



Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de chamelle

Hana Youssef Learoussy^{1,2,3}, Aly Yahya Dartige², Mohamed Sid'Ahmed Kankou³,
Brahim Ahmed Dick³, Lotfi Aarab¹

¹ Laboratoire des Molécules Bioactives : Structure et fonction, FST, Fès, Maroc.

² Office National d'Inspection Sanitaire des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture, Mauritanie.

³ Laboratoire d'unité de recherche Eau, Pollution, Environnement, FST, UNA, Nouakchott, Mauritanie

Infos	Abstract - Résumé
Received: 01 March 2020 Accepted: 30 July 2020	The composition of camel milk (<i>Camelus dromedarius</i>) has been described by several authors. The analysis of the literature carried out in this work focuses on the physicochemical composition and the microbiological composition, particularly in germs of biotechnological importance. Camel milk consumed in different forms represents a product famous for its virtues, numerous bibliographical references mention in particular the role of camel milk and its products in preventive and therapeutic uses. The data reported in works by authors from North Africa have been prioritized. Sodium and potassium compositions reported in Mauritania are superior to that reported by other authors. The distribution of lactic acid bacteria is variable, however the strains essential to milk fermentation (<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> , etc.) are reported by all the authors in variable percentages.
Keywords - Mots clés Camel milk, mineral, physicochemical composition, microbiological composition.	
Lait de chamelle, composition physico-chimique, composition microbiologique, Afrique.	
Corresponding authors emails: hena-net@live.fr	La composition du lait de chamelle (<i>Camelus dromedarius</i>) a été décrite par plusieurs auteurs. L'analyse de la littérature effectuée dans le présent travail se focalise sur la composition physico-chimique et la composition microbiologique, particulièrement en germes à importance biotechnologique. Le lait de chamelle consommé sous différentes formes représente un produit célèbre pour ses vertus, de nombreuses références bibliographiques font notamment mention du rôle du lait de chamelle et de ses produits dans des usages préventifs et thérapeutiques. Les données étudiées dans le présent travail sont basées sur des travaux de recherche effectués en Afrique du Nord. Les compositions en sodium et en potassium rapportées en Mauritanie sont supérieures à celle décrites par d'autres auteurs. La distribution en bactéries lactiques est variable cependant les souches essentielles à la fermentation laitière (<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> , etc.) sont rapportées par tous les auteurs à pourcentage variable.

1. INTRODUCTION

Le lait occupe une place nutritionnelle dans l'alimentation quotidienne de la population, de par sa composition équilibrée en nutriments de base et, sa richesse en vitamines et en minéraux.

Les bienfaits de la consommation du lait de chamelle ont bien été prouvés par de nombreuses recherches scientifiques comme étant un aliment de plusieurs propriétés. Le lait de chamelle est souvent consommé à l'état cru ou transformé. Ses produits fermentés sont la plupart du temps consommés avec la conviction de la part des consommateurs qu'ils représentent un atout pour leur santé. De nombreuses références

bibliographiques font notamment mention du rôle du lait de chamelle et de ses produits dans des usages préventifs et thérapeutiques [1].

Selon les estimations de la FAO en 2002, 85 % du lait produit et commercialisé à travers le monde provient de la vache. La femelle du dromadaire occupe une place minimale (quelques pourcentages), loin derrière la bufflonne ou même la chèvre et la brebis. Avec un cheptel camelin 70 fois moins important que le cheptel bovin.

Bien qu'il présente une composition physico-chimique relativement proche de celle du lait bovin, le lait de chamelle se singularise néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en Lysozyme, en Lactoperoxydase (système LP/SCN/ H₂O₂), en Lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques [2]. Ces particularités ont pour origine, la nature des plantes des parcours broutées par le dromadaire [3].

1.1. Propriétés thérapeutiques

Les vertus thérapeutiques du lait de chamelle sont couramment mises à profil dans le traitement des maladies infectieuses ([4] ; [5]), en Asie le produit est utilisé comme traitement adjuvant de la tuberculose humaine [6], les auteurs affirment obtenir une amélioration remarquable des malades et un rétablissement significatif des paramètres sanguins des patients tuberculeux en Inde [7] et en Libye [8]. Les propriétés immunostimulantes ont présenté des résultats probants dans le contrôle des processus tumoraux et certaines maladies auto-immunes [9] de même les propriétés physiologiques (régulation de la glycémie) [10]. Les immunoglobulines dont le rôle dans les défenses immunitaires est bien connu, sont composées de chaînes lourdes et légères. Dans le lait, la concentration est plus faible mais la teneur répertoriée dans le lait de chamelle est 4 fois supérieure à celle du lait de vache [11].

1.2. Bactéries lactiques dans le lait de chamelle

Le lait présente un autre intérêt microbiologique « présence des bactéries lactiques (BAL) ». Des travaux de plus en plus nombreux étudient les "effets santé" de différentes souches de bactéries lactiques chez l'homme et l'animal et essaient de cerner leur mécanisme d'action dans le tractus digestif. Les effets bénéfiques potentiels cités sont nombreux et variés. Certains sont maintenant bien établis tels que l'amélioration de la digestion du lactose et le traitement des désordres diarrhéiques, d'autres restent encore controversés tels que la diminution du cholestérol sérique ou encore la réduction de la formation de tumeurs [12].

1.3. Vue sur le lait de chamelle en Mauritanie

La production laitière caméline au niveau de l'Afrique du Nord est variable et dont la Mauritanie est en premier lieu, avec une production en tonnes de (21 500), suivit par l'Algérie (8 000), le Maroc (3 900), et la Tunisie (1 000) [13].

La Mauritanie est le pays d'Afrique de l'Ouest où la population caméline est la plus importante. Avec un effectif estimé supérieur à un million de têtes [14].

2. RESULTATS

2.1. Composition en sels minéraux du lait de chamelle

Les sels minéraux dans le lait (tableau 1) ont plusieurs rôles incluant la formation des os, la maintenance du bilan hydrique, et le transport d'oxygène [15].

Tableau 1 : Résultats de la synthèse des complexes 1-9.

Ca	Mg	Na	K	Fe	P	Zn	Cu	Pays	Références
1,560	0,450	0,450	0,220	-	-	-	-	Israël	[16]
1,06	0,120	0,690	1,560	0,003	0,630	0,004	0,016	Arabie saoudite	[17]
0,300	0,045	0,431	0,725	0,003	--	--	--	Arabie saoudite	[18]
1,180	0,125	0,688	1,464	0,002	0,889	0,006	0,001	Arabie saoudite	[19]
1,182	0,074	0,581	1,704	0,001	0,769	0,005	--	Arabie saoudite	[20]
0,52	0,12	1,15	2,70	0,001	-	-	-	Mauritanie	[21]
-	0,210	-	-	-	-	-	-	Algérie	[22]

2.2. Caractéristique physico-chimique du lait de chamelle

On remarque que la composition physico-chimique du lait de chamelle (tableau 2) est peu variable au niveau des pays de l'Afrique du Nord, ceci est dû probablement aux conditions environnementales spécifique (notamment l'alimentation) expliquant la richesse particulière du lait de chamelle dans ces pays [1].

La densité moyenne du lait de chamelle est 1.029 g /cm³. Il est moins visqueux que le lait de vache [25], alors que sa viscosité à 20°C est de 1,72 mPa.s et elle est toutefois inférieure à celle du lait de vache dans les mêmes conditions et qui est 2,04 mPa.s [26].

Les valeurs de pH obtenues selon les auteurs du Pakistan sont entre 6,57 et 6,97 [27], elles sont en peu plus neutre que celle obtenue par les auteurs en Algérie [22]. Le lait de dromadaire a une acidité Dornic plus faible que les autres espèces [28]. Le point de congélation du lait de chamelle s'est avéré entre -0,57 °C et -0,61 °C [29,30]. Elle est inférieure au point de congélation du lait de vache, qui se situe entre -0,51 °C et -0,56 °C. Une plus grande concentration de sel et de lactose dans le lait de chamelle par rapport au lait de vache, peut-être contribué à ce résultat [30].

2.3. Caractéristique microbiologique (bactéries lactiques) du lait de chamelle

L'utilisation des bactéries lactiques pour une application industrielle donnée est déterminée par leurs propriétés fonctionnelles et technologiques.

Les bactéries lactiques sont présentes dans différents produits laitiers (lait cru, lait fermenté, fromages).

La figure 1 illustre des espèces (et sous espèces) de bactéries lactiques retrouvées dans le lait cru selon différentes régions.

Tableau 2 : Caractéristique physico chimique du lait de chamelle selon des auteurs de l'Afrique du Nord

Densité (°A)	pH	Acidité (°D)	Matière sèche (g/l)	Lactose (g/l)	Matière grasse (g/l)	Cendres (g/l)	Pays	Références
1.029	6,51	15,12	109,20	34,20	37,44	6,79	Algérie	[22]
1.064	-	16.10	-	49	29,20	13	Mauritanie	[21]
-	-	-	108	40,50	26,50	8,30	Maroc	[23]
-	-	-	-	31	30	10,50	Tunisie	[24]

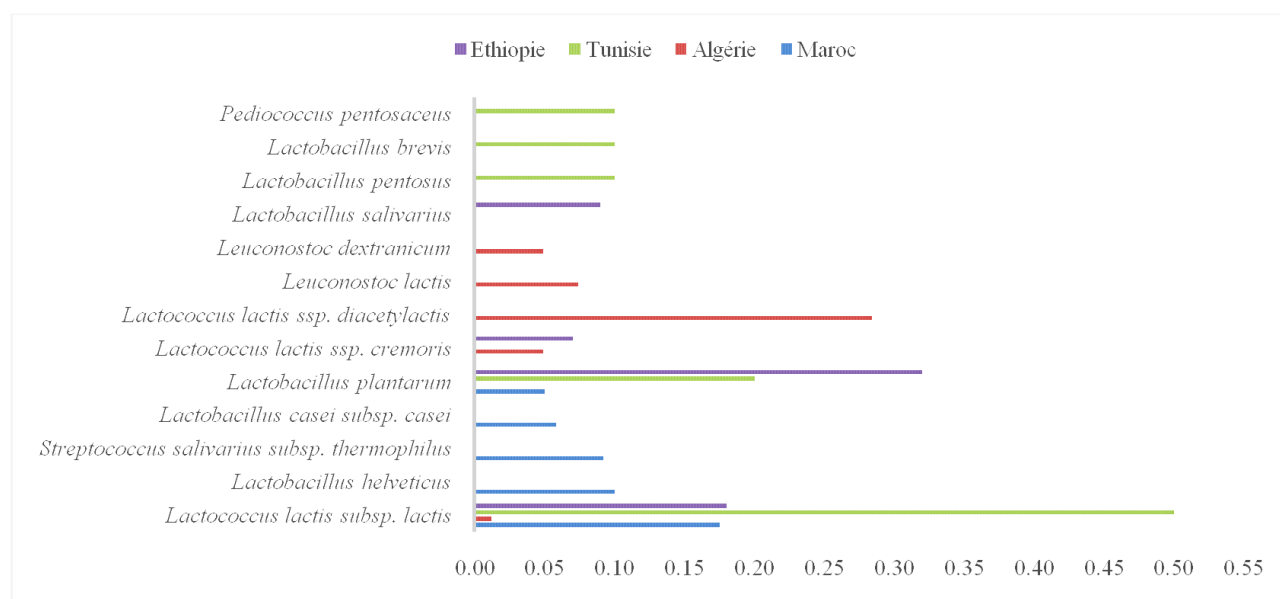


Figure 1 : Distribution des espèces de bactéries lactiques en pourcentage selon différents auteurs.

On remarque que les taux des bactéries lactiques obtenues fluctuent selon les régions d'étude. Cependant on trouve les souches essentielles pour la fermentation laitière ont été reporté par tous les auteurs (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, etc.).

3. DISCUSSION

La variation des paramètres physico-chimiques sont liés à la variation du mode d'élevage. L'élevage en extensif (communément suivi, pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle) et l'élevage en intensif (en limitation et qui se base sur l'utilisation des compléments alimentaires). A la limite de ces deux modes s'ajoute le semi-intensif.

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était due à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux [27]. En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. [35] ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi-hiver et son minimum en été. De même, [16] avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau fit chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3% à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation [27], des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages([36] ; [27]). Des variabilités génétiques [37] et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle [38] ont été également rapportés.

Selon les résultats rapportés par [3], la teneur obtenue en calcium du lait camelin paraît plus importante que celle du lait de vache. Par ailleurs, il semble qu'au sein du lait camelin, la concentration en calcium des chamelles en stabulation avec une alimentation à base de plantes naturelles et des chamelles en extensif (1.55 g/l) respectivement est plus importante que celle des chamelles en semi-intensif (1.36g/l).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par [34] (1,37 g/l) en système d'élevage extensif et ceux rapportés par [39], en système d'élevage semi-intensif (1,09 g/l).

Les facteurs de variation de la production sont bien sûr les mêmes que pour les autres espèces et on dispose sur ces aspects de quelques éléments d'analyse (génétique, qualité et quantité de l'alimentation disponible, conditions climatiques, fréquence de la traite, rang de mise bas, état sanitaire) [40].

Sur le tableau I, on constate que la teneur en Sodium et en Potassium pour la Mauritanie est légèrement supérieure à celle trouvée par les autres auteurs, la cause peut être une pratique traditionnelle dans le pays, le souhait est de donner un sel solide naturel aux herbes donner aux dromadaires à une période déterminer dans l'année [21].

4. CONCLUSION

La présente étude comparative expose la composition physico-chimique et est limité à la description des bactéries lactiques en tant qu'agent microbiologique entre autres présent dans le lait de chamelle. Le travail s'est focalisé sur les données des pays de l'Afrique du Nord. Les résultats accentuent sur la différence des conditions d'élevage, variation saisonnière et physiologique qui influencent sur la qualité du lait consommé. L'exploitation des potentiels technologique de ce produit est observée chez plusieurs pays, cependant la transformation du lait de chamelle en fromage n'a été effectuée qu'en Mauritanie, cependant il n'est pas exporté dû au fait de son instabilité. En raison du grand intérêt de ce produit pour la population des zones arides, on s'attend à ce que d'autres études plus approfondies visant à examiner les variations de la composition globale du lait de chamelle seront réalisées.

REFERENCES

- [1] G. Konuspayeva, G. Loiseau, B. Faye, La plus-value santé du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan, *Renc. Rech. Ruminants*, (2004), 47.
- [2] O. Siboukeur, Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut national agronomique ELHarrach-Alger (Algérie), (2007).
- [3] M.M. Abdelhak, Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif), Thèse de Doctorat (2014).
- [4] G. Konuspayeva, E. Lemarie, B. Faye, G. Loiseau, D. Montet, Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan, *Dairy Sci. Technol.*, 88 (2008) 327-340.

- [5] Z.K. Chuvakova, R.U. Beisembayeva, O.M. Puzyrevskaya, M.G. Saubenova, M.G. Shamenova, T.I. Glebova, E.I. Popova, M.M. Baizhomartova, E.K. Baimenov, Chemical composition microbial control and antiviral properties of freshly made and conserved shubat ‘bota’, *Proc. Of 2nd International Camelid Conference*, (2000), 97.
- [6] A.M. Sabry, A.A. Mohamed, M.M. Soliman, Study of gene expression for milk proteins genes in Saudi camel breeds, *International Journal of Advanced Research*, (2015) 1108-1115.
- [7] G. Mal, D. Suchitra Sena, V.K. Jain, N.M. Singhvi and M.S. Sahani, Role of camel milk as an adjuvant nutritional supplement in human tuberculosis patients, *Live. Int.*, 4(4) (2000) 7-14.
- [8] A.A. Alwan, A.H. Tarhuni, The effect of camel milk on *Mycobacterium tuberculosis* in man, *Proc. Int. Camelid Conf.*, Almaty, Kazakhstan, (2000), 100.
- [9] R. Yagil, C. Van Creveld, Medicinal use of camel milk – Fact or fancy?, *Proc. Int. Camelid Conf.*, Almaty, Kazakhstan, (2000) 100.
- [10] R. P. Agrawal, S. C. Swami, R. Beniwal, D. K. Kochar, M. S. Sahani, F. C. Tuteja, S. K. Fouri, Effect of Camel Milk on Glycemic Control, Risk Factors and Diabetes Quality of Life In Type-1 Diabetes: A Randomised Prospective Controlled Study *J. Camel Res. Pract.*, 10 (2003) 45-50.
- [11] E.I. El-Agamy, Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*, 68 (2000) 227–232.
- [12] [30] D. Sophie, C. Gérard, Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé, *Veterinary Research, BioMed Central*, 32 (2001) 101-117.
- [13] FAO, 2002, Lait de chamelle pour l’Afrique, Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique Niamey, 5-8 novembre 2003, 10.
- [14] M. Devey-Malu, J. Masson-Boisriveau, S. Richard, Mauritanie, marchés tropicaux et méditerranéens, hors-série (1998).
- [15] T. Brody, Calcium and Phosphate: *Nutritional biochemistry*, 2nd edition, Academic Press, Boston, Massachusetts (1999) 761–794.
- [16] R. YAGIL Z. ETZION, Effect of drought conditions on the quality of camel milk, *J. Dairy. Res.*, 47 (1980) 159-166.
- [17] W. N. Sawaya, J. K. Khalil, A. F. AL-Shalhat, H. AL-Mohammed, Chemical composition and nutritional quality of camel milk, *Journal of Food Science*, 49 (1984) 744-747.
- [18] F. M. Elamin, C. J. Wilcox, Milk composition of Majaheim camels, *J Dairy Sci.*, 75 (1992), 3155-3157.
- [19] M. A. Mehaia, M. A. Hablas, K. M. Abdel-Rahman, S. A. EL-Mougy, Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia, *Food Chem.*, 52 (1995) 115-122,
- [20] A. M. S. Gorban, O. M. Izzeldin Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn.*, 64 (1997), 471-474.
- [21] G. Mint Meiloud, I.N. Ould Bouraya, A. Samb, A. Houmeida, Composition of Mauritanian Camel Milk: Results of First Study, *Int. J. Agric. Biol.*, 13 (2011) 145–147.
- [22] O. Alloui-Lombarkia, E. H. Ghennam, A. Bacha, M. Abededdaim, 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).
- [23] A. Kouniba, M. Berrada, M. Zahar, M. Bengoumi, Composition and heat stability of Moroccan camel milk, *Journal of Camel Practice and Research*, 12 (2005) 105–110.
- [24] H. El-Hatmi, T. Khorchani, H. Attia, Characterization and composition of camel's (*Camelus dromedarius*) colostrum and milk, *Microbiologie et Hygiène Alimentaire*, 18 (2006), 13–17.
- [25] O.A. AL Haj, H.A. AL Kanhal, Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk, *Review. International Dairy Journal*, (2010).
- [26] N. Kherouatou N, M. Nasri, H. Attia, A study of the dromedary milk casein micelle and its changes during acidification, *Brazilian Journal of Food Technology*, 6 (2003) 237- 244.
- [27] [M. Khaskheli M, A. Arainm, S. Chaudhry, A.H. Soomro, T.A. Qureshi, Physico-chemical quality of camel milk, *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 2 (2005) 164-166.
- [28] B. Faye, G. Konuspayeva, S. Messad, G. Loiseau. Discriminant milk components of Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), dromedary *Camelus dromedarius*) and hybrids. *Dairy, Science and Technology*, 88 (2008) 607-617.
- [29] J. Wangoh J. (1997), Chemical and Technological Properties of Camel (*Camelus dromedarius*), Milk. Diss. ETH Nr. 12295, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland, (1997)
- [30] S. Kappeler, Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins, Doctorat Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Suisse, (1998).
- [31] K. I. Khedid, M. Faid, A. Mokhtari, A. Soulaymani, A. Zinedine, Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco, *Microbiological Research*, 164 (2009) 81-91.
- [32] Z. K. Halima, N-E. Karam, Bactérie lactique du lait de chamelle de l’Algérie, *TROPICULTURA*, 24 (3) (2006) 153-156.
- [33] I. Fguiri, M. Ziadi, M. Atigui, N. Ayeb, S. Arroum, M. Assadi, T. Khorchani, Isolation and characterisation of lactic acid bacteria strains from raw camel milk for potential use in the production of fermented Tunisian dairy products, *International Journal of Dairy Technology*, (2015).

- [34] E. Seifu, A. Abraham, M. Y. Kurtu, Z. Yilma, Isolation and characterization of lactic acid bacteria from Ititu: Ethiopian traditional fermented camel milk, *Journal of Camelid Science.*, 5 (2012) 82-98.
- [35] M.S.Y. Haddadin, S.I. Gammoh, R.K. Robinson, Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan, *Journal of Dairy Research.*, 75 (1) (2008)
- [36] R. Yagil, Camels and camel milk. In Animal production and health paper n° 26, Publication FAO. Rome, (1982), 1-69.
- [37] K.I. Ereifej, M.H. Alu'datt, H.A. Alkhalidy, I. Alli, T. Rababah, Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations, *Food Chemistry.*, 127 (2011) 282-289.
- [38] G. Konuspayeva, B. Faye, G. Loiseau, The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data, *Journal of Food Composition and Analysis*, (2009) 95-101.
- [39] S.M. Shamsia, Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks, *International Journal of Genetics and Molecular Biology.*, 1 (2) (2009) 052-058.
- [40] B. Faye, Performances et productivité laitière de la chamelle : les données de la littérature. Lait de chamelle pour l'Afrique. FAO. Rome, (2004) 7-15.