

Impact of somatic cell counts on milk production and chemical composition of raw milk

Impact des cellules somatiques sur la production laitière et la composition chimique du lait cru

Y. HACHANA^{1*}, G. TEBBINI¹

¹ High Institute of Agriculture Chott-Meriam Sousse Tunisia

*Corresponding author: hachana@yahoo.fr

Abstract – Besides its use for determining udder health status, somatic cell counting (SCC) is considered as one of the most determinant factors of milk quality. The objective of this study is to determine the effect of SCCs on individual milk production as well as on chemical composition of raw milk. The obtained results showed that SCC was positively correlated with milk production. Animals with SCC below 300 000 cells/ml showed the highest milk production (19.38 l/d) while animals with SCC above 10⁶ cells/ml showed the lowest production (17.34 l/d). Correlation tests revealed that SCC, fat and protein contents in milk are positively correlated. The fat and protein levels in milk of animals with SCC less than 300 000 cells/ml were respectively 36.1 and 31.4 g/l while those of animals with SCC exceeding 10⁶ cells/ml were 36.8 and 32.5 g/l respectively, with 0.7 g/l difference for fat and 1.1g/l for protein content. The urea level was negatively correlated with the SCC. Milk with SCC below 300 000 cells/ml showed the highest urea level (21.68 g/l), while the lowest level (18.74 g/l) was recorded for milk from animals with SCC above 10⁶ cells/ml.

Keywords: Raw milk, somatic cells, chemical composition, milk production

Résumé - Outre son utilisation pour déterminer l'état sanitaire de la mamelle, le comptage des cellules somatiques (CCS) est considéré comme l'un des facteurs les plus déterminants de la qualité du lait cru. L'objectif de ce travail consiste à déterminer l'effet des CCS sur la production laitière individuelle ainsi que sur la composition chimique du lait cru. Les résultats obtenus ont montré que le CCS a été corrélé positivement avec la production laitière. Les animaux ayant un CCS inférieur à 300 000 cellules/ml ont montré les productions laitières les plus élevées (19,38 l/j) alors que les animaux ayant un CCS dépassant 10⁶ cellules/ml ont montré les productions les plus faibles (17,34 l/j). Les tests de corrélation ont révélé que le CCS, la matière grasse (MG) et la matière protéique (MP) du lait sont positivement corrélés. Les teneurs en MG et MP du lait des animaux ayant un CCS inférieur à 300 000 cellules/ml ont été respectivement de l'ordre 36,1 et 31,4 g/l alors que celles des animaux ayant un CCS dépassant 10⁶ cellules/ml ont été respectivement de l'ordre de 36,8 et 32,5 g/l, c'est-à-dire une différence de 0,7 g/l pour MG et 1,1 g/l pour MP. Quand au taux d'urée il a été négativement corrélé avec le CCS. Le lait à CCS inférieur à 300 000 cellules/ml a montré le taux d'urée le plus élevé (21,68 g/l), alors que le taux le plus faible (18,74 g/l) a été enregistré pour le lait des animaux ayant un CCS dépassant 10⁶ cellules/ml.

Mots clés : Lait cru - cellules somatiques - composition chimique - production laitière

1. Introduction

Les cellules somatiques sont composées de cellules épithéliales et surtout des globules blancs (Kelly et al., 2000). Les cellules somatiques sont naturellement présentes dans le pis où ils participent activement à la défense contre une éventuelle infection (Leitner et al., 2000a, b). Dans le cas d'une mammite il y a un afflux important de globules blancs dans le pis. Cette réaction est tout à fait normale et salutaire pour l'animal car elle lui permet de combattre efficacement l'infection (Silanikove et al., 2006). Le comptage des cellules somatiques (CCS) dans le lait est utilisé pour mesurer la santé des glandes mammaires et la qualité du lait (Rogers et al., 1989). Le lait des vaches infectées est caractérisé par une augmentation du CCS (Machado et al., 2000). Selon Guillot (2016), si un CCS est inférieur à 200 000 cellules/ml, la



prévalence d'infection dans le troupeau est considérée comme faible alors qu'au dessus de 300 000 cellules/ml, la prévalence d'infection est considérée comme forte. Au Canada, la norme applicable pour le CCS du lait de mélange est de 500 000 cellules/ml (Olde et al., 2010), alors qu'aux Etats-Unis d'Amérique, la limite réglementaire du CCS du lait du réservoir est de 750 000 cellules/ml (Schukken et al., 2003). Les CCS dans le lait sont corrélés négativement avec le rendement laitier (Verma, 2007 ; Cinar et al., 2015). Les CCS les plus élevés étaient associés à une diminution de la production laitière. L'impact étant plus important chez les vaches les plus âgées que chez les vaches en première lactation (Gonçalves et al., 2018). Le lait à CCS élevé est caractérisé par une instabilité aux traitements thermiques et par une variation de sa composition chimique telle que la réduction du calcium, du lactose et de la caséine, et l'augmentation du sodium, du chlorure et des protéines sériques (Fernandes et al., 2004). Ramos et al. (2015) ont signalé que l'augmentation des CCS dans le lait a entraîné une augmentation significative de la teneur en matière grasse, de l'azote soluble et des fractions de protéines solubles, et une réduction de l' α -caséine, de la β -caséine et de la κ -caséine. En effet selon Cinar et al. (2015) les protéines totales du lait avec des CCS élevés peuvent rester inchangées ou subir de petits changements, parce que la diminution du taux de caséine s'accompagne d'une augmentation des protéines sériques, ce qui en résulte un changement négligeable dans la fraction des protéines totales. Selon Juozaitiene et al. (2004), l'augmentation des CCS de 100 000 à 800 000 cellules/ml, et plus, a engendré une diminution de 14,7 % de la teneur en matière grasse et de 13,3 % de la teneur en protéines du lait. Cinar et al. (2015), ont mentionné que le CCS avait une corrélation négative avec le lactose et une corrélation positive avec la matière grasse et les protéines, tandis que la corrélation entre le CCS et l'urée n'était pas significative.

L'objectif de ce travail consiste à étudier à travers les résultats du contrôle laitier l'impact du comptage de cellules somatiques sur la production laitière individuelle ainsi que sur la composition chimique du lait cru, essentiellement les teneurs en matière grasse, en matière protéique et en urée.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Origine des données

Les données utilisées sont les résultats d'analyses du contrôle laitier effectuées dans le laboratoire de l'Office de l'Élevage et des Pâturages de Sidi Thabet Tunis. L'étude a été faite sur 253 354 enregistrements de contrôle laitier officiel répartis sur l'ensemble du territoire tunisien. Les contrôles ont été effectués entre 2012 et 2017 sur des vaches ayant vêlées entre 2006 et 2017. Les données utilisées sont classées par animal et renferment les comptages des cellules somatiques, la quantité de lait produite lors du jour du contrôle et la composition chimique du lait (matière grasse, matière protéique et urée).

2.2. Analyse du lait

Pour déterminer la composition chimique du lait ainsi que le comptage cellulaire, l'appareil utilisé est le Bentley-500 (FTS/FCM) avec une capacité d'analyse totale de 500 échantillons par heure. La série FTS/FCM est composée de deux modules séparés, le cytomètre de flux permettant le dénombrement des cellules somatiques et le spectromètre infrarouge fonctionnant selon le principe de transformation de Fourier permettant de déterminer la composition du lait, notamment sa teneur en matière grasse, matière protéique et urée.

2.3. Analyses des données

Une analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée à fin d'étudier l'effet des comptages de cellules somatiques sur la production laitière et la composition chimique du lait cru. Le logiciel utilisé est XLSTAT version 5.03 année 2014. Les moyennes significativement différentes ont été identifiées à l'aide du test de Tukey. Tous les seuils de significations ont été basés sur une probabilité de 5%.

3. Résultats et discussions

3.1. Effet sur la production laitière

Le comptage des cellules somatiques (CCS) a affecté significativement ($P < 0.05$) la production laitière (figure 1). De plus, le CCS a été corrélé positivement avec la production laitière. Plus le CCS du lait augmente plus la quantité de lait produite diminue. La production laitière des animaux ayant un CCS inférieur à 300,000 cellules/ml a été de l'ordre de 19,38 l/j alors que pour les animaux ayant un CCS dépassant 10^6 cellules/ml elle a été de l'ordre de 17,34 l/j (Figure 1). Pour les animaux à CCS compris entre 300 000 et 600 000 cellules/ml et les animaux à CCS compris entre 600 000 et 1000 000 cellules/ml la production laitière a été presque la même ; 18,02 et 18,07 l/j respectivement. Ces résultats sont en

parfait accord avec les travaux de Verma (2007), Cinar *et al.* (2015) et Gonçalves *et al.* (2018) qui ont tous rapporté une corrélation positive significative ($P < 0.01$) entre la production laitière et le CCS du lait. Gonçalves *et al.* (2018) ont affirmé que généralement les CCS les plus élevés sont associés à une diminution de la production laitière, plus significative surtout chez les vaches les plus âgées que chez les vaches en première lactation. Selon Juozaitiene *et al.* (2004), l'augmentation des CCS de 100 000 à 800 000 cellules/ml et plus a provoqué une diminution de l'ordre de 14,4% du rendement laitier des vaches Holstein par rapport à leur réel potentiel. Roca Fernandez (2014) a attribué la réduction de la production laitière aux dommages physiques aux niveaux des cellules épithéliales de la glande mammaire infectée et à une réduction de la capacité synthétique et sécrétoire de la glande dans son ensemble.

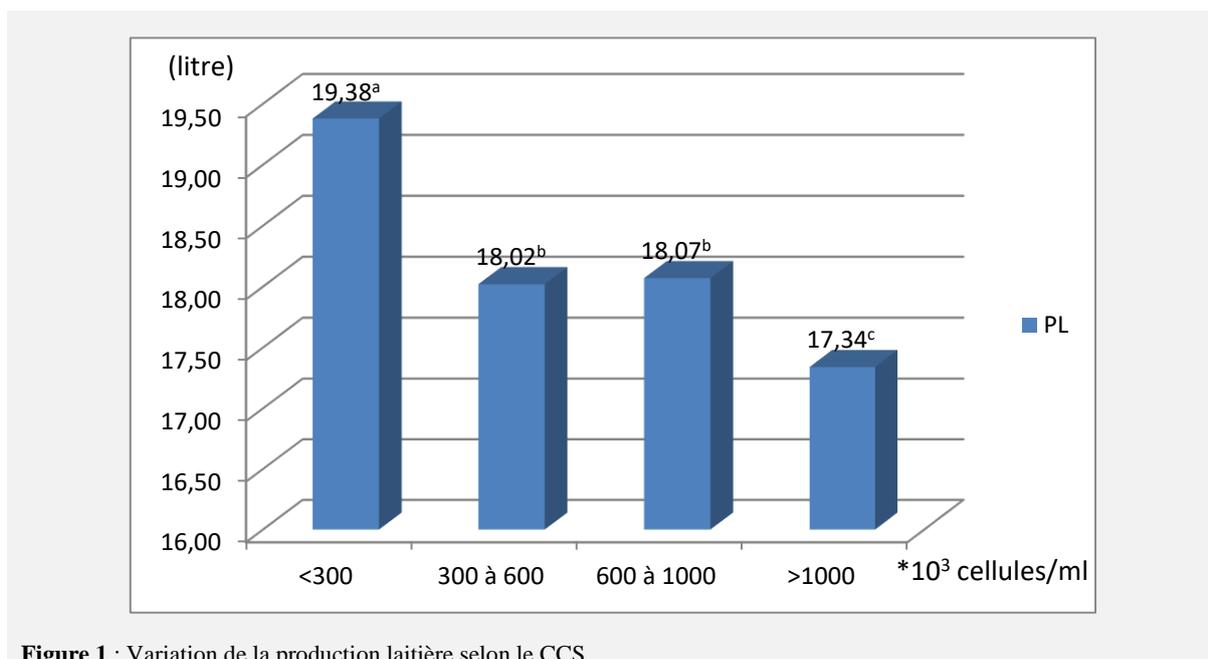


Figure 1 : Variation de la production laitière selon le CCS

3.2. Effet des comptages cellulaires sur la teneur en matière grasse du lait

Les tests de corrélation ont révélé que le comptage des cellules somatiques et la matière grasse du lait sont positivement corrélés. L'augmentation des taux de cellules somatiques dans le lait s'est accompagnée d'une augmentation significative ($P < 0.05$) de la teneur en matière grasse (Figure 2). La teneur en matière grasse (MG) du lait des animaux ayant un CCS inférieur à 300 000 cellules/ml a été de l'ordre 36,1 g/l alors que celle des animaux ayant un CCS dépassant 10^6 cellules/ml a été de l'ordre de 36,8 g/l, c'est-à-dire une différence de 0,7 g/l. Cependant, la teneur en MG a été la même pour les animaux à CCS compris entre 300 et 600 000 cellules/ml et 600 et 1000 000 cellules/ml (Figure 2). Ces résultats sont en accord avec ceux mentionnés par Cinar *et al.* (2015) et Ramos *et al.* (2015) qui ont observé une augmentation du taux de MG dans le lait des animaux atteints par la mammite par rapport à des animaux sains. Dans les travaux menés par Randy *et al.* (1988), la corrélation entre le taux butyreux et les numérations cellulaires a été négative mais non significative. Par contre, Juozaitiene *et al.* (2004), ont rapporté que l'augmentation des CCS de 100 000 à 800 000 cellules/ml et plus, a engendré une diminution de l'ordre de 14,7 % de la teneur en matières grasses du lait produit. Dans le même sens, Park (1991) a trouvé une corrélation positive mais non significative entre ces deux paramètres.

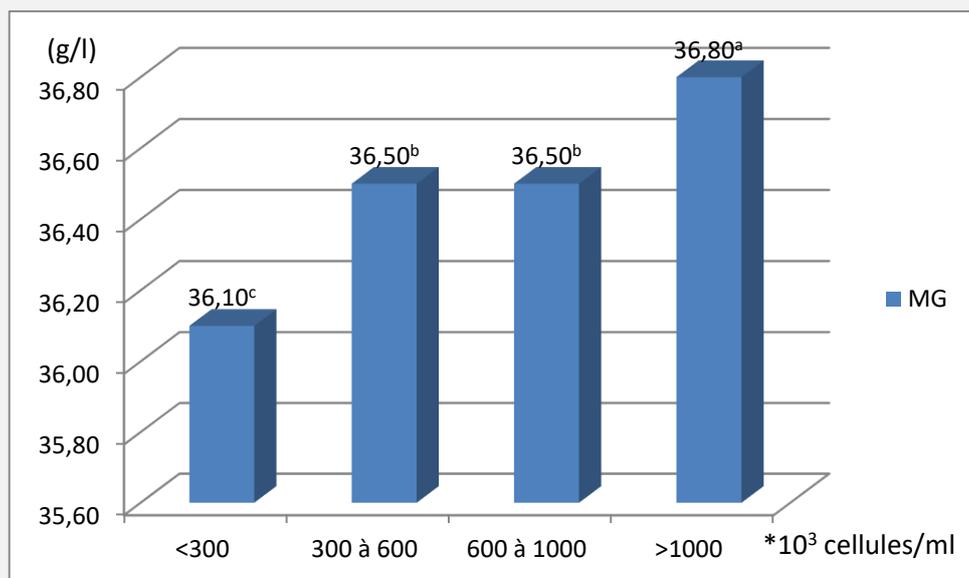


Figure 2. Variation de la teneur du lait en matière grasse selon le CCS

3.3. Effet des comptages cellulaires sur la teneur en matière protéique du lait

La teneur en matière protéique (MP) du lait a été significativement ($P < 0.05$) affectée par le CCS. Le taux protéique du lait a été positivement corrélé avec le CCS. Plus le CCS augmente plus la teneur en MP du lait produit augmente (Figure 3). Le lait à CCS inférieur à 300 000 cellules/ml a montré des teneurs en MP de l'ordre de 31,4 g/l alors que le lait à CCS dépassant 10^6 cellules/ml a montré des teneurs de MP de l'ordre de 32,5 g/l, c'est-à-dire une différence de 1,1 g/l (Figure 3). Des résultats similaires ont été évoqués par Cinar *et al.* (2015) qui ont rapporté que le lait à CCS élevé provenant d'animaux atteints par la mammite a généralement une teneur en MP nettement plus élevée que celle du lait provenant d'animaux à CCS inférieur à 200 000 cellules/ml. Selon Baudry *et al.* (1997), le taux protéique s'accroît avec l'intensité de l'inflammation mammaire. Cette progression est toutefois la résultante de deux phénomènes opposés, l'augmentation des protéines solubles (filtration accrue) venant compenser en plus ou moins grandes proportions la diminution de la synthèse des caséines. Cependant, Jones *et Bailey* (2009) ont évoqué que les protéines du lait diminuent avec l'augmentation du CCS. Ils ont expliqué ce phénomène par l'augmentation de l'activité des enzymes protéolytiques dans le lait mammiteux qui provoquent la transformation de la caséine du lait en protéines solubles. Ramos *et al.* (2015) ont signalé que l'augmentation des taux de cellules somatiques dans le lait a entraîné une augmentation significative ($P < 0.01$) de l'azote soluble et des fractions de protéines solubles avec une réduction notable de l' α -caséine, de la β -caséine et de la κ -caséine. Ce phénomène a été expliqué par une activité protéolytique plus élevée dans le lait à CCS élevé. Cependant, il faut faire attention lors de la lecture des résultats analytiques car les protéines totales dans le lait avec CCS élevé peuvent rester inchangées ou subir de petits changements, car la diminution du taux de caséine dans le lait s'accompagne généralement d'une augmentation des protéines sériques, ce qui en résulte en un changement négligeable dans la fraction des protéines totales (Cinar *et al.*, 2015). Selon Juozaitiene *et al.* (2004), l'augmentation des CCS de 100 000 à 800 000 cellules/ml et plus, a engendré une diminution de 13,3 % de la teneur en protéines du lait.

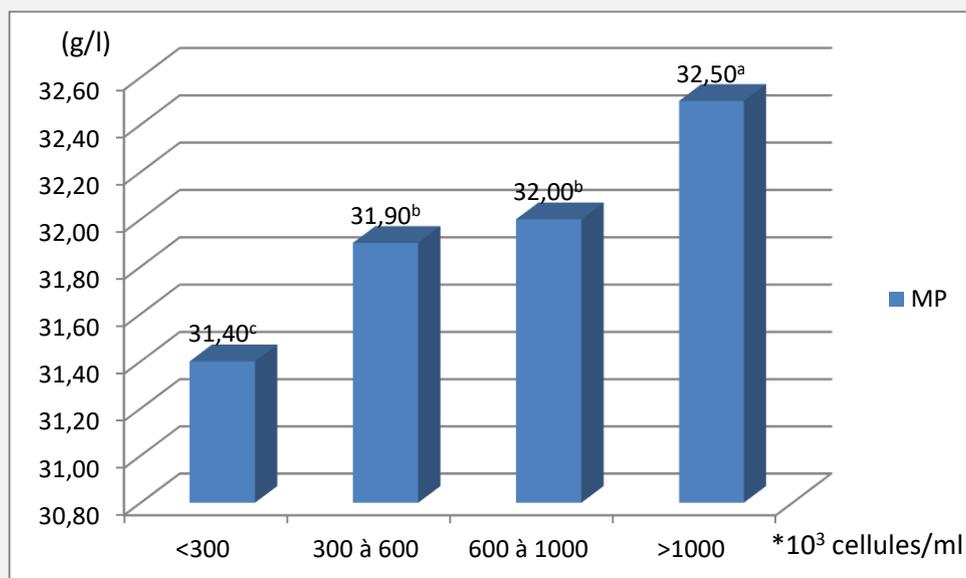


Figure 3. Variation de la teneur du lait en matière protéique

3.4. Effet des comptages cellulaires sur le taux d'urée du lait

Le taux d'urée du lait a été significativement ($P < 0.05$) affecté par le comptage de cellules somatiques (CCS). Le CCS a été corrélé négativement avec le taux d'urée dans le lait. Plus le CCS augmente plus le taux d'urée diminue (Figure 4). Le lait à CCS inférieur à 300 000 cellules/ml a montré la teneur en urée la plus élevée (21,68 g/l), alors que la teneur la plus faible (18,74 g/l) a été enregistrée pour le lait des animaux ayant un CCS dépassant 10^6 cellules/ml (Figure 4). Ces résultats sont en parfait accord avec ceux mentionnés par Johnson et Young (2003) qui ont rapporté une corrélation négative entre l'urée du lait et le CCS. Cependant selon une étude faite par Cinar *et al.* (2015), le CCS a montré une corrélation négative avec le lactose et une corrélation positive avec la matière grasse et les protéines, alors que le taux d'urée n'a pas été affecté par le CCS. Stoop *et al.* (2007) ont observé une forte corrélation génétique entre l'urée du lait et le CCS ($r = 0,85$).

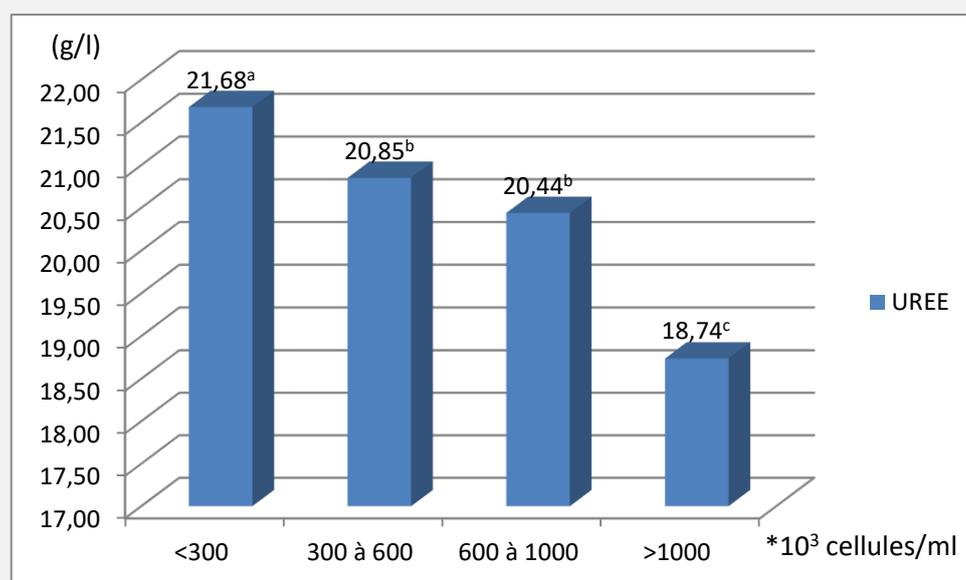


Figure 4. Variation de la teneur en urée du lait selon le CCS

4. Conclusion

Ce travail a permis de démontrer que le comptage de cellules somatiques (CCS) a affecté négativement la production laitière individuelle. De plus, le CCS a provoqué une modification significative de la composition chimique du lait. Dans les pays qui appliquent le paiement du lait à la qualité le CCS est considéré parmi les paramètres déterminant dans l'évaluation de la qualité du lait cru.

5. Références

- Baudry C, de Cremoux R, Chartier C, Perrin G (1997)** Incidence de la concentration cellulaire du lait de chèvre sur sa production et sa composition. *Vet Res.* 28: 277-286.
- Cinar M, Serbester U, Ceyhan A, Gorgulu M (2015)** Effect of Somatic Cell Count on Milk Yield and Composition of First and Second Lactation Dairy Cows. *Italian J Anim Sci.* 14: 105-108.
- Fernandes A.M, Oliveira C.A.F, De Tavolaro P (2004)**. Relationship between somatic cell counts and composition of milk from individual Holstein cows. *Arquiv Instit Biol.* 71: 163-166.
- Gonçalves J.L, Cue R.I, Botaro B.G, Horst J.A, Valloto A.A, Santos M.V (2018)** Milk losses associated with somatic cell counts by parity and stage of lactation. *J Dairy Sci.* 101: 4357-4366.
- Guillot S (2016)** Contribution à l'élaboration d'un logiciel facilitant la réalisation D'audit « qualité du lait » en Partenariat avec le laboratoire Vétérinaire. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, École nationale vétérinaire d'Alfort, France, 179 p.
- Johnson R.G, Young A.J (2003)** The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in western commercial dairy herds. *J Dairy Sci.* 86: 3008-3015.
- Jones G.M, Bailey T.L (2009)** Understanding the Basics of Mastitis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia Cooperative Extension.
- Juozaitiene D, Juozaitis A, Micikeviciene R (2004)** Relationship Between Somatic Cell Count and Milk Production or Morphological Traits of Udder in Black-and-White Cows. *Turk J Vet Anim Sci.* 30: 47-51.
- Kelly A.L, Tiernan D, O'Sullivan C, Joyce P (2000)** Correlation between bovine milk somatic cell count and polymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. *J Dairy Sci.* 83, 300–304.
- Leitner G, Chaffer M, Krifucks O, Glickman A, Ezra E, Saran A (2000a)** Milk leukocyte population in heifers free of udder infection. *J Vet Med.* 47, 133–138.
- Leitner G, Shoshani E, Krifucks O, Chaffer M, Saran A (2000b)** Milk leukocyte population patterns in bovine udder infection of different etiology. *J Vet Med.* 47, 581–589.
- Machado P.F, Pereira A.R, Silva L.F.P, E-Sarriés G.A (2000)** Células somáticas no leite emrebanhos brasileiros. *Scientia Agric.* 57, 359-361.
- Olde Riekerink R.G, Barkema H.W, Kelton D.F, Scholl D.T (2010)** Incidence case of clinical Mastitis on Canadian dairy farms. *J Dairy Sci.* 91:1366-1377.
- Park YW (1991)** Inter relationships between somatic cell counts, electrical conductivity, percent fat and protein in goat milk. *Small Ruminant Res.* 5: 367-375.
- Ramos T.M, Costa F.F, Pinto I.S.B, Pinto S.M, Abreu L.R (2015)** Effect of Somatic Cell Count on Bovine Milk Protein Fractions. *J Anal Bioanal Tech.* 6: 1-7.
- Randy HA, Wildman E.E, Caler W.A, Tulloch GL (1988)** Effect of age and time of milking on day-to-day variation in milk yield milk constituents and somatic cell counts. *Small Rum Res.* 1: 151-155.
- Roca Fernandez A.I (2014)** Animal Factors Condition Milk Performance and Quality of Grazing Dairy Cows. *Iranian J Appl Anim Sci.* 4: 1-20.
- Rogers S.A, Mitchell G.E, Bartley J.P (1989)**. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. 4. Non-protein constituents. *Aust J Dairy Technol.* 44: 53-56.
- Schukken Y.H, Wilson D.J, Welcome F, Garrison-Tikofsky L, Gonzalez R.N (2003)** Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res.* 34: 579–596.
- Silanikove N, Merin U, Leitner G (2006)** Physiological role of indigenous milk enzymes: an overview of an evolving picture. *Int Dairy J.* 16: 535–545.
- Stoop W.M, Bovenhuis H, Van Arendonk J.A.M (2007)** Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. *J Dairy Sci.* 90: 1981-1986.
- Verma M.P (2007)** Studies on factors affecting somatic cell counts in milk of buffaloes. Doctoral thesis in livestock production and management. Dairy cattle breeding division, National Dairy Research Institute, Karnal, India.