une diminution significativement importante. L'valeur nutritive du Raib augmente par libération des peptides et composantes bioactives comme résultats de fermentation.

Cette capacité semble être un atout pour promouvoir l'élevage camelin qui va jouer un rôle très important dans la sécurité alimentaire et constituer une source de pro biotique naturel.

#### 5. References

[1] Benkerroum N., Mekkaoui M., Bennani N., and Hidane K; Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. International Journal of Dairy Technology, 57 (2004): 39–43.  
 [2] Yateem A., Balba M.T., Al-Surrayai T., Al-Mutairi B., and Al-Daher R;

Isolation of lactic acid acteria with probiotic potential from camel milk. International Journal of Dairy Science, (2008): 1–6.

[3] El-Agamy I. E; Camel Milk. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Edited by Young W. Park and George F.W. Haenlein. Blackwell Publishing Professional. USA. (2006): 449 pages.

[4] Hawaz E., Guesh T., Kebede A., and Menkir S; Characterization of lactic acid bacteria from camel milk and their technological properties to use as a starter culture. East African Journal of Sciences. (2016): 10 (1): 49-60.

[5] Karam H.Z., etKaram N-E ; Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie : mise en évidence de souches de *Lactococcus* résistantes au sel. Tropicultura. (2006): 24(3): 153-156.

[6] Heita L.N., and Cheikhoussef A; Dominant lactic acid bacteria and their antimicrobial profile from three fermented milk products from northern Namibia. Journal of Biosciences and Medicines. 2 (2014): 8-13.

[7] Shori A.B; Comparative study of chemical composition, isolation and identification of micro-flora in traditional fermented camel milk products: Gariss, Suusac, and Shubat. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 11 (2012): 79–88.

[8] NF (Norme Française) V04-208 (octobre 1989). Lait – Détermination des cendres – Méthode de référence (Indice de classement : V04-208).

[9] NF (Norme Française) V04-210 (Septembre 2000). Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode acido-butyrométrique (Indice de classement : V04-210).

- [10] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., and Randall R.J; Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry*. (1951) 193 (1) : 265-275.
- [11] Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El Yachoui M., Berny E. et Ouhssine M; Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*. 148 (2009): 7-16.
- [12] Marchal N., Bourdon J.L. et Richard C.L; Les milieux de culture; pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. 3ème Ed., Doin, CRDP d'Aquitaine, Paris. (1987) .505 pages.
- [13] Vierling E; Aliments et boissons : filières et produits. Edition doin CRDP d'Aquitaine, 3ème édition. Paris. (2008) 277 pages.
- [14] Kamoun M; Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. *Options Méditerranéennes*, 13 (1995): 81-103.
- [15] Konuspayeva G; Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Montpellier II, (France) (2007).
- [16] Sboui A., Khorchani T., Djegham M., et Belhadj O; Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique Science* (2009) 05(2): 293 – 304.
- [17] Gorban A.M.S., and Izzeldin O.M; Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn.* 64 (1997): 471-474.
- [18] Khaskheli M., Arain M.A., Chaudhry S., Soomro A.H., and Qureshi T.A; Physico-chemical quality of camel milk. *J. Agri. Soc. Sci.* (2005) 1(2): 164-166.
- [19] Siboukeur O; Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique El-Harrach - Alger (2007).
- [20] Tourette I., Messad S. et Faye B; Interaction entre les pratiques de la traite et la qualité sanitaires du lait de chamelle en Mauritanie. « Lait de chamelle pour l'Afrique ». Atelier sur la filière laitière camelin en Afrique. Comptesrendus de la FAO, Niamey. (2003) pp.61-70.
- [21] Omer R.H., and Eltinay A.H; Changes in chemical composition of camel's raw milk during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*. (2009) 8(5): 607-610.
- [22] Bahobail A.S., Ali A.A., and Alyan A.A; Effect of Fermentation Process on the Improvement of Nutrition Value of Camel Milk. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research* (2014) 2(1): 78–82.
- [23] Sawaya W.N., Khalil J.K., Al-Shalhat A., and Al-Mohamed H; Chemical composition and nutrition quality of camel milk. *J. Food Sc.*, 39 (1984) : 744-747.
- [24] Yagil R; Camel milk: A Rev. *Int. J. Anim. Sci.*, 2 (1990) : 81-99.
- [25] Attia H., Kherouatou N., and Dhouib A; Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. (2001) 26(5):263-270.
- [26] Mahboub N., Telli A., Siboukeur O., Boudjenah S., Slimani N S., et Mati A; Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin: étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. *Annales des*

Sciences et Technologie. (2010) 2(1): 71-79.

[27] Sboui A., Arroum S., Hayek N., Mekrazi H., and Khorchani T; Etude comparative de l'effet de la pasteurisation et de l'ébullition sur la composition physicochimique des laits camelin et bovin. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, JS-INAT.* 18 (2015): 943-947.

[28] Filipovitch D.J; Etude sur les variations de la densité du lait de mélange, *Le lait.* 34 (1954) : 129-132.

[29] Mathieu J; Initiation à la physicochimie du lait. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, France (1998). 220 pages.

[30] O'mahony F., et Peters K.J; Techniques de traitement du lait adaptées aux petites exploitations de l'Afrique subsaharienne. *Bulletin Du CIPEA (B.P. 5689). Addis-Abeba (Ethiopie), (1987) CIPEA.*

[31] Alloui-Lombarkia O., Ghennam E-H., Bacha A. et Abededdim M; Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. *Renc. Rech. Ruminants.* 14 (2007) : 108-108.

[32] Konuspayeva G., Faye B., and Loiseau G; The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis.* 22 (2009) : 95-101.

[33] Cho K.M., Math R.K., Asraful Islam S.M., Lim W.J., Hong S.Y., Kim J.M., Yun M.G., Cho J.J., and Yun H.D; Biodegradation of Chlorpyrifos by Lactic Acid Bacteria during Kimchi Fermentation. *J. Agric. Food Chem.* 57 (2009) : 1882-1889.

[34] Abou-Arab A.A.K., Abou-Bakr S., Maher R.A., El-Hendawy H.H., and Awad A.A; Degradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as Affected by some Lactic Acid Bacteria. *Journal of American Science.* (2010) 6 (10) : 1237-1246.

[35] Gorban A.S. and Izzeldin O.M; Fatty acids and lipids of camel milk and colostrum. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52 (2001) : 283-287.

[36] El Zubeir I.E.M. and Ibrahim M.I; Effect of pasteurization of milk on the keeping quality of fermented camel milk (Gariss) in Sudan. *Livestockresearch for rural development.* (2009) Volume: 21, Article 19.

[37] Boudjenah-Haroun S ; Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou. (Algérie) (2012).

[38] Ellouze S., et Kamoun M ; Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de la lactation. *CIHEAM - Options Méditerranéennes. Série Séminaires.* 06 (1989) : 307-311.

[39] Meiloud G.M., OuldBouraya I.N., Samb A., and HoumeidaA; Composition of Mauritanian camel milk: results of first study. *Int. J. Agric. Biol.* 13 (2011): 145-147.

[40] Magdi A.O., Ibrahim E.A., and Hamid A.D; Biochemical changes occurring during fermentation of camel milk by selected bacterial starter cultures. *African Journal of Biotechnology.* (2010) 9 (43): 7331-7336.

[41] Osman M.A., Abdel Rahman I.E., and Dirar H.A; Biochemical changes occurring during fermentation of camel milk by selected bacterial starter cultures. *African*

- Journal of Biotechnology. (2010) 9 (43): 7331-7336.
- [42] Bengoumi M., and Faye B; Production laitière cameline au Maghreb. CIHEAM, Watch Letter n°35 (2015).
- [43] Mehaia M.A; Chemical composition of camel skim milk concentrated by ultrafiltration. International Dairy Journal. 6 (1996) : 141-152.
- [44] Sboui A., El-Hatmi H., Khorchani T., Djegham M., et Belhadj O ; Variations de la composition physicochimique du lait camelin du Sud tunisien sous l'effet du traitement thermique et de la congélation : comparaison avec le lait bovin. Microbiol. Hyg. (2008) 20(57): 52-57.
- [45] Al Salihi K., Al Khatib M.M., and Alkoofee W.M; Physicochemical properties of Iraqi dromedary camel's milk. Bas.J.Vet.Res. (2017) 16(2): 45-53.
- [46] Meisel H. and Bockelmann W; Bioactive peptides encrypted in milk proteins: proteolytic activation and thropho-functional properties. Antonie Van Leeuwenhoek, Journal of Microbiology. 76 (1999) : 207-215.
- [47] Virtanen T., Pihlanto A., Akkanen S., and Korhonen H; Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. Journal of Applied Microbiology. 102 (2007) : 106-115.
- [48] Law B.A., and Kolstad J; Proteolytic systems in lactic acid bacteria. Antonie van Leeuwenhoek, Journal of Microbiology. 49 (1983) : 225-245.
- [49] Juillard V., Laan H., Kunji E. R.S., Jeronimus-Stratingh C.M., Bruins A.P., and Konings W.N; The extracellular PI-type proteinase of *Lactococcus lactis* hydrolyzes  $\beta$ -casein into more than one hundred different oligopeptides. Journal of Bacteriology. (1995) 177 (12): 3472-3478.
- [50] Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G., and Levieux D; Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and Hybrids) from Kazakhstan. Journal of Dairy Science 90 (2007) : 38-46.
- [51] Benkerroum N., Boughdadi A., Bennani N., and Hidane K; Microbiological quality assessment of Moroccan camel's milk and identification of predominating lactic acid bacteria. World Journal of Microbiology and Biotechnology 19 (2003) : 645-648.
- [52] Khedid K., Faid M., Mokhtari A., Soulaymani A. and Zinedine A; Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco. Microbiological Research 164 (2006): 81-91.
- [53] Bonczar G., Walczycka M., and Duda I; The changes of proteins fractions shares in milk and fermented milk drinks. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. (2016) 15(4): 379-389.
- [54] Piard J.C., and Desmazeaud M; Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria: 1. Oxygen metabolites and catabolism en-products. Lait., 71(1991): 525-541.
- [55] Klaenhammer T.R; Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. FEMS. Microbiol. Rev. 12 (1993): 39-86.
- [56] Abdel-Hamid M., Goda H.A., De Gobba C., Jenssen H., and Osman A; Antibacterial activity of papain hydrolysed camel whey and its fractions. International Dairy Journal. 61 (2016): 91-98.
- [57] Widyastuti Y., Rohmatussolihat and Febrisiantosa; The role of lactic acid bacteria in milk fermentation. Food and Nutrition Sciences, 5 (2014) : 435-442.