

## ARTICLE RÉGULIER

### Quelques paramètres pour transformer le lait de chamelle en fromage

**Gaukhar Konuspayeva**<sup>1,2</sup>, **Benedicte Camier**<sup>3</sup>, **Frédéric Gaucheron**<sup>3</sup> et **Bernard Faye**<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Département de biologie et de biotechnologie, Université nationale kazakhe d'Al-Farabi, 71 av. Al-Farabi, 050040 Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup> Al-Kharj FAO Camel Project, Centre for Agriculture Project, PO Box n° 761 Al-Kharj 11942, Arabie saoudite

<sup>3</sup> INRA, UMR Science & Technologie du lait et des œufs, 65 rue de Saint Brieuc, 35042 Rennes, France

<sup>4</sup> CIRAD-ES, TA C-Dir / B Campus International de Baillarguet, Cedex, 34398 Montpellier, France

## Abstrait

Le fromage à base de lait de chamelle n'a jamais été produit de manière traditionnelle. Cependant, Hansen<sup>®</sup> (Danemark) a récemment livré un nouvel agent coagulant nommé «Chy-Max M» contenant de la chymosine de chameau transgénique. Dans la présente étude, l'impact du calcium, le stade de lactation et l'acidification du caillé ont été étudiés. Le lait de chamelle a été partagé en 6 échantillons (100 g chacun) soumis à 3 types de traitement (1. solution de chlorure de calcium (500 g / L d'eau 1/10 diluée); 2. poudre de phosphate de calcium; 3. pas de calcium) et 2 températures (20 ° C / 36 ° C). De la présure 50 µL / L (ChyMax) a été ajoutée dans tous les échantillons. La coagulation du lait était plus rapide à 36 ° C et le pH de la présure plus bas. Aucune différence dans le temps de coagulation et la fermeté du caillé après addition de calcium n'a été observée. La fermeté du caillé à 36 ° C était plus forte qu'à 20 ° C. Pour mesurer l'impact du **stade de lactation, la capacité de coagulation et le rendement de caillé sur le lait ont été testés dans du lait fourni par un chameau de 12 à 25 jours après l'accouchement.** Le lait a été coagulé par Chy-Max (50 µL / L / 20 ° C). Aucune coagulation n'a été observée dans les premiers jours de l'expérience. Le caillé **commence alors à se former, mais avec un faible rendement. Le caillé était correct et prêt à l'emploi pour la fabrication du fromage uniquement à partir du 20<sup>e</sup> jour post-partum.** L'acidification du caillé de chameau sans amorces a été mesurée à 20 ° C et 36 ° C pendant 10 heures. Le pH du lait et le pH du caillé ont été mesurés pendant toute la transformation du fromage. Au départ, le pH du lait était de 6,38 quelle que soit la température. L'acidification était plus rapide à 36 ° C qu'à 20 ° C. Au moment de la coagulation, un pH de 20 ° C de caillé était

5,80 vs 5,08 à 36 ° C.

*Mots clés:* Fromage de chameau, fermentation, calcium, stade de lactation

## introduction

Dans le monde, le lait de chamelle est mieux connu pour ses **produits fermentés: shubat - au Kazakhstan; chal - au Turkménistan; khoormog** - en Mongolie; *gariss* - au Soudan; *suusac* - au Kenya, *zrig* - en Mauritanie, plutôt que pour ses types de fromages: *chuku* - au Niger ou *caravane* - en Mauritanie, fromage de chameau frais - au Maroc (Bengoumi et al., 2002; Konuspayeva et Faye, 2010; Benkerroum et al.,

2011). Dans la littérature, il existe des données sur l'utilisation de la présure bovine ou de l'agent de présure provenant de sources végétales pour la fabrication du fromage de chameau (Ramet, 1989; Boudjenah-Haroun et al., 2011; BoudjenahHaroun et al., 2012; Ahmed et El Zubeir, 2011). Concernant la présure bovine, beaucoup de paramètres

(quantité de présure, temps de coagulation, caillé description, valeur pH) pour la production technologique de fromage à partir de lait de chamelle ont été étudiés par Ramet (1985).

Cependant, Hansen<sup>™</sup> (Danemark) a récemment livré un nouvel agent coagulant appelé "Chy-Max M" contenant de la chymosine de chameau (Sorensen et al., 2011). Avec une telle présure de chameau, aucune donnée sur la puissance et le temps de coagulation, l'acidification du caillé, l'impact des facteurs physiologiques et environnementaux sur la coagulation du lait de chamelle n'était disponible. Dans la présente étude, l'impact du calcium et du stade de lactation sur la coagulation pour produire du fromage, puis l'acidification du lait de chamelle coagulé ont été étudiés.

## Matériel et méthodes

Le lait de chamelle et le lait précoce ont été prélevés sur des chameaux dromadaires sains du Camel and Range Research Center, **Al-Jouf, KSA au milieu de la lactation et entre 12 à 25 jours de lactation respectivement.** Le pourcentage de matières grasses et de protéines totales a été déterminé par un analyseur de lait automatique

Reçu le 26 mai 2013; Révisé le 3 juillet 2013; Accepté le 9 septembre 2013;  
Publié en ligne le 11 octobre 2013

\* Auteur correspondant

Gaukhar Konuspayeva  
Camel and Range Research Center, PO Box 322, Al-Jouf, Sakaka, Arabie saoudite

Courriel: konuspayevags@hotmail.fr

(Lactoscan MCC) calibré pour le lait de chamelle. La technologie ultrasonique utilisée par Lactoscan a permis de mesurer directement les graisses, les protéines, le lactose et les sels. Lactoscan a également déterminé le point de congélation de chaque échantillon et la quantité d'eau ajoutée. Le point de congélation a été calculé automatiquement à partir des composants dont il dépend.

Pour la coagulation du lait de chamelle, chymosine liquide spécifique pour le lait de chamelle - ChyMax M (Hansen <sup>®</sup>, Danemark) a été utilisé. Une dose de 50 µL / L a été ajoutée avec une dilution préliminaire de 1/20.

**Propriétés de coagulation**

Le lait de chamelle a été partagé en 6 échantillons de 100 g chacun soumis à 3 traitements: (i) une solution de chlorure de calcium (500 g / L d'eau 1/10 diluée); (ii) poudre de phosphate de calcium; et (iii) contrôle sans calcium. Deux températures de 20 ° C et 36 ° C ont été testées. Après 30 min de chauffage ou non, 50 µL / L de présure Chy-Max M (force 1000 IMCU, unités internationales de coagulation du lait) ont été ajoutés dans tous les échantillons. La valeur du pH a été mesurée. Ensuite, une détermination visuelle du temps de coagulation a été effectuée et après 60 min, le caillé a été coupé et une filtration sur tissu a été réalisée. Le poids du caillé (rendement brut) a été mesuré 1 h 30 après coagulation. Le rendement corrigé a été calculé comme suit:

Rendement corrigé (caillé DM = 30% et lactosérum DM = 6). Rendement brut = [(caillé DM - lactosérum DM) / (30 - 6)], avec DM = matière sèche.

**Impact de la période de lactation**

Pour mesurer l'impact du stade de lactation, la capacité de coagulation et le rendement de caillé sur le lait

**testé dans du lait fourni par un chameau de 12<sup>e</sup> au 27<sup>e</sup> journée post-partum.**

Le lait a été coagulé par ChyMax M (50 µL / L / 20 ° C).

**Acidification naturelle du caillé de chameau**

La valeur du pH a été mesurée à 20 ° C et 36 ° C pendant 10 heures avec le pH-mètre Hanna Instruments HI221 pH / mV / ORP

**Résultats Propriétés de coagulation**

Avant de tester le lait, sa composition physico-chimique brute a été analysée (tableau 1) et son statut microbiologique a été évalué (flore totale et coliformes).

Tableau 1. Composition mondiale du lait de chamelle (g / 100g).

Paramètres	Moyenne et SD
Graisse	2,72 ± 0,17
Solide non gras	9,37 ± 0,12
Protéine	2,83 ± 0,04

La coagulation du lait était plus rapide à 36 ° C et la présure du pH plus faible (tableau 2). Aucune différence dans le temps de coagulation et la fermeté du caillé entre les traitements au calcium n'a été observée. La fermeté du caillé à 36 ° C était plus forte. Le moulage était plus efficace avec le caillé obtenu à 36 ° C.

L'effet de la quantité de sel de calcium a également été testé à 36 ° C (tableau 3). Il n'y a eu aucun effet sur le type de source de calcium et la dose sur le moment de la coagulation, la valeur du pH et le rendement du caillé comparativement au témoin.

Tableau 2. Caractéristiques de coagulation en fonction du type de calcium ajouté.

Paramètres	20 ° C		36 ° C			
	Contrôle	Phosphate de Ca (1g / kg)	Chlorure de Ca (0,1 ml / kg)	Contrôle	Phosphate de Ca (1g / kg)	Chlorure de Ca (0,1 ml / kg)
Présure du pH	6,26 ± 0,05	6,25 ± 0,05	6,25 ± 0,05	5,78 ± 0,11	5,75 ± 0,11	5,75 ± 0,07
Temps de coagulation (min)	14 ± 0	14 ± 0	14 ± 0	6 ± 0	6 ± 0	6 ± 0

Tableau 3. La dose de différentes sources de calcium lors de la coagulation du lait de chamelle à 36 ° C.

	pH présuré 36 ° C	Temps de coagulation (min)	Rendement (g / 100g) 1h30 après moulage	Matière sèche Caillé (g / 100g)	Rendement corrigé (g / 100g)
Contrôle	6,40	8	14,80	27,46	13,07
Phosphate Ca 2g / L	6,40	8	12,91	31,10	13h45
Phosphate Ca 4 g / L	6,40	8	13,26	31,33	13,97
CaCl <sub>2</sub> 0,2 ml / L	6,37	8	14,35	28,94	13,65

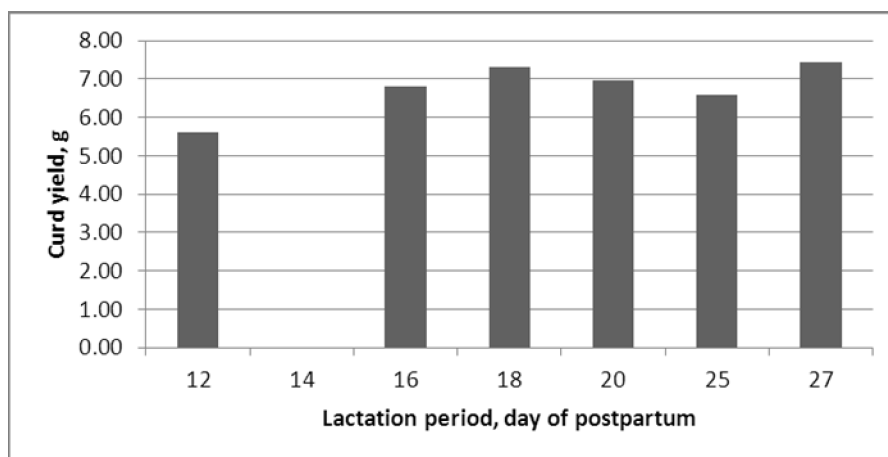


Figure 1. Rendement du caillé selon le stade de lactation du chameau à partir de 12<sup>e</sup> *post-partum* journée.

**Impact du stade de lactation sur la capacité de coagulation et le rendement de caillé**

Aucune coagulation n'a été observée avant le 12<sup>e</sup> jour de lactation (figure 1). À 12<sup>e</sup> *post-partum* jour, la première coagulation a induit la formation d'un caillé très faible et d'un faible rendement. À 14<sup>e</sup> jour aucune coagulation n'a été observée et par conséquent, aucun caillé n'a été obtenu. Ensuite, le caillé est devenu meilleur, avec une augmentation de

rendement en caillé. Le lait à 25-27<sup>e</sup> *post-partum* jour était acceptable pour obtenir du caillé et était prêt à l'emploi pour la fabrication du fromage.

**Acidification naturelle du caillé de chameau**

Au début, le pH du lait était de 6,38 quelle que soit la température (figure 2). L'acidification était plus rapide à 36 ° C. À la fin (lorsque la coagulation a eu lieu), le pH du lait à 20 ° C était de 5,80 *contre* 5,08 à 36 ° C.

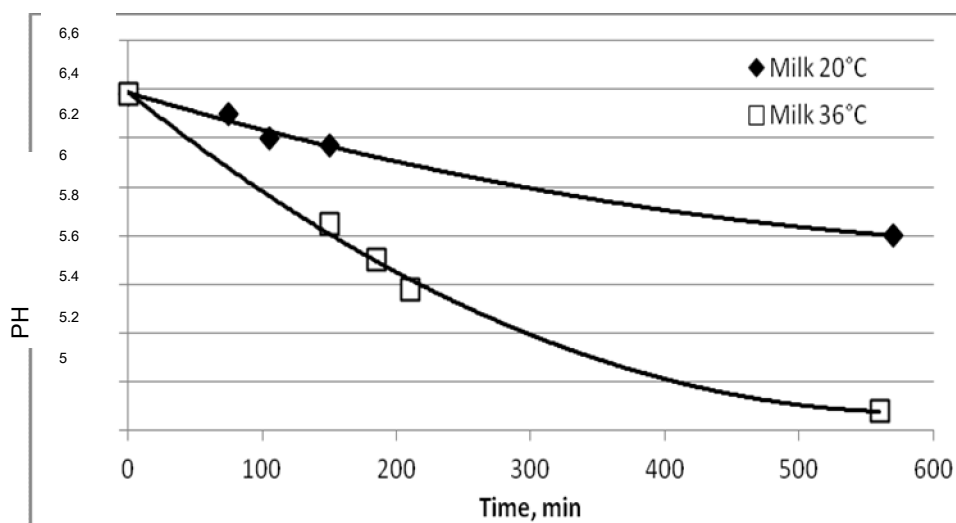


Figure 2. Courbes d'acidification du lait de chamelle à 20 ° C et 36 ° C.

## Discussion

La composition physico-chimique du lait de chamelle a été analysé avant départ le expérimentation. Les teneurs en matières grasses et en protéines de notre lait de chamelle se situaient dans la plage des valeurs normales rapportées dans la littérature (Farah, 1993; Konuspayeva et al., 2009).

Pour transformer le lait en fromage, le gel obtenu après coagulation joue un rôle important. Pour le lait de vache, les ions calcium aident à assister à ce gel stable dans tous les types de lait. On utilise généralement du phosphate de calcium ou du chlorure de calcium, principalement sur le lait après traitement thermique. Il est indiqué que pour obtenir la fermeté du lait caillé de chameau, 10 à 15 g de chlorure de calcium par 100 kg de lait doivent être ajoutés lors de l'utilisation de présure bovine (Ramet, 1985, Benkerroum et al., 2011). En effet, lors de notre essai, le lait de chamelle n'était pas chauffé. Dans de telles conditions, le lait de chamelle n'a montré aucun effet d'addition d'ions calcium, quelle qu'en soit la forme, le phosphate ou le chlorure sur le temps de coagulation et le rendement. Dans toutes les données publiées, les essais décrits utilisaient du lait de chamelle traité thermiquement.

L'effet du stade de lactation sur la fabrication du fromage est principalement connu avec le lait de vache, de chèvre ou de brebis. Avec le lait de chamelle, aucune donnée n'était disponible dans la littérature. Il est indiqué **qu'au premier mois post-partum, la qualité des protéines dans le lait subit des changements importants**: les immunoglobulines et certaines autres protéines de lactosérum diminuent et les protéines de caséine complexes augmentent. Pour la fabrication du fromage, seules les protéines de caséine sont d'intérêt principal. **Le moment optimal pour la fabrication du fromage sera après 25 jours post-partum.**

Dans le cas de la préparation de différents types de fromages à partir de lait de chamelle, il est nécessaire de connaître les schémas d'acidification, le nombre de fois qu'il faut avant d'atteindre une valeur de pH déterminée. Pour la coagulation du lait, 3 types de coagulation sont décrits: la coagulation présure, la coagulation lactique et la coagulation mixte (Gouedranche et al., 2001). Pour le lait de chamelle, seule la présure bovine a été testée ou un extrait de jeune estomac de chameau (Boudjenah-Haroun et al.,

2011). Dans la littérature, aucune donnée sur la coagulation avec la présure de chameau pure n'est disponible.

Une seule référence utilisant Chymax de la société Hansen a été utilisée, mais elle était bovine (Benkerroum et al., 2011). Dans notre essai, seulement 50 µl (Chymax M force 1000 IMCU) par litre de lait cru au lieu de 170 µl (Chymax – force bovine 600IMCU) par litre de lait pasteurisé par Benkerroum et al. (2011). En ce qui concerne également le type de

coagulation, ces auteurs ont utilisé lactique coagulation pour préparer du fromage à pâte molle à partir de lait de chamelle. L'acidification du lait dans leur essai a été plus rapide en présence de *Streptococcus thermophilus* et

*Lactobacillus bulgaricus*. La valeur du pH a diminué en dessous de 5 après 240 minutes à température ambiante. Dans notre essai, une telle diminution a nécessité plus de 500 minutes, car aucun démarreur n'a été utilisé et l'acidification était naturelle.

Ces paramètres technologiques de la transformation du lait de chamelle en fromage par la présure de chameau représentent des étapes informatives pour de nouveaux essais et pourraient être utiles pour la transformation de fromage à l'échelle industrielle du lait de chamelle.

## Reconnaissance

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet FAO sur les chameaux UTF / SAU / 021 / SAU avec le soutien du Camel and Range Research Center (CRRC). Les auteurs remercient M. Sallal Issa Al-Mutairi, chef du CRRC pour ses encouragements et son soutien. Nous remercions également le personnel de l'élevage de chameaux (Mme Hassan et Surish) pour le suivi du chameau. Merci également au chef d'équipe de la FAO à Riyad, le Dr A. Oihabi et au responsable régional de la FAO, le Dr Bengoumi, qui ont soutenu ce projet depuis le début.

## Références

- Ahmed, NAA et EM El Zubeir. 2011. Effet du niveau de sel sur certaines propriétés physiques et chimiques et l'acceptabilité du fromage au lait de chamelle. *J. Camelid Sci.* 4: 40-48. Bengoumi, M., A. Kouniba, G. Vias et B. Faye. 2002. Lait de chameau et fromage traditionnel en Afrique subsaharienne. *Proc. de l'atelier Fromage Art.* 4-9 juin 2002, Raguse, Italie. Benkerroum, N., M. Dehhaoui, A. El Fayq et R. Tlaiha. 2011. L'effet de la concentration de chymosine sur le rendement et les propriétés sensorielles du fromage de chameau et sur sa qualité microbiologique. *Int. J. Dairy Tech.* 64 (2): 232-239. Boudjenah-Haroun, S., L. Laleye, CS Chahra, F. Moulti-Mati, S. Si Ahmed et A. Mati. 2012. Coagulation du lait de chamelle à l'aide d'enzymes gastriques dromadaires comme substitut du commerce présure. *Un m. J. Technologie alimentaire.* 7 (7): 409-419.
- Boudjenah-Haroun, S., L. Laleye, F. Moulti-Mati, S. Si Ahmed, N. Mahboub, OE Siboukeur et A. Mati. 2011. Étude comparative de l'activité de coagulation du lait des enzymes gastriques brutes extraites de la caillette des chameaux à différents âges et des enzymes commerciales (présure et pepsine) sur le lait de bovin et de chameau. *Émir. J. Food Agric.* 23 (10): 301-310.

- Farah, Z. 1993. Composition et caractéristiques des lait de chamelle. J. Dairy Res. 60: 603-626. Goudedranche,
- H., B. Camier-Caudron, JY Gassi et P. Schuck. 2002. Procédé de transformation fromagère (partie 1, 2, 3). Techniques de l'ingénieur. F 6 305, Paris. Konuspayeva, G., B. Faye et G. Loiseau. 2009. La composition du lait de chamelle: une méta-analyse des données de la littérature. J. Food Compos. Anal. 22: 95-101.
- Konuspayeva, G. et B. Faye. 2011. Identité, vertus thérapeutiques et allégations santé: les produits laitiers fermentés d'Asie Centrale. Les Cahiers de l'Ocha n ° 15. Cultures des laits du Monde, pp. 35-145.
- Sorensen, J., DS Palmer, KB Qvist et B. Schiott. 2011. Initiale étape de fromage production: Une étude de modélisation moléculaire de la chymosine de bovin et de chameau complexée avec des peptides de la région sensible à la chymosine de la kappa-caséine. J Agric. Food Chem. 59: 5636-5647.
- Ramet, JP 1985. La technologie des fromages au lait de dromadaire. Rome, Italie, Monographie n ° 113, Etude FAO, Production et santé animale, p.118.
- Ramet, JP 1989. L'aptitude fromagère du lait de dromadaire. Rev. Elev. Med. Vétérinaire. Pays Trop. 42 (1): 105-111.