LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

E. PIJANOWSKI. — Au sujet de l'épreuve de la fraîcheur et de la force présurigène du lait	1
G. BELLE. — La tension superficielle du lait de vache	13
J. PIEN et J. BAISSÉ. — A propos de la désacidification électrique du lait	20
M. LEMOIGNE et P. MONGUILLON. — Les améliorants des beurres à base de diacétyl sont-ils des produits naturels ?	26

Revue :

G. GÉNIN. — La stérilisation des ustensiles de laiterie par la chaleur sèche	30
--	----

Bibliographie analytique :

1 ^o Les livres	33
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	37
3 ^o Brevets	87

Bulletin bibliographique :

1 ^o Les livres	89
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	91
3 ^o Brevets	98

Documents et informations :

C. WOLF. — Le mouvement coopératif laitier en Finlande. (<i>A suivre.</i>)	100
M. FOUASSIER. — Le fromage de « Port-du-Salut ».	104
C. WOLF. — Des « catéchismes » laitiers	107
Nouvelle législation du lait au Nippon	109
Les coopératives laitières en Finlande	110
Les travaux du Laboratoire officiel du Gouvernement britannique	111
Revêtement anticorrosif pour la protection des réservoirs en béton destinés à contenir du lait sur	111

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

AU SUJET DE L'ÉPREUVE DE LA FRAICHEUR ET DE LA FORCE PRÉSURIGÈNE DU LAIT

par EUG. PIJANOWSKI

Institut de Bactériologie et d'Industrie Agricole de l'Ecole Centrale
Agronomique à Varsovie.

Directeur : Professeur D^r W. DABROWSKI.

INTRODUCTION

Dans le manuel de W. MORRES : « *Praktische Milchuntersuchung* » (2), ainsi que dans « *Lehrbuch der Milchwirtschaft* » par FLEISCHMANN et WEIGMANN (3), on trouve la description d'une

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Wilhelm MORRES. *Praktische Milchuntersuchung*, V Aufl., Berlin, P. Parey, 1930, p. 17.

(3) FLEISCHMANN u. WEIGMANN. *Lehrbuch der Milchwirtschaft*, VII Aufl., P. Parey, 1932, p. 451.

nouvelle méthode de l'appréciation de la fraîcheur et de la force présurigène du lait. La méthode a été élaborée par W. MORRES.

La base générale de l'épreuve est la suivante. Le lait forme une caillebotte à cause de la décomposition du complexe Ca-caséine, quand l'acidité du lait est de 24-30° Soxhlet-Henkel, en moyenne 27° S.-H. Cette valeur, diminuée de l'acidité (titrimétrique, également en degrés Soxhlet-Henkel) du lait, nous donne la quantité (ou mieux le volume) de la solution d'acide indispensable à additionner au lait pour y provoquer la précipitation de la caséine. Si la quantité de la solution d'acide était en effet moindre que celle donnée par le calcul, nous supposerions que la capacité de donner du caillé avait été provoquée partiellement par l'action du ferment « présure », qui pouvait être produite par les microorganismes tels que par exemple *Bacillus subtilis* et d'autres.

Or, plus le volume d'acide est grand pour provoquer la précipitation de la caséine, plus le lait posséderait de *degrés de fraîcheur* (Frischegraden). Si nous supposons que le titrage s'effectue à l'aide de solutions décinormales et qu'on titre 40 cm³ de lait (ce qui correspond à la proportion des liquides dans la méthode Soxhlet-Henkel) (1), d'une acidité de S degrés Soxhlet-Henkel, c'est en cas d'absence de l'action présurigène que la quantité de ml de la solution N/10 d'acide ne serait que de 27 — S environ, tandis qu'en cas d'action présurigène, la quantité de la solution d'acide serait moindre que (27 — S)ml, soit [(27 — S) — L]ml. La différence : $27 - S - [(27 - S) - L] = L$ représenterait les degrés d'action présurigène du lait (Labgraden).

Nous distinguons les trois cas suivants de caillage du lait : 1° le caillage dû à la fermentation purement lactique ; 2° dû à la fermentation purement présurigène et 3° le caillage provoqué par une action mixte acido-présurigène. Au fur et à mesure du développement de ces fermentations, en premier cas l'accroissement de l'acidité serait accompagné d'une diminution des degrés de fraîcheur, tandis que la somme de degrés d'acidité et de ceux de fraîcheur serait toujours de 27° environ, tandis que l'action présurifique serait nulle, en deuxième cas l'acidité du lait ne changerait point, les degrés de fraîcheur diminueraient comme les degrés de force présurigène augmenteraient, en approchant de 20° au moment de caillage, vu que l'acidité normale du lait frais est de 7° S.-H. environ. Enfin, dans le troisième cas de fermentation mixte, la diminution des degrés de fraîcheur serait accompagnée d'une augmentation d'acidité cependant de façon plus lente que dans le premier cas, ainsi que

(1) Bien que ce soit dans la méthode Morres qu'on emploie 40 ml. de lait et la solution au 1/10 norm et, dans celle de Soxhlet-Henkel, 100 ml. de lait et la solution d'acide au 1/4 norm, on a cependant : $40 : 1/10 = 100 : 1/4$.

d'un accroissement de la force présurière, également de façon plus lente que dans le deuxième cas.

Ces remarques ont été illustrées par le diagramme I où l'axe des ordonnées représente la fermentation purement acide (S), la ligne parallèle à l'axe des abscisses (L) — la fermentation purement présurière ; les lignes obliques, ayant comme coordonnées initiales : $L = 0$ et $S = 7^\circ$, désignent quelques exemples de fermentations mixtes, se caractérisant par diverses intensités d'une des deux espèces de

fermentation, et enfin les autres lignes sont des exemples des fermentations mixtes qui n'ont pas commencé en même temps. La ligne pointillée joint toutes les lignes dans les points, dont les coordonnées correspondent aux valeurs de l'acidité et de la force présurière, capables de provoquer ensemble le caillage du lait. Cette ligne peut être exprimée par l'équation : $S = 27 - L$. Les lignes commençant par $L = 0$ et $S = 7$ peuvent être représentées par une équation typique : $S = aL + 7$ où le coefficient a est une caractéristique de la prépondérance d'une des deux sortes de fermentation. Quand $a = 1$, l'action présurière égale alors celle d'acide ; quand $a = 0$ c'est S qui égale 7, c'est-à-dire qu'il n'y a qu'une fermentation purement présurière ; enfin, quand $a \rightarrow \infty$

nous avons une fermentation d'acide, parce que $L = \frac{S - 7}{a} = 0$.

L'auteur de la méthode emploie l'acide sulfurique, mais il se demande si l'on ne pourrait pas obtenir une image plus réelle de la fraîcheur du lait par l'application, au titrage, de l'acide lactique ou d'un autre acide ayant une force pareille de dissociation électrolytique, vu que le caillage acide du lait a lieu à une acidité actuelle assez strictement définie, la valeur du pH , au point dit iso-électrique de la caséine, étant de 4,4 — 4,6 environ.

La preuve théorique quantitative de la justesse de cette remarque serait possible, si on pouvait calculer les volumes de divers acides qu'il faudrait additionner au même volume du lait, pour y provoquer la même concentration en ions hydrogènes. D'après les recherches de VAN SLYKE et BAKER (1), la précipitation de la caséine commencerait à un pH de 4,78 — 4,64. Vu que les électrolytes forts ont cependant une valeur variable de la constante K de dissociation et que les équilibres ioniques dans le lait sont de nature très com-

(1) VAN SLYKE and BAKER. *N.-Y. Agr. Exp. Sta. Techn.*, Bull. N° 65, 1918.

plexe, le calcul précis est à peu près impossible et ce n'est qu'à l'aide des valeurs de degrés de dissociation (α) que nous en obtiendrons quelque indication. Or, les degrés de dissociation (α), en solutions décimales et à 25° de température, sont les suivants : pour l'acide chlorhydrique $\alpha = 0,91$; pour l'acide sulfurique $\alpha = 0,58$; pour l'acide lactique, dont $K = 1,4 \cdot 10^{-4}$, le coefficient α , calculé d'après la formule :

$$\alpha = \frac{K_v}{2} \left(\sqrt{1 + 4/K_v} - 1 \right) \quad (1)$$

est égal à 0,037.

L'acide lactique en solution décimale est donc 25 fois moins dissocié que l'acide chlorhydrique et environ 16 fois moins que l'acide sulfurique.

Mais la solution d'acide, additionnée au cours du titrage, subit une dilution et c'est pourquoi, en cas de l'épreuve de la fraîcheur du lait, ce contraste considérable sera un peu adouci, puisqu'une augmentation proportionnelle des degrés de dissociation α est plus forte chez les électrolytes faibles que chez les forts. Nous savons de plus, qu'en ce cas, l'acide sulfurique forme des sels avec les cations forts, pour la plupart avec le calcium provenant des cendres du lait et du complexe : Ca-caséine, donnant ainsi des sels peu solubles (2) avec une libération d'acides faibles tels que lactique ou ortho-phosphorique, et c'est pourquoi le résultat du dosage avec un des acides faibles peut donner des résultats différant en petite mesure de ceux obtenus avec de l'acide sulfurique.

Il est clair que dans le phénomène de coagulation de la caséine la température est aussi un facteur, dont le rôle ne doit pas être négligé. L'influence de ce facteur sur la capacité coagulatrice de la caséine est en sens inverse, c'est-à-dire que, plus la température est grande, moins il faudra d'acide pour provoquer le caillage. Comme exemple de l'importance de la température dans ce cas-là on peut citer l'essai d'ébullition (Kochprobe), dans lequel on se base sur l'observation de ce fait qu'à 100° C. il suffit d'une acidité de 11-12° S.-H. pour provoquer la coagulation de la caséine.

D'après TAPERNOUX et KATRANJEFF (3), l'augmentation de la force coagulatrice du lait par une élévation de température s'explique par le changement du point isoélectrique de la caséine.

Comme, dans les prescriptions, en ce qui concerne l'exécution de

(1) V désigne la dilution, c'est-à-dire l'inverse de la concentration moléculaire. La valeur

α est calculée selon la formule générale : $K = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)v}$.

(2) La solubilité de SO_4Ca est de 0,22 %.

(3) A. TAPERNOUX et K. KATRANJEFF. Coagulation du lait par la chaleur en fonction de son activité. *C. R. Soc. Biol.*, Paris 101, 828-829 (1929).

l'épreuve de la fraîcheur du lait on ne mentionne pas la température, il me semblait utile d'effectuer quelques recherches sur ce sujet.

MODE OPÉRATOIRE ET RECHERCHES PRÉLIMINAIRES

Au commencement, il a été nécessaire de fixer les détails opératoires de l'épreuve de la fraîcheur du lait, pour qu'on pût déterminer exactement le rôle des deux facteurs en question.

Un des plus grands inconvénients de cette épreuve est la difficulté d'observer précisément le moment initial de l'apparition de très fins flocons de caséine. Comme il est à peu près impossible de différencier les dimensions des flocons déjà visibles à l'œil nu, j'étais obligé d'arrêter la titration au moment de l'apparition des flocons discernables à l'œil nu.

J'ai tâché, cependant sans succès, de sensibiliser le moment final de la titration par l'adaptation d'un microscope, d'un tube capillaire, etc. ; mais en fin de compte, il m'a semblé le plus convenable de m'appuyer sur la simple observation optique du commencement de la coagulation. J'ai essayé également d'ajouter la solution d'acide d'une manière très lente, en ayant soin que le ballon soit constamment agité. L'usage d'un mélangeur rotatif mécanique n'a donné aucune facilité dans cette épreuve.

On a toujours employé 30 cm³ de lait et une solution d'acide décimale. Les résultats dans les tableaux correspondent aux degrés Morres ou Soxhlet-Henkel. L'exactitude de la titration a été de 2-4 gouttes de solution d'acide, c'est-à-dire que les « degrés de fraîcheur » ont été chargés d'une erreur ne dépassant pas 0°3.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

On a effectué plus de 100 essais ayant pour but la définition de l'influence de la température sur les résultats du dosage des degrés de fraîcheur du lait de vache. Celui-ci a été cru ou pasteurisé, provenant de beaucoup de vaches, d'une acidité de 7° en moyenne. La température du lait était toujours égale à celle de la solution d'acide utilisée pour la titration.

Le diagramme II représente les résultats de ces expériences de telle façon que chacune des quatre courbes correspond à une série d'essais ; seule la courbe n° 3b appartient au même lait que celle n° 3a, mais avec une acidité augmentée de 7°65 S.-H. à 15°15 S.-H.

Dans tous les cas, les points se sont accumulés le long des courbes, dont les cours ressemblent à quelques parties de paraboles.

Il faut souligner que le moment final de la titration a été beaucoup plus facile à discerner pour des températures moindres de 15° C. que pour celles supérieures à 15° C. et spécialement celles dépassant 20° C. Cette remarque s'accroît parce que les déviations

des essais parallèles sont les plus grandes dans les régions des températures plus élevées.

Une courbe empirique, caractérisant le mieux la répartition des points dans la série n° 1 est celle représentée par l'équation suivante :

$$F = -0.00473t^2 - 0.0688t + 20.6 \dots\dots\dots(1)$$

Cette équation est basée sur les trois paires moyennes des coordonnées :

t	9.4	15.0	23.1
F	19.3	17.9	15.05

où t désigne la température (variable indépendante) et le terme F les degrés de fraîcheur du lait pour la température t .

Comme les cours des autres courbes sont plus ou moins parallèles entre eux, nous pouvons profiter de l'équation (1) pour ramener les degrés de fraîcheur à la même température, soit 15° C.

Supposons alors que l'équation reçue caractérise suffisamment la répartition des points empiriques aussi en cas d'autres acidités du lait ainsi qu'il y a deux résultats de dosage des degrés de fraîcheur du lait, soit F_1 et F_2 , reçus aux températures t_1 et t_2 . Nous obtenons deux équations :

$$F_1 = -0.00743t_1^2 - 0.0688t_1 + 20.6 \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{et } F_2 = -0.00743t_2^2 - 0.0688t_2 + 20.6 \dots\dots\dots(3)$$

Après avoir soustrait l'équation (3) de (2) nous avons :

$$F_1 - F_2 = 0.00743(t_2^2 - t_1^2) + 0.0688(t_2 - t_1)$$

et ensuite :

$$F_1 = F_2 + 0.00743(t_2^2 - t_1^2) + 0.0688(t_2 - t_1) \dots\dots(4)$$

En adoptant 15° C. (c'est-à-dire $t_1 = 15$), comme température normale, nous transformons l'équation (4) dans la forme suivante :

$$F_{15} = F_t + 0.00743t^2 + 0.0688t - 2.70 \dots\dots\dots(5)$$

où le symbole F_{15} désigne les degrés de fraîcheur ramenés à 15° C., le terme F_t est le résultat de la titration dans la température t ° C.

Dans le tableau 1 il y a les valeurs numériques de $0.00743t^2 + 0.0688t - 2.70$, calculées à partir de $t = 10$ ° C. jusqu'à 23°8 C. Bref, ce sont les corrections qu'il faut soustraire (quand $t < 15$ °C.) ou additionner ($t > 15$ °C.) aux degrés bruts de fraîcheur, c'est-à-dire aux résultats de la titration de 40 cm³ de lait avec de l'acide sulfurique au décimal, pour obtenir les valeurs ramenées à la température de 15° C. Les températures du dosage peuvent varier de 10° C. à 23° C.

Les tableaux suivants (2, 3, 4, 5) rapportent les valeurs brutes des degrés de fraîcheur ainsi que celles ramenées à 15° C. Comme l'exactitude dans cette épreuve est de 0°2-0°3 S.-H. environ, c'est avec cette approximation qu'il faut examiner les nombres présentés dans les tableaux.

Nous y voyons que dans les limites de 10° à 20° C., à peu près tous les résultats ramenés à 15° C. s'accordent suffisamment bien.

TABLEAU 1.
CORRECTIONS POUR RAMENER A 15° LES DEGRÉS DE FRAICHEUR DU LAIT

t°	Fractions d'un degré <i>Celsius</i>				
	0°0	0°2	0°4	0°6	0°8
10	— 1,25	— 1,2	— 1,2	— 1,15	— 1,1
11	— 1,05	— 1,0	— 0,95	— 0,9	— 0,85
12	— 0,8	— 0,75	— 0,7	— 0,65	— 0,6
13	— 0,55	— 0,5	— 0,45	— 0,4	— 0,35
14	— 0,3	— 0,25	— 0,15	— 0,1	— 0,05
15	0,0	+ 0,05	+ 0,1	+ 0,15	+ 0,25
16	+ 0,3	+ 0,35	+ 0,45	+ 0,5	+ 0,55
17	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,75	+ 0,8	+ 0,9
18	+ 0,95	+ 1,0	+ 1,1	+ 1,15	+ 1,2
19	+ 1,3	+ 1,35	+ 1,45	+ 1,5	+ 1,6
20	+ 1,65	+ 1,7	+ 1,8	+ 1,85	+ 1,95
21	+ 2,0	+ 2,1	+ 2,2	+ 2,25	+ 2,3
22	+ 2,4	+ 2,5	+ 2,55	+ 2,65	+ 2,75
23	+ 2,8	+ 2,9	+ 3,0	+ 3,05	+ 3,15

A mesure que la température augmente, les possibilités d'observer avec précision le moment de la précipitation de la caséine devenant de plus en plus difficiles, on obtient aussi des résultats de

TABLEAU 2.

t	F _t	F ₁₅	t	F _t	F ₁₅
9,0	19,45	18,0	16,0	18,05	18,35
9,3	19,3	17,9	16,3	17,7	18,05
9,5	19,25	17,9	16,4	17,65	18,1
9,8	19,25	18,05	19,0	16,8	18,1
10,4	19,05	17,85	19,0	16,15	17,45
10,7	18,9	17,8	19,0	16,6	17,9
11,9	18,55	17,85	21,0	15,8	17,8
12,4	18,4	17,7	21,5	15,95	18,15
15,0	17,9	17,9	23,0	15,25	18,05
15,0	17,9	17,9	23,9	14,7	17,9
15,0	18,0	18,0	24,5	14,4	17,85
15,0	17,8	17,8	24,8	14,3	17,85

Lait pasteurisé, de 6°2 d'acidité, voir graphique. Courbe n° 1.

moins en moins sûrs, au fur et à mesure que l'on s'élève au-dessus de la température moindre de 20° C.

TABLEAU 3.

t	F _t	F ₁₅
14,0	18,05	17,75
14,1	18,0	17,7
14,2	18,0	17,75
14,2	18,15	17,9
14,4	17,9	17,75
14,6	17,65	17,55
18,3	16,8	17,75
21,5	15,4	17,6
22,4	15,4	17,95
22,5	14,9	17,5
23,2	14,85	17,75

Lait pasteurisé, de 6°4 S.-H. Courbe n° 2.

TABLEAU 4.

t	F _t	F ₁₅	t	F _t	F ₁₅
13,2	17,4	16,9	17,5	16,0	16,8
13,2	17,4	16,9	17,9	16,05	16,95
13,5	17,0	16,6	17,9	15,4	16,3
14,0	16,85	16,55	17,9	15,8	16,7
15,0	16,9	16,9	18,2	15,8	16,9
15,3	16,65	16,75	18,2	15,55	16,75
16,6	16,2	16,7	18,2	15,8	16,9
16,8	16,2	16,75	20,5	15,45	16,3
17,0	16,1	16,7	22,0	14,5	16,9
17,0	16,1	16,7	25,0	11,75?	15,35?
17,0	15,95	16,55	26,0	11,1?	15,3?
17,0	15,0	16,6			
17,0	16,35	16,95			

Lait cru, de 7°65 S.-H. d'acidité. Courbe n° 3a.

13,5	10,7	10,3	18,8	8,55	9,75
14,0	10,4	10,1	19,2	8,4	9,75
17,0	9,75	10,35	28	4,15	9,3
18,8	8,3	9,5	30	3,35	9,4

Le même lait, acidifié à 15°15 S.-H. Courbe n° 3b.

Mais, même dans ce cas-là, grâce à la formule (5) on obtient un assez grand rapprochement des résultats bruts de l'épreuve, ce qui m'autorise à espérer que la formule ainsi que le tableau avec les corrections se montreront utiles dans la pratique.

TABLEAU 5.

t	F _t	F ₁₅
10,8	19,4	18,3
11,0	19,15	18,2
11,1	19,2	18,25
12,0	18,85	18,05
12,0	18,85	18,05
14,2	18,5	18,25
14,3	18,35	18,15

Lait cru, de 6°3 S.-H. Courbe n° 4.

USAGE DE DIFFÉRENTS ACIDES

On a employé les solutions aux décimales de 4 acides, à savoir : l'acide chlorhydrique, sulfurique, lactique et formique. On a effectué près de 10 essais parallèles avec chacune des solutions, en ayant soin que la température fût toujours constante (15° C.).

Du tableau 6, il ressort qu'avec l'acide sulfurique les degrés moyens de fraîcheur sont de 18°6 S.-H. L'acide chlorhydrique a donné une moyenne de 17°05, l'acide lactique — 17°15 et l'acide formique — 17°4. Nous voyons donc que l'acide sulfurique a donné les chiffres plus grands des quatre acides en question. C'est avec l'acide sulfurique que nous constatons également la meilleure concordance des essais parallèles, de 18°55 à 18°65 (18°75) seulement, tandis qu'avec les autres acides, ces différences sont beaucoup plus grandes, à savoir : de 16°85 à 17°4 pour l'acide chlorhydrique, de 16°95 jusqu'au 17°75 pour l'acide lactique et enfin de 17°2 à 17°65 pour l'acide formique.

Il en résulte que l'acide sulfurique, adopté par MORRES, semble donner en effet les meilleurs résultats. Quoique appartenant aux acides forts, il est utilisé en quantités plus grandes que les acides faibles, lactique et formique, pour que la concentration en ions hydrogènes devienne proche de celle prescrite par le point isoélectrique de la caséine. Ce phénomène reste en accord avec les remarques formulées dans le chapitre initial, à savoir que la force ionique de l'acide sulfurique sera affaiblie dans le lait : 1° par la présence du calcium qui lie l'acide additionné en causant la formation de peu soluble

TABLEAU 6.

Degrés de fraîcheur notés avec :

SO_4H^2	ClH	$\text{C}^3\text{H}^5\text{O}^3$	HCOOH
18,65	17,1	17,15	17,5
18,55	17,4	17,75	17,35
18,65	16,85	17,0	17,2
18,65	16,85	17,0	17,35
18,6	17,1	17,15	17,4
18,75	17,05	17,0	17,6
18,6	17,05	16,95	17,65
18,55	—	17,0	17,15
18,55	—	17,1	17,4
18,55	—	17,25	17,55
18,6	17,05	17,15	17,4

Lait cru, de 6°55 S.-H.

sulfate calcique et de très peu dissociable acides, tels que lactique, citrique, groupes acides de la caséine, etc., ainsi que 2° par une dilution du lait qui a lieu, grâce à l'addition de la solution aqueuse d'acide.

Quant à l'acide chlorhydrique, il en faut une moindre quantité pour produire le début de la précipitation de la caséine. Cela s'explique par le fait que HCl est un acide plus fort que H^2SO_4 , ainsi que par ce fait qu'il n'y a pas formation des sels insolubles de chaux. C'est avec l'acide chlorhydrique que nous constatons de grandes déviations des essais parallèles, même quand la solution d'acide est additionnée au lait de manière extrêmement lente. Si on laisse tomber l'acide par plus grandes doses, les résultats obtenus peuvent être de plusieurs degrés au-dessous des valeurs correctes.

Quant à l'acide sulfurique, la façon de l'additionner au lait, quoique aussi importante, ne semble cependant pas jouer un tel rôle que dans le cas de HCl . Celui-ci, étant un acide beaucoup plus fort que l'acide sulfurique, et ne subissant pas l'action affaiblissante exercée par la chaux du lait, quand il est additionné à des doses plus grandes, provoque instantanément une telle augmentation locale de la concentration en ions hydrogènes, qu'elle entraîne la précipitation partielle de la caséine, quoique le reste de la caséine soit encore assez éloigné de la coagulation. Cette action ionique locale semble être si rapide que, même l'agitation du ballon ne prévient pas une précipitation précoce de la caséine, en conséquence de quoi les résultats de la titration sont trop faibles.

Contrairement aussi à ce qu'on pouvait espérer a priori, en cas d'acide lactique et formique, leurs volumes, employés pour produire la précipitation discernable de la caséine, sont moindres que ceux de l'acide sulfurique. Il résulte donc que l'action affaiblissante des sels calciques sur l'acide sulfurique est si grande que, même les acides faibles, tels que lactique ($K^{25^\circ} = 1,4 \cdot 10^{-4}$) et formique ($K^{25^\circ} = 2,1 \cdot 10^{-4}$), provoquent de plus hautes concentrations en ions hydrogènes, que l'acide sulfurique, d'ailleurs plus fort. Ici aussi nous constatons de grandes déviations des essais parallèles, ce qui peut être partiellement expliqué par une absorption de l'acide lactique, — fait signalé par VAN SLYKE et BAKER (1).

RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES

Au cours de nombreux essais j'ai eu beaucoup d'occasions de m'assurer que, sauf la température et l'espèce d'acide employé, la manière, dont on a ajouté la solution d'acide au lait titré, a été également d'une grande importance. Mais, quoique j'aie laissé tomber l'acide à peu près goutte à goutte, on peut se demander, si le temps de dosage n'a pas influencé de quelque manière les résultats finaux des dosages. Or, il ressort des études spéciales sur la caséine que les réactions chimiques de la caséine exigent proportionnellement beaucoup de temps pour atteindre leur équilibre. On peut citer comme exemple la neutralisation de la caséine par la lessive de soude.

Dans ce but, on a exécuté plusieurs essais, à titre d'épreuve, de façon suivante : au lait un peu sûr, titrant $13^{\circ}9$ S.-H. ainsi que $12^{\circ}2$ de fraîcheur selon MORRES, on a versé d'abord des volumes d'acide égaux aux $4/5^e$ de ceux provoquant le caillage et ensuite, après avoir laissé les ballons de lait en repos 6-10 minutes, on a observé si le caillé n'était pas apparu, quoique le volume d'acide additionné eut été insuffisant dans le procédé normal du dosage. Comme il n'y avait pas d'apparition des flocons de caséine, on a continué à titrer selon la manière normale, en obtenant des résultats proches de ceux obtenus en titrant sans interruption.

Il en ressort qu'un intervalle de 10 minutes n'affecte pas de façon appréciable les résultats de titration.

CONCLUSIONS

1. Dans l'épreuve de la fraîcheur du lait (selon MORRES) la température influe de la manière la plus nette et inverse les résultats de la titration du lait avec la solution d'acide.

2. Il est possible de ramener à 15° C. les degrés de fraîcheur du lait (F_t) notés à la température t , à l'aide de la formule suivante :

$$F_{15} = F_t + 0.00743t^2 + 0.0688t - 2.70$$

(1) Loc. cit.

où F_{15} désigne le résultat ramené à 15° C. Les termes F_t et F_{15} sont exprimés en degrés *Soxhlet-Henkel* ou degrés *Morres*.

3. Des quatre acides examinés : H_2SO_4 , HCl , $C^3H^9O^3$, $HCOOH$, c'est l'acide sulfurique qui a donné les meilleurs résultats.

4. On doit laisser couler la solution d'acide dans le lait titré, très lentement, en ayant soin d'agiter constamment le ballon, afin d'éviter une précipitation précoce locale de la caséine.

L'Auteur tient à remercier M. le Professeur Dr W. DABROWSKI, pour la direction et le thème de ce travail.

LA TENSION SUPERFICIELLE DU LAIT DE VACHE

par G. BELLE

Docteur Vétérinaire.

La littérature est pauvre en documentation relative à la mesure de la tension superficielle du lait. Un très petit nombre de chercheurs se sont intéressés à cette question.

KOBLER (1) estime que la tension superficielle du lait oscille entre 50, 60 et 57,26 dynes.

MEILLÈRE (2) a trouvé que 5 cm³ de lait écrémé donnent de 120 à 137 gouttes au compte-goutte normal.

D'après IMBERT et DUCLOS (3), les laits entiers donneraient un nombre de gouttes compris entre 126 et 142.

TEICHERT (4) a étudié au moyen du stalagnomètre de Traube les modifications de la tension superficielle en fonction de la température.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de connaître la tension superficielle des laits sains et d'étudier ses variations, puis de comparer les résultats avec ceux obtenus avec des laits pathologiques.

La première partie de cette étude comprend :

a) La détermination moyenne de la valeur de la tension superficielle du lait.

b) Les variations sous l'influence de certains facteurs.

A. DÉTERMINATION MOYENNE DE LA TENSION SUPERFICIELLE DU LAIT

Nos expériences ont porté sur des laits de mélange achetés dans le commerce et sur des laits individuels provenant de vaches européennes et marocaines.

(1) KOBLER. Thèse, 1908 (Zurich).

(2) MEILLÈRE — In MONVOISIN. Le lait et les produits dérivés, 1925.

(3) IMBERT et DUCLOS. *Bull. Sciences pharmacologiques*, 1905.

(4) TEICHERT. *Milchwirtsch. Zentralblatt*, juin 1926. Analysé dans *Le Lait*, 1930, p. 931.