

Transformation du lait en fromage traditionnel «Tchoukou» par les coagulants des extraits des organes de *Calotropis procera*

Issoufou Amadou^{1*}, Oumarou S. Samna^{1,2}, Mahamadou E. Gounga¹ et Abdou G. Adamou¹

Résumé

Le fromage est un excellent produit alimentaire au Niger, sa fabrication demeure traditionnelle. Le *Calotropis procera* est un arbuste très commun dans les régions arides d'Afrique. L'extraction du coagulum du *C. procera* a été effectuée. Les analyses sensorielles ont été utilisées pour hiérarchiser les échantillons du fromage par la dégustation. Les résultats ont montré une meilleure appréciation du « Tchoukou » fait à base d'extraits de la feuille de la plante *C. procera*. De plus, le test de Friedman a permis de différencier les échantillons de fromage faits à partir des extraits de différents organes de cette même plante. Il ressort de ces travaux que le fromage « Tchoukou » produit avec le coagulum extrait des feuilles du *C. procera* est le mieux apprécié par la population.

Mots clés : *Calotropis procera* ; lait ; coagulum ; fromage « Tchoukou ».

Abstract

Cheese is an excellent food product in Niger, its manufacturing remaining traditional. *C. procera* is a common shrub in the dry regions of Africa. The process of extraction of the coagulant of *C. procera* was made. The sensory analyses were used to differentiate the samples of cheese through tasting. The results showed that « Tchoukou » cheese made with leaves extract from the plant was more appreciation. Moreover, the Friedman Test revealed differences between the cheese samples made from the extracts from different organs of the plant. It can be concluded that « Tchoukou » made with *C. procera* leaves coagulum extract was the most appreciated by the panelists.

Keywords: *Calotropis procera*; milk; coagulum; « Tchoukou » cheese

¹Laboratoire des Sciences et Technologies Alimentaires, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi

²Faculte d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Boubacar Bâ de Tillabéri, Niger

*Correspondance : Issoufou Amadou issoufsara@gmail.com, Tél : (+227) 20410132 ; FAX : (+227) 20410133 ;

Introduction

L'élevage occupe une place importante dans le secteur agricole dans la zone sahélienne comme au Niger où il est essentiellement extensif et transhumant. Traditionnellement, la consommation de lait est une composante importante de l'alimentation des familles d'éleveurs de la zone pastorale (1). La demande en matière de lait et des autres produits laitiers augmente plus vite que la demande en viande. La FAO estime que la consommation de lait par habitant dans le monde en développement aura augmenté de 1,3% par an entre 1999 et 2030 (soit une augmentation de 50% en 30 ans), alors que la production aura augmenté de 2,5% par an, soit un doublement de la production au cours de toute la période (2).

Calotropis procera, communément appelé pommier de Sodome, est un arbuste à bois mou d'écorce épaisse et rugueuse, très répandue en Afrique de l'Ouest et de l'Est ainsi que dans les autres régions des tropiques. On le rencontre également en Asie, notamment en Inde et au Pakistan. *C. procera* est une plante arbustive de la famille des Asclépiadaceae caractérisée par la production d'un latex blanc. Ses différentes parties (feuilles, tiges, fleurs) sont utilisées pour cailler le lait de vache dans un processus traditionnel de fabrication de fromage (3).

Selon la tradition orale, les femmes peule auraient remarqué qu'en période d'harmattan la coagulation du lait est très lente. Pour l'accélérer, ces femmes mettaient le lait auprès du feu. Par contre, elles constataient une accélération de la coagulation du lait dans lequel étaient immergées les feuilles de *C. procera* servant à protéger le lait au cours de son transport dans laalebasse et sur la tête. Ces femmes auraient supposé

que ce phénomène serait dû aux feuilles qu'elles mettaient dans le lait pour le stabiliser au cours du transport vers la maison. Selon la même source orale, le pionnier de la technologie du fromage peul serait le premier éleveur qui a dû obtenir les graines de caillé en appliquant les feuilles de *C. procera* au lait (4,5). Au Niger, parmi les produits issus de la transformation du lait de vache, le fromage traditionnel des zones agro-pastorales demeure le plus répandu et le plus consommé, tant en milieu rural qu'en milieu urbain. Il s'agit du « Tchoukou » qui est un fromage traditionnel sec fabriqué par les femmes dans les régions sahéliennes du Niger.

La valorisation des produits locaux et le développement de nouveaux produits, aujourd'hui prisent en compte par des institutions des recherches telles que les universités dans ces régions du sahel où les changements climatiques, ont eu des fortes conséquences (sur les plantes et les animaux) sur la disponibilité des ressources alimentaires à travers leurs protections. Cette valorisation des produits traditionnels comme le « Tchoukou » sont des stratégies adoptées non négligeables pour réduire des risques d'accroître la vulnérabilité du ménage face à ces crises (6). La promotion du lait local par sa transformation est si nécessaire dans ces régions car très concurrencée par le lait en poudre importé, souvent issu des produits subventionnés dans le monde développé (7). Dossou et al. (4) dans leur étude décrivent la méthode de fabrication du fromage peul utilisant comme principales matières premières le lait de vache, de chameau et de petits ruminants. Jusqu'à présent aucune étude sur les extraits des différents organes de *C. procera* pour fabriquer du fromage sec n'a été rapportée. Dès lors, l'objectif de cette étude a été d'identifier à travers des

analyses sensorielles l'efficacité du coagulant des extraits des organes (feuilles, tiges ou fleurs) du *Calotropis procera* dans la fabrication du « Tchoukou ».

Matériel et Méthodes

Matériel

Le lait cru de vache prélevé le même jour a été procuré auprès d'un campement d'éleveurs peuls de Bagalam, Maradi Niger. Les organes de l'arbuste *C. procera* (Coagulum végétal) constitués des feuilles, tiges et fleurs ont été collectés à partir d'un pied situé au sein du site de l'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger.

L'auteur peut décrire un tout petit le climat de Maradi, car je vois que l'étude s'est déroulée dans cette localité.

Préparation du coagulant (il faut la photo de la plante en question pour que les gens s'assurent vraiment de la plante)

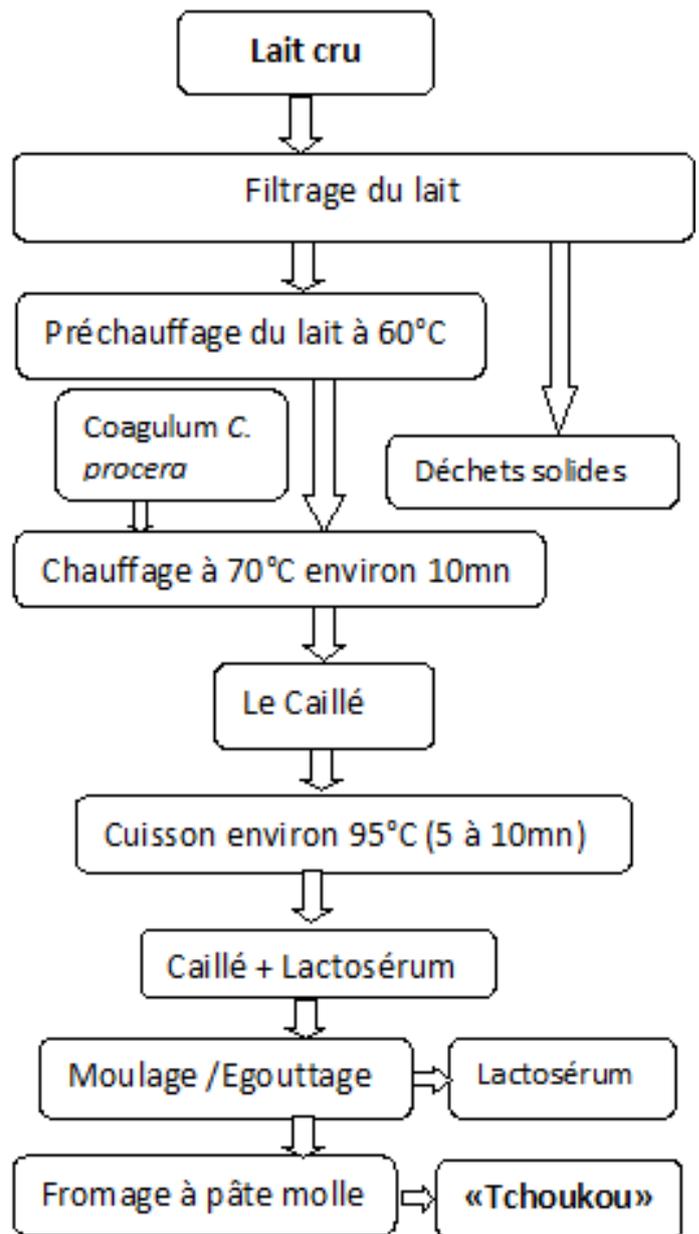
Il existe plusieurs techniques traditionnelles d'extraction du coagulant *C. procera* généralement utilisées par les producteurs. Presque toute la partie de cette plante est utilisée pour la coagulation du lait, mais la technique la plus recommandée consiste à laver les organes de *C. procera* (feuilles, tiges, fleurs) avec de l'eau propre puis de les piler ou de les broyer avec un mortier et pilon ou à les broyer sur une meule de pierre propre. Le broyat est ensuite mélangé à une petite quantité de lait cru. Le mélange obtenu est filtré avec un tissu mousseline propre puis ajouté au lait chauffé. Lorsque la température du lait atteint 60°C, 15 à 40 ml d'extrait de *C. procera* sont ajoutés et le chauffage est poursuivi (8,9).

Transformation du lait en fromage

Trois litres du lait cru de vache ont été utilisés pour la fabrication du fromage « Tchoukou » ; dont la durée varie entre 1 à 3 h dépendant de la quantité du lait à traiter. Après le filtrage, le lait est soumis à un préchauffage à 60°C pendant 5 mn puis, 45 ml de coagulum des organes de *C. procera* pour la feuille et la tige et 120 ml pour la fleur sont ajoutés. Ensuite, pour chaque cas, le mélange du lait plus le coagulum subit une cuisson à 95°C environ jusqu'à la formation du caillé surnageant par le lactosérum. L'ensemble reste sur le feu pendant encore 3 à 5 min avant d'être égoutté sur de morceau de natte à base de feuilles d'*Hyphaene thebaica* bien propre. La cuisson est arrêtée lorsque le petit lait devient jaunâtre et transparent et le lait caillé monte à la surface et brisé en morceau (Figure 1).

Evaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle a été réalisée sur un panel de 45 personnes, l'échantillon a été composé de femmes (30%) et d'hommes (70%). Chaque évaluateur s'est vu proposé une dégustation de fromage à partir du coagulum de chacun des extraits des trois organes de *C. procera* préalablement définis. Les échantillons ont été soumis à un test d'acceptation. Une note de dégustation de 0 à 5 (0 signifiant ne pas aimer et 5 signifiant excellent) a été utilisée. L'échantillon a été goûté par rapport aux caractéristiques organoleptiques (couleur, goût, saveur et texture du produit) comme définies pour les évaluateurs.



Analyses statistiques

Les données collectées ont été saisies et rangées dans la feuille Microsoft office Excel dans le but de déterminer les sommes, les moyennes et les écarts type. Le Test de Friedman au seuil de 0,05 a été utilisé pour comparer les paramètres organoleptiques entre les trois types de fromage fabriqués à base de coagulum des organes de *C. procera*.

Le test de Friedman est une alternative non paramétrique à utiliser pour analyser un certain nombre d'échantillons appariés correspondant à certains traitements portant sur les mêmes blocs, afin de mettre en évidence une différence entre les traitements à trois facteurs dans le cas où

$$\chi^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum R^2 - 3n(k+1)$$

n : nombre de dégustateurs ;

k : nombre de produits testés ;

R : somme des rangs du produit.

Ce Test de Friedman est caractérisé par :

- a) Définition des hypothèses nulle et alternative ;
 - H_0 : il n'y a pas de différence entre les 3 échantillons.
 - H_1 : il y a de différence entre les 3 échantillons.
- b) Mention alpha ($\alpha = 0,05$) ;
- c) Calculer le degré de liberté ($dl = k-1$, ici donc $dl = 3-1 = 2$) ;
- d) Décision de règle ;



Si χ^2 (khi carré) est $> 5,99$; on rejette l'hypothèse nulle.

Résultats

Coagulum d'extrait des différents organes de *C. procera*

Le protocole de fabrication du « Tchoukou » (Figure 1) réalisé démontre la présence d'activité coagulante des différents organes de *C. procera* (feuilles, tiges, fleurs) sur la formation du fromage ce qui a permis d'observer une activité plus importante au niveau d'extrait des feuilles par rapport aux autres extraits de *C. procera*. Des tests de coagulation ont été effectués en utilisant comme coagulant le filtrat obtenu des feuilles, des tiges et des fleurs broyés, extraits du *C. procera* avec du lait. La Figure 2 montre les fromages FRO01, FRO02 et FRO03 fait à base de coagulum d'extrait respectivement de feuilles, de tiges et de fleurs du *C. procera*.



Figure 2. Moulage et égouttage du fromage « Tchoukou », du haut vers le bas : fromage fait à base de coagulum d'extrait respectivement de feuilles (FRO01), de tiges (FRO02) et de fleurs (FRO03) du *C. procera*.

Analyses sensorielles

Le test d'évaluation sensorielle effectué sur les échantillons du fromage « Tchoukou » du *C. procera* a permis d'avoir les résultats consignés dans la Figure 3. Les résultats des propriétés organoleptiques d'évaluation sensorielle du fromage « Tchoukou » montrent que le FRO01 (fromage contenant le coagulum d'extrait des feuilles de *C. procera*) est plus apprécié en termes de goût, de texture et de couleur mais légèrement en deçà de l'appréciation de FRO02 (fromage contenant le coagulum d'extrait des tiges de *C. procera*) en termes de saveur. Par ailleurs, le FRO02, plus performant en saveur mais avec presque la même appréciation en couleur et en goût que FRO03 (fromage contenant le coagulum d'extrait des fleurs de *C. procera*). Le moins performant c'est donc le FRO03 dans tous les paramètres analysés à l'exception de la couleur où il se révèle être plus apprécié que le fromage FRO02.

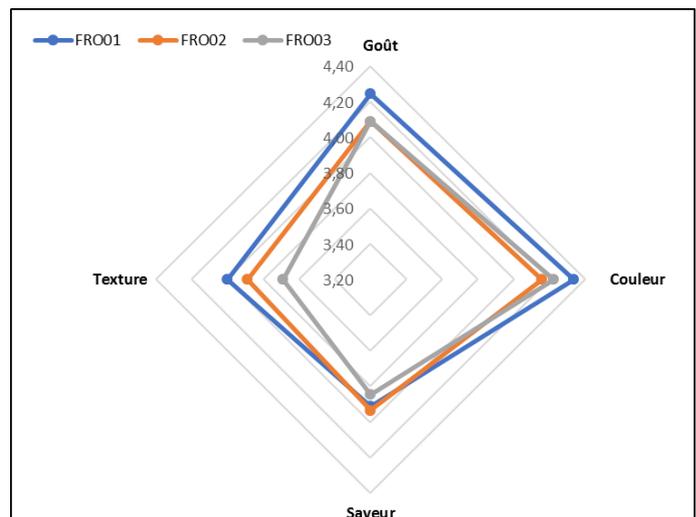


Figure 3. Spider plot qui indique les écarts entre les 3 types du fromage « Tchoukou » à base de coagulum d'extrait feuilles (FRO01), tiges (FRO02) et fleurs (FRO03) du *C. procera*.

Test de Friedman :

- n : nombre de dégustateur (n = 45) ;
- k : nombre de produit testés (k = 3) ;
- R : Somme des rangs du produit (Tableau 1);
- Il y a une différence entre les trois (3) échantillons
- $\alpha = 0,05$
- Calcul de degré de liberté : $dl = k-1 = 3-1 = 2$
- Décision de règle : $dl = 2, \alpha = 0,05 ; X^2 < 5,99$ donc accepté l'hypothèse nulle
- Test statistique
- $\chi^2 = -225,6$ (Goût)
- $\chi^2 = -263,54$ (Couleur)
- $\chi^2 = -213,2$ (Saveur)
- $\chi^2 = -198,8$ (Texture)

L'indicateur khi carré (χ^2) étant inférieur à la valeur 5,99 ; indique l'acceptation de l'hypothèse nulle. Ceux-ci impliquent qu'il y a une différence significative entre les 3 produits du « Tchoukou ». Les valeurs khi carré $\chi^2 = -225,6 ; \chi^2 = -263,54 ; \chi^2 = -213,2 ; \chi^2 = -198,8$ correspondent respectivement aux propriétés

organoleptiques goût, couleur, saveur et texture utilisées pour différencier les trois fromages étudiés.

Tableau 1. Somme des rangs du fromage « Tchoukou » à base de coagulum d'extrait de feuilles (FRO01), de tiges (FRO02) et de fleurs (FRO03) du *C. procera*.

Fromages	Goût	Couleur	Saveur	Texture
FRO01	77	68	69	77
FRO02	68	61	72	73
FRO03	68	64	69	64
χ^2	-225,6	-263,54	-213,2	-198,8

Discussion

La technique de fabrication du « Tchoukou » consiste à utiliser traditionnellement les feuilles souvent mélangées avec des fleurs et même de pousses. Cette étude vérifie séparément les activités anticoagulantes des différentes parties d'organe de *C. procera* dans la production de fromage traditionnel. Selon ces résultats les feuilles sont plus efficaces comme coagulant comparativement aux tiges et aux fleurs donnent à peu près le même résultat. Le *wagachi* est un fromage traditionnel reconnu en Afrique de l'Ouest, il est aussi fabriqué par le coagulum des extraits des feuilles et tiges de l'arbuste *C. procera* à la différence du « Tchoukou » est que ce dernier est sec et en feuillet. Le *wagachi* est mou et a la forme d'un petit gâteau (9). L'un ou l'autre, c'est une pratique connue en Afrique de l'Ouest, l'utilisation de *C. procera* dans la fabrication de fromage traditionnel (4,5).

La fabrication du « Tchoukou » est une preuve de la présence d'activité coagulante des extraits des organes de *C. procera* à savoir les feuilles, tiges et fleurs, d'où on remarque une meilleure appréciation sur la formation du fromage au niveau d'extrait des feuilles par rapport aux autres organes. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'enzyme protéolytique (calotropine) responsable de la coagulation est plus concentrée dans les feuilles. D'après les résultats obtenus, les extraits des feuilles sont plus efficaces que ceux des tiges. Ceux des fleurs ont donné des faibles coagulations du lait dans la formation du « Tchoukou ». Alors, la dose d'extrait des fleurs de *C. procera* a été doublée pour atteindre le même niveau de coagulation du lait. La quantité du coagulant varie selon les différents organes de la plante ; en plus, cela dépend aussi de l'âge de la plante, de sa station écologique et de son approvisionnement en eau (5,6).

L'évaluation sensorielle est définie comme l'ensemble de méthodes scientifiques utilisées pour évoquer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques des aliments perçues par les sens. Les méthodes sensorielles sont utiles pour identifier la bonne ou mauvaise qualité des produits c'est-à-dire pour mesurer dans quelle proportion le produit plaît à l'évaluateur, ou bien pour mesurer de façon la plus objective possible des caractéristiques du produit (10,11). D'après les résultats obtenus, l'extrait de feuilles permet une meilleure évaluation sensorielle que l'extrait des tiges. Les fromages avec les extraits des fleurs ont quant à eux montré une moins bonne appréciation sensorielle et très faible capacité de coagulation.

Généralement, pour améliorer et rendre accessible ce genre de produit traditionnellement fait, les différents paramètres du processus de fabrication ont toujours été pris en compte. Par conséquent, les résultats des travaux de Delacroix-Buchet et al., (12) sont un exemple des études menées en vue de la recherche d'amélioration des produits traditionnels du

lait. Tout de même, il ressort des études que le coagulum est un facteur important dans la formation du fromage en général et en particulier le coagulum de *C. procera* pour le « Tchoukou ». Bouton et Grappin (13) ont rapporté l'influence de la flore microbienne dans la formation de chaque goût de ce genre de fromage à pâte pressée.

Conclusion

L'ensemble des informations recueillies confirment l'intérêt que pourrait présenter une telle manipulation pour la fabrication de ce fromage sec, le « Tchoukou », en vue d'améliorer ce produit alimentaire au Niger où sa fabrication demeure traditionnelle. Il est ressorti de ces travaux que l'évaluation sensorielle a montré une préférence de fromage produit avec le coagulum d'extrait des feuilles du *C. procera*. L'existence d'une différence entre les fromages FRO01, FRO02 et FRO03 selon le Test de Friedman implique que le *C. procera* repartit différemment ses coagulums dans ses différents organes. En perspective, la détermination de la dose optimale des extraits du coagulum des différents organes de *C. procera* dans la fabrication du « Tchoukou » et l'optimisation de la production d'extrait du coagulum des différents organes du *C. procera* devraient faire l'objet d'études plus approfondies. De ces différents résultats, il est nécessaire qu'il ait de projet de leur valorisation industrielle.

Références Bibliographiques

1. Waigolo AKD., 2018. Déterminants et persistance de l'insécurité alimentaire au Sahel : cas du Mali. *Tropicultura*, 36(2), 392-399.
2. FAO, 2007. L'état des ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Rome. Pages 60-159 et 141-145 (Également disponible sur: www.fao.org/docrep/011/a1250f/a1250f00.htm) (consulté en octobre, 2018).
3. Eisikowitch D., 1986. Morpho-ecological aspects on the pollination of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) in Israel. *Plant Systematics and Evolution*, 152(3-4), 185-194.
4. Dossou J., Hounzangbe-Adote S., & Soule H. 2006. Production et transformation du lait frais en fromage peul au Bénin. Guide de bonne pratique. Version validée lors de l'atelier national avec l'appui financier de la Coopération Française. Pages 13-17.
5. Ado R.I., Lopez C., Lechevalier V., Gounga M.E., Robert B., Harel-Oger M., Garric G., Grongnet J.F. & Gaucheron F., 2018. Dairy curd coagulated by a plant extract of *Calotropis procera*: Role of fat structure on the chemical and textural characteristics. *Food Research International*, 105, 694-702.
6. Djibo O.F., 2018. Analyse socio économétrique et choix de des alternatives paysannes face à l'insécurité alimentaire au Niger : cas de la grappe des villages de Tolkobeye. *Tropicultura*, 36(2), 447-453.

7. Abeiderrahmane M., & Abeiderrahmane N., 2002. Tiviski : Une laiterie qui s'approvisionne en lait auprès des pasteurs en Mauritanie. Page 93.
8. Baba-Moussa F., Baba-Moussa L., Ahissou H., Bokossa I., Capo-Chichi B., Toukourou F., & Sanni A. 2007. Propriétés coagulantes de *Calotropis procera* et ses possibilités d'utilisation en industrie agro-alimentaire. Science et Médecine. Revue CAMES- Série A, 05, 7-11.
9. Ado R.I., Gounga M.E., Garric G., Harel-Oger M., Jardin J., Briard-Bion V., Leduc A., Cauty C., Adakal H., Grongnet J.F. & Gaucheron F., 2017, May. Caractérisation physico-chimique des caillés obtenus en utilisant un extrait de *Calotropis procera* et comparaison avec une coagulation par la chymosine. In Deuxième rencontres internationales sur le lait vecteur de développement (p. np).
10. Rousseau J. & Delteil D., 2000. Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des baies de raisin. Principe, méthode, interprétation. Revue française d'oenologie, 183, 0-13.
11. AFNOR, 2003. Analyse sensorielle-méthodologie-directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel. Recueil Normes Agroalimentaires, Analyse Sensorielle, 475-506.
12. Delacroix-Buchet A., Degas C., Lamberet, G., & Vassal, L., 1996. Influence des variants AA et FF de la caséine $\alpha 1$ caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. Le Lait, 76(3), 217-241.
13. Bouton Y. and Grappin R., 1995. Comparaison de la qualité de fromages à pâte pressée cuite fabriqués à partir de lait cru ou microfiltrés. Le Lait, 75(1), 31-44.