REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES -A
Sciences de la Nature et de la Vie
Sciences techniques
ISSN : 2661-7064
http://univ-eltarf.dz/fr/

Approche préliminaire sur la fromageabilité des laits collectés au niveau d'une fromagerie industrielle

Dahou Abdelkader Elamine[a*] , Medjahed Mostefa[a] , Aissaoui Chadeli[b] , Homrani Abdelkader[a]

[a] Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animales,Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
[b] Département des Sciences Agronomies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Chadli Bendjedid El Tarf, Algérie.

Informations

Mots clés :
Laits frais collectés,
Aptitude à la coagulation,
Rendement fromager ,
Fromagerie de Sidi-Saada

***Correspondance :**
abdelkader.dahou@univ-mosta.dz

Résumé

Dans une transformation du lait en fromage se cache des mécanismes physico-chimiques complexes liés à sa composition. Une vache laitière peut fournir un lait plus ou moins « fromageable », apte à la transformation selon ses aptitudes d'acidification et de coagulation et ses rendements fromagers. C'est dans ce contexte que les laits frais collectés par la Fromagerie de Sidi-Saada ont été testés avec des critères simples de composition chimique du lait en taux protéique, en taux butyreux et en matière minérale sur l'aptitude à la coagulation et en rendement fromager (répétabilité étalée sur les 3 périodes de la lactation). Les résultats chimiques obtenus ont été non conformes aux normes F.I.L sur le plan richesse en matière protéique et en matière minérale. La teneur moyenne en protéines est comprise entre 2,73 et 3,02%, celle du calcium entre 78 et 98 mg % et celle du phosphore entre 62 et 77 mg %. De plus la répétabilité des mesures chimiques sur les laits frais collectés nous a permis de détecter, par le dosage de l'urée, la défection du niveau d'azote sur la ration alimentaire journalière apportée au cheptel laitier nutriment nécessaire à l'amélioration du taux protéique des laits pour une conformité de la transformation et du rendement fromager.

1. Introduction

L'appréciation des propriétés technologiques des laits et des produits laitiers demeure un sujet d'actualité pour lequel beaucoup d'échanges s'intensifient entre zootechniciens et producteurs pour répondre aux exigences du transformateur [1, 2 et 3].

La qualité des laits représente une notion complexe parce qu'elle possède plusieurs dimensions telles que la fromageabilité des laits, celle-ci se décline différemment selon l'interlocuteur (producteur, transformateur et consommateur). La valeur d'un lait peut être jugée par son efficacité à la transformation en fromage [4 et 6].

L'aptitude à la coagulation du lait dépend de son pH initial, de sa teneur en calcium colloïdal et en protéines insolubles (les caséines) qui jouent un rôle primordial dans la mise en place du gel et dans la conformité du rendement fromager [5].

L'objectif de notre étude est de tester à travers la répétabilité dans le temps de l'indicateur fromageabilité des laits (aptitude à la coagulation-rendement fromager) utilisé sur des échantillons de lait collectés par la fromagerie de Sidi-Saada et d'essayer d'expliquer à travers la composition des laits utilisés ; les défaillances qui ont influé négativement sur leur fromageabilité (répétabilité étalée sur les 3 périodes de la lactation)

2. Matériels et méthodes

2.1. Période expérimentale

Les prises d'échantillons de lait ont été réalisées au niveau de la zone de réception des laits collectés de la fromagerie Sidi-Saada, durant les 03 périodes de la lactation, comme suit:

- en saison de haute lactation du 01 février 2019 au 31 mai 2019,
- en saison de moyenne lactation du 01 juin 2019 au 31 septembre 2019,
- et enfin an saison de basse lactation du 01 octobre 2019 au 31 janvier 2020.

2.2. Analyses établies

a) Analyses chimiques

Par le biais d'un Milko Scan FT2 (Série N°8100) pour la détermination de la composition chimique des laits en taux protéique TP, Taux butyreux TB, pH , teneur en matière minérale Ca et P , et dosage de l'urée.

b) Caractérisation de l'aptitude fromagère

Détermination des temps de coagulation

L'aptitude fromagère est déterminée par la mesure du temps de floculation et du temps de prise selon la méthode de thrombélastographie [7] et actualisée par Lij D. et Daligleish G. [8].

Le temps de floculation, d'un échantillon de lait porté dans un bain marie à 30°C, est l'intervalle de temps compris entre le moment de l'emprésurage et l'apparition des premiers flocons de caséines visibles à l'œil nu [1].

Le temps de prise est le moment où apparaissent les premières gouttelettes du lactosérum (début de l'exsudation du lactosérum) sur la surface du gel appelé aussi coagulum qui devient rigide et ne coule plus sur les parois du tube expérimental [9].

Pour toute coagulation, le temps de prise représente généralement environ le double du temps de floculation : ainsi pour un temps de floculation normalisé compris entre 5 et 8 minutes, le temps de prise se situe entre 10 et 16 minutes [10].

Calcul du rendement fromager

Le rendement fromager est généralement exprimé en kg de fromage obtenu à partir de 100 litres de lait. Pour pouvoir suivre l'évolution du rendement fromager, on doit toujours peser les caillés obtenus au même stade de lactation et de les comparer à la norme FIL, pour les laits issus de la même espèce et de la même technologie. Les valeurs obtenues sont mesurées en moyenne de 03 répétitions de pesée sur le même caillé obtenu [9 et 11].

Analyse statistique

L'étude de la similarité des moyennes des résultats de la fromageabilité des laits collectés testés a été rendue possible grâce à l'utilisation d'un test statistique du logiciel SYSTAT SOFTWARE MYSTAT 12. Le seuil de signification statistique est estimé à P< 0,05.

3. Résultats et Discussion

3.1. Résultats des analyses chimiques

Evaluation de la qualité chimique des laits collectés par la fromagerie de Sidi-Saada durant les 03 périodes de lactation sont illustrés dans les tableaux suivants :

Tableau 1: Evaluation de la qualité chimique des laits collectés en haute lactation.

Analyses chimiques réalisées	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
1/ Matière minérale					
Calcium mg/100 ml	93±0,65	97±0,55	98±0,15	92±0,45	89±0,5
Phosphore mg/100 ml	72±0,15	74±0,25	77±0,2	70±0,15	68±0,25
2/ Caractères chimiques					
pH	6,67±0,02	6,66±0,01	6,69±0,01	6,68±0,03	6,65±0,04
Taux protéique %	2,95±0,04	2,87±0,02	3,02±0,05	2,89±0,03	2,79±0,05
Taux butyreux %	3,30±0,12	3,12±0,08	3,4±0,2	3,15±0,2	2,98±0,32
Urée mg/l	170±3	172±2,5	178±1,5	171±2,2	167±2,8
3/ quantité produite					
Litres/Centre /Jour	9200	8700	12500	7200	4200

Tableau 2 : Aptitude fromagère et rendement fromager des laits collectés en haute lactation.

Critères de l'aptitude fromagère des laits	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
Temps de floculation en minutes (*)	8,10±0,015	9,05±0,025	7,5±0,01	8,75±0,02	9,62±0,03
Temps de prise en minutes (*)	16±0,03	18,1±0,03	15±0,015	17,5±0,04	19,25±0,025
Rendement fromager %	10,85±0,02	11,65±0,02	10,15±0,015	11,25±0,025	12,35±0,02

* Pas de différence significative (P<0,05)

Tableau 3 : Evaluation de la qualité chimique des laits collectés en moyenne lactation.

Analyses chimiques réalisées	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
1/ Matière minérale					
Calcium mg/100 ml	89±0,25	93±0,45	96±0,25	87±0,5	82±0,35
Phosphore mg/100 ml	68±0,2	70±0,15	74±0,15	67±0,25	63±0,25
2/ Caractères chimiques					
pH	6,73±0,02	6,69±0,02	6,7±0,02	6,74±0,02	6,66±0,02
Taux protéique %	2,93±0,05	2,85±0,03	2,98±0,04	2,87±0,02	2,76±0,04
Taux butyreux %	3,25±0,05	3,08±0,04	3,3±0,06	3,10±0,02	2,88±0,02
Urée mg/l	168±1,2	171±1,5	173±1,5	169±1,25	165±1,5

3/ quantité produite					
Litres/Centre /Jour	7750	5600	9800	5450	2700

Tableau 4: Aptitude fromagère et rendement fromager des laits collectés en moyenne lactation.

Critères de l'aptitude fromagère des laits	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
Temps de floculation en minutes (*)	9,25±0,015	9,8±0,025	8,1±0,025	9,60±0,02	10,15±0,03
Temps de prise en minutes (*)	18,5±0,03	19,5±0,04	16±0,035	19±0,03	20±0,04
Rendement fromager %	12,4±0,02	12,60±0,025	10,95±0,01	12,30±0,01	13,05±0,01

* Pas de différence significative (P<0,05)

Tableau 5 : Evaluation de la qualité chimique des laits collectés en basse lactation

Analyses chimiques réalisées	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
1/ Matière minérale					
Calcium mg/100 ml	84±0,55	90±0,65	94±0,45	83±0,5	78±0,65
Phosphore mg/100 ml	66±0,25	68±0,3	72±0,25	64±0,5	62±0,15
2/ Caractères chimiques					
pH	6,66±0,02	6,67±0,03	6,68±0,03	6,66±0,01	6,65±0,03
Taux protéique %	2,9±0,03	2,82±0,04	2,95±0,03	2,84±0,02	2,73±0,03
Taux butyreux %	3,12±0,15	3,02±0,03	3,28±0,18	3,06±0,02	2,85±0,03
Urée mg/l	166±1,2	168±0,8	171±0,5	166±0,4	162±0,25
3/ quantité produite					
Litres/Centre /Jour	5480	3270	7080	2980	1320

Tableau 6 : Aptitude fromagère et rendement fromager des laits collectés en basse lactation.

Critères de l'aptitude fromagère des laits	Centre de collecte Wilaya de Relizane	Centre de collecte Wilaya de Sidi-Belabbès	Centre de collecte Wilaya de Mostaganem	Centre de collecte Wilaya de Mascara	Centre de collecte Wilaya d'Oran
Temps de floculation en minutes (*)	10,25±0,02	11,10±0,025	9,2±0,01	10,8±0,02	12,05±0,025
Temps de prise en minutes (*)	20,5±0,03	22±0,035	18,5±0,02	21,5±0,03	24±0,035
Rendement fromager %	13,72±0,02	14,25±0,015	12,43±0,01	13,84±0,01	15,50±0,02

* Pas de différence significative (P<0,05)

L'aptitude du lait à la transformation s'apprécie à partir d'une qualité du lait pour une affectation technologique appropriée [6 et 12]. L'intérêt technologique à la transformation du lait réside dans sa richesse en nutriments de base, protides et lipides, mais aussi en matière minérale [13 et 14].

Il parait évident que l'analyse des laits avant leur transformation et leur caractérisation sur le plan chimique peuvent aider à mieux orienter les technologues sur les possibilités de leur exploitation industrielle et leur valorisation efficace.

La qualité chimique des laits a été évaluée et les résultats sont regroupés dans les tableaux 1, 3 et 5.

3.2. Teneur en matière minérale

La fraction minérale du lait joue un rôle important en technologie laitière et plus précisément fromagère (coagulation-synérèse et texture du caillé fromager). En effet toute modification dans la répartition minérale se répercute sur les propriétés technologiques des laits et les propriétés rhéologiques du coagulum [9 et 15].
D'après les résultats les taux de calcium et de phosphore sur nos laits sont en dessous de la norme déterminée par la FIL qui de 120 à 140 mg/100 ml pour le calcium et 85 à 90 mg/100 ml pour le phosphore.
Ces proportions auront un effet négatif sur le rendement fromager par les déperditions de protéines sériques qui seront constatées au moment de la synérèse du lactosérum après coagulation des laits transformés par la faiblesse dans l'agglomération du coagulum fromager à cause du faible équilibre en phosphate de calcium colloïdal au niveau des micelles de caséines.

3.3. pH

À travers nos résultats, les valeurs du pH des laits collectés sont normalisées chez les vaches laitières concernées entre 6,65 et 6,74 tolérables par la norme FIL **q**ui se situe entre 6,6 et 6,8 . Les laits collectés présentent une conformité et ainsi une bonne stabilité aux traitements thermiques qui seront menés lors de la transformation fromagère.
Toute baisse du pH en dessous de la norme favorise la solubilisation des minéraux, la déstabilisation des micelles de caséines conduisant à des pertes excessives au niveau du lactosérum lors de la transformation à influence directe sur la qualité de des fromages [9, 16 et 17].

3.4. Taux butyreux

Le taux butyreux est un paramètre technologique nécessaire pour un produit final à 40-45% de matière grasse (M.G) donnant au fromage fabriqué ses caractéristiques organoleptiques typiques : de flaveur , de goût et surtout de texture. D'après les résultats du taux butyreux obtenus nous remarquons que les laits collectés analysés présentent des taux autour de 2,85 à 3,4%. Les laits collectés des centres de Mostaganem, Relizane, Mascara et Sidi-Belabbès sont conformes à la norme FIL avec un taux butyreux qui varie entre 3 et 3,6% alors que ceux ramassés du centre de collecte d'Oran présentent un taux entre 2,85 et 2,98% en dessous de la norme.

Les fluctuations des teneurs en matière grasse est sous l'influence des conditions d'élevage tels que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés), les pratiques adoptées à la traite [18].
La texture des fromages, extra dure, demi-molle, molle, dépend de la teneur du lait en matière grasse [1 et 2].

3.5. Taux protéique

Le taux protéique varie en fonction :
· de la race et de la génétique de la vache
· de l'alimentation :

Le principal facteur alimentaire est l'apport d'énergie. Si les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts, il y a une diminution du taux protéique. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du TP en plus d'une chute de la production laitière.

Selon les résultats, nous observons que les laits collectés par la fromagerie présentent des niveaux non acceptables soit une moyenne en matière protéique de l'ordre de 2,73 à 3,02 % donnant un lait transformable avec un taux protéique non recommandé pour la transformation fromagère et selon les préconisations de la FIL pour la transformation laitière il est nécessaire de produire des laits atteignant l'ordre de 3,1 à 3,4% de TP
Les caséines sont les protéines transformables (80% des protéines du lait). La formation du gel fromager se fait à partir de l'agglomération des caséines [12 et 19].

3.6. Urée

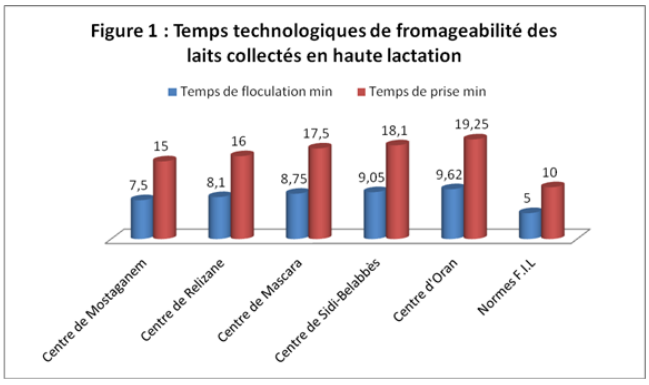
Le dosage de l'urée dans le lait permet d'avoir un contrôle du régime alimentaire en protéines des bovins laitiers [18].
L'interprétation des résultats donne des indications sur l'équilibre de la ration.
La teneur moyenne en urée pour le lait de vache sur notre cheptel contrôlé se situe en dessous de 200 mg/l soit entre 162 et 178 mg/l.

Concernant les échantillons de lait collectés, le taux inférieur à 200 mg /l montre que la ration alimentaire est non équilibrée chez le cheptel laitier nécessitant la révision du niveau d'azote du régime par un apport en protéines digestibles (PDI).

3.7. Contrôle de l'aptitude fromagère des échantillons de lait

Le principe de la transformation fromagère est la coagulation par un changement d'état du lait de liquide à semi-solide qui est appelé gel ou coagulum [9]. Le produit se sépare alors en deux phases : le lactosérum et le coagulum. Le lait possède des caséines responsables de la coagulation puisqu'elles sont responsables de la stabilité de la micelle.

Dans ce sens , les temps technologiques de coagulation donne des temps moyens de floculation entre 7,5 et 9,62 minutes contre des temps de prise de 15 à 19,25 minutes pour les échantillons de lait issus des vaches laitières en haute lactation .Alors que ceux de la moyenne lactation ont donné des temps moyens de floculation entre 8,1 à 10,15 minutes contre un temps de prise de 16 à 20 minutes et enfin les laits de la basse lactation ; un temps moyen de floculation de 9,2 à 12,05 minutes et un temps de prise de 18,5 à 24 minutes. La norme FIL applicable doit être comprise entre 5 et 8 minutes pour le temps de floculation et de 10 à 16 minutes pour le temps de prise. Les résultats obtenus (tableaux 2, 4 et 6) sont non conformes à une activité et à une cinétique coagulante réussie et adaptée à toute transformation fromagère (figure 1).



3.8. Détermination du rendement fromager

Le rendement fromager est généralement exprimé en kg de fromage obtenu à partir de 100 litres de lait ou en g pour 100 ml de lait [9 et 11] .
Les laits collectés présentent un rendement fromager en % avec une moyenne de 10,15 à 15,50% soit au dessus des normes tolérables de 8,5 à 10,5 % (tableaux 2, 4 et 6) . Cette non-conformité témoigne de la faiblesse des laits de vache en matière protéique à incidence directe sur les rendements fromagers obtenus (Figure 2). Plus précisément,

c'est la teneur en caséines (protéines coagulables) qui favorise le rendement.
Au niveau de la fromagerie, améliorer son rendement fromager commence donc tout simplement par une surveillance et une amélioration du TP.

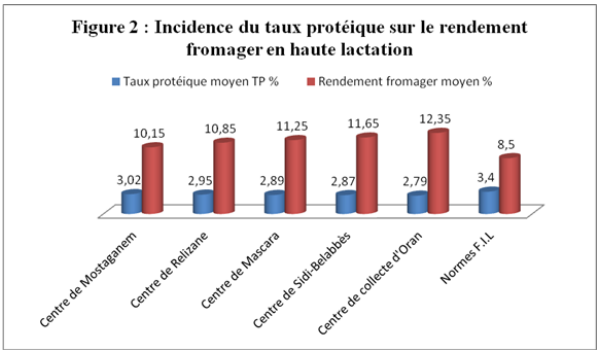


Figure 2 : Incidence du taux protéique sur le rendement fromager en haute lactation

L'analyse statistique des résultats, réalisée par le logiciel statistique SYSTAT SOFTWARE MYSTAT 12, a donné des valeurs de signification inférieures à 5% avec une aptitude fromagère presque similaire pour les laits collectés par la fromagerie durant les 03 phases de lactation. La cinétique de la coagulation représentée par les temps technologiques de floculation et de prise est aussi presque identique pour des laits étudiés avec une non-conformité à la norme FIL [20].

Le stade de lactation a eu un effet sur la quantité de lait produite ; laquelle s'est trouvée corrélée avec la qualité chimique du lait. En général, les résultats ont été non satisfaisants pour la majorité des paramètres évalués, particulièrement pour la matière minérale, le taux protéique (TP) et la concentration de l'urée dans les différents échantillons de laits analysés. On remarque aussi pour nos laits une diminution progressive du taux protéique du premier stade au troisième de lactation de façon proportionnelle aux quantités de lait produites et collectées au niveau des 05 centres.
L'approche de corrélation nous a permis de conclure que le stade de lactation semble avoir un effet significatif sur les variables chimiques et technologiques surtout la matière minérale, le TP et les temps technologiques et d'un autre côté la conduite d'élevage et plus précisément l'alimentation du cheptel, contrôlée par la concentration d'urée dans les laits produits, a eu un effet aussi significatif sur les variables contrôlées.

Sur l'aspect aptitude fromagère, le faible taux protéique des laits collectés a influé directement sur les temps technologiques, a minimisé la capacité de rétention du lactosérum et a donné des faibles taux d'hydratation des caillés lactiques obtenus. Cette capacité de rétention est essentielle à la bonne maîtrise des rendements fromagers et à l'obtention des produits laitiers escomptés.

Conclusion

Cette étude nous a permis de déceler les problèmes d'instabilité de la fromageabilité des laits transformés au niveau de la fromagerie de Sidi-Saada » les facteurs de variation de l'aptitude fromagère des laits sur les 03 phases de la production laitière. Les rendements fromagers et les paramètres technologiques de coagulation présentent des corrélations favorables entre eux et sont héritables de la qualité intrinsèque du lait. Ainsi à l'échelle de la transformation les facteurs de variation sont maintenant bien connus et les leviers d'action pour améliorer ce critère et atteindre le rendement fromager escompté sont bien identifiés.

Ils sont essentiellement d'ordre alimentaire (amélioration du niveau énergétique des rations et maîtriser les bonnes pratiques d'élevage). Cette démarche expérimentale primordiale émanant du Laboratoire des Sciences et des Techniques de Production Animales de l'Université de Mostaganem a un objectif : proposer des préconisations aux producteurs et aux transformateurs soucieux de l'amélioration de leurs actions et faire des corrélations entre les pratiques d'élevage et l'alimentation pour atteindre une qualité du lait apte à la transformation fromagère.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Directeur Général de la Fromagerie Sidi-Saada pour sa bonne collaboration à la réussite de cette étude, l'ensemble du personnel du laboratoire des sciences et techniques de production animales et la DGRSDT pour sa contribution à l'épanouissement de la recherche scientifique en Algérie.

Références :

[1] Hurtaud C, Buchin S, Matin B, Verdier-Metz I, Peyraud JL et Noël Y, (2001). La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation : quelques techniques de mesure dans les essais zootechniques. Renc. Rech. Ruminants, n°8.pp: 35-42.
[2] Pougheon S, (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière .thèse de doctorat spécialité vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.102p.
[3] Sanchez MP, Wolf V, Laithier C, El Jabri M, Beuvier E, Rolet-Répécaud O, Gaudillière N, Minéry S, Ramayo-Caldas Y, Tribout T, Michenet A, Boussaha M, Taussat S, Fritz S, Delacroix-Buchet A, Grosperrin P, Brochard M, Boichard D, (2019).Analyse génétique de la « fromageabilité » du lait de vache prédite par spectrométrie dans le moyen infrarouge en race Montbéliarde. Vol. 32 No. 3 : 379-398.

[4] Grelet C, Froidmont E, Rondia P, Dehareng F, Sinnaeve G, (2013). Influence de l'alimentation des vaches laitières sur la fromageabilité du lait. Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W), 24 Chaussée de Namur, 5030 Gembloux, Belgique Renc. Rech. Ruminants.20(1) :115-116p

[5] Vignola CL et Amiot J, (2002) .Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-600.

[6] Cauty I, et Perreau JM, (2009). Conduite du troupeau bovin laitier. Production, Qualité Rentabilité. Collection produire mieux .2eme édition France Agricole. 334 p

[7] Alais C, (1982). Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4éd : 814 pages

[8] Lij D et Daligleish G, (2006). Mixed coagulation of milk – gel formation and mechanism, J. Agric. Food Chem. 54, 4687–4695.

[9] Eck A et Gillis JC, (2006). Le fromage. 3eme edition : Tec et Doc, Lavoisier.Paris. 891p.

[10] FAO/OMS. (1999), CODEX STAN 206-1999. Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 258p.

[11] Laithier C, Wolf V, Brochard M, Sanchez MP, Gaudillière N, Minéry S, Fritz S,

Gavoye S, Gaüzère Y, Rolet-Répécaud O, Notz E, Bouton Y, Boichard D, Grosperrin P, Delacroix-Buchet A, (2020). FROM'MIR : Développer des outils de prédiction et de conseil pour maîtriser la fromageabilité des laits destinés à la fabrication des fromages traditionnels. Innovations Agronomiques.79 (2020) : 227-244.

[12] Jakob E, Winkler H, Schaeren W, Amrein R, et Geinoz M, (2011). La qualité du lait cru un défi permanent. Edition Agroscope Liebefeld-Posieux forum n°78 f.pp :5- 17.

[13] Colinet FG, Troch T, Bossche SV, Dardenne P, (2013).Étude de la variabilité des aptitudes à la transformation laitière en Région wallonne basée sur l'utilisation de la spectrométrie infrarouge. ARC-W & GxABT - Carefour Productions animales .2013(1) : 86-92

[14] Tir EH, Bounoua S, Heddar M, Boukila S, (2015) .Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie).ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol.8 n °2 (2015) : 26 - 33

[15] Bousbia A, Boudalia S, Guerioui Y, Belaize B, Meguelati S, Amrouchi M, Ghebache R, Belkheir B, Benidir M, (2018). Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria.Asian journal of Dairy and food research . 37(3), 192-196

[16] Matallah S, Matallah F, Djedidi J, Mostefaoui KN et Boukhris R, (2019). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. https://www.researchgate.net/publication/331159491.10p

[17] Remane Benmalem R, Bellal MM, Nouani A, (2016). Influence de quelques paramètres de production sur la qualité physico-chimique et technologique du lait de vache dans les zones de plaines du haut cheliff en Algérie.Nature and Technology Revue .N°15 :09-13

[18] Perreau JM, (2014). Conduire son troupeau de vaches laitières. 2ème ed. Agriproduction France Agricole. , France. 405p.

[19] Cremo M, (2003). Problèmes de qualité du lait ? – Causes possibles et mesures à prendre.

Brochure 1ere édition Paris. 3p.

[20] FIL (Fédération Internationale du Lait) Référence ISO 707/ F.I.L (2018). Normes définies pour les analyses microbiologiques et chimiques des laits et des produits laitiers. Rome, 358p.