

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- M. GRIMES. — Rapport entre la durée de l'épreuve de la réductase et le nombre des bactéries contenues dans le lait conservé à basse température 905
- B. J. HOLWERDA. — La détermination colorimétrique du degré d'acidité du fromage et du petit-lait 910
- S. ORLA-JENSEN. — Recherches sur la pasteurisation basse du lait. Une nouvelle réaction pour contrôler la température de chauffage (*suite*) 914
- J. DE GIBON. — La production du lait de consommation en Danemark 927
- CH. PORCHER. — Le lait au point de vue colloïdal. Recherches sur le mécanisme de l'action de la présure (*suite*) 942
- Bibliographie analytique :**
1^o Journaux, Revues, Sociétés

- savantes 970
- 2^o Brevets. 990

Bulletin bibliographique :

- 1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 991
- 2^o Brevets. 994

Documents et informations :

- D^r TRAUGÉ. — La protection légale contre la contamination du lait par les typhiques et les porteurs de germes 996
- W. DORNER. — Conférence des Inspecteurs de fromagerie de la Suisse 1006
- Le transport du lait en camions-citernes 1009
- Règlements relatifs aux essais de lait régulièrement faits pour la province rhénane, de Clèves .. 1014
- La fabrication du lait condensé au Japon 1016

MÉMOIRES ORIGINAUX

RAPPORT ENTRE LA DURÉE DE L'ÉPREUVE DE LA RÉDUCTASE ET LE NOMBRE DES BACTÉRIES CONTENUES DANS LE LAIT CONSERVÉ A BASSE TEMPÉRATURE

par M. GRIMES

du Département de la Laiterie, University College, CORK (Etat Libre d'Irlande)

L'épreuve au bleu de méthylène (réductase) est, depuis son introduction en 1909 par C. BARTHEL et ORLA-JENSEN, de plus en plus utilisée dans les pays laitiers comme méthode rapide de classification des laits fournis. Elle est surtout employée dans les pays scandinaves (3), en même temps que le pourcentage de la matière grasse, comme base de paiement du lait d'après ses propriétés de conservation. L'épreuve au bleu de méthylène (réductase) est basée sur le fait que la couleur donnée au lait par addition d'une petite quantité de bleu de méthylène disparaît plus ou moins rapidement, cette vitesse dépendant principalement de la proportion de l'enzyme réductase contenue dans le lait.

Comme il n'est généralement pas facile de pratiquer un examen bactériologique du lait dans les laiteries ou les dépôts de lait, il est très important qu'il existe une méthode à l'aide de laquelle les propriétés de conservation du lait puissent être rapidement et exactement appréciées. Depuis que l'épreuve au bleu de méthylène (réductase) a été généralement reconnue comme étant la plus satisfaisante, on a beaucoup étudié, dans les différents pays, la valeur qui peut lui être accordée et les divers facteurs qui agissent sur elle.

En procédant à nos recherches sur les rapports entre la durée de l'épreuve de la réductase et le nombre des bactéries contenues dans le lait conservé à basse température, nous avons étudié la documentation concernant la question de l'épreuve du bleu de méthylène. Cette documentation est abondante et dispersée. Il a donc été jugé utile d'examiner certaines des études principales dont il n'a pas été question dans les résumés établis par HANKE (8), SCHWARZ (13) et VIERTBAUER (15). Ceux qui sont intéressés par l'emploi pratique de l'épreuve du bleu de méthylène pour la classification des fournitures de lait trouveront des renseignements utiles dans les Rapports Annuels de l'Association Internationale des Inspecteurs de Laiteries des Etats-Unis d'Amérique.

On sait que la réduction du bleu de méthylène dans le lait n'est pas un phénomène simple, mais un phénomène complexe : diverses explications en ont été données. BENTON (2) indique que le lait frais, exempt d'oxygène dissous, tenu au contact du bleu de méthylène dans des conditions entièrement anaérobies, le réduira généralement en 2 heures. ORLA-JENSEN (12) dit que le lait contenant peu de bactéries qu'on maintient exempt d'oxygène atmosphérique en le faisant traverser par un courant d'hydrogène, réduit le bleu de méthylène en 45 minutes à 40° C. BARTHEL (1) exprime l'opinion que « lors de la réduction du bleu de méthylène l'acide citrique joue le rôle d'hydrogénant, tandis que les sels du lait jouent le rôle de catalyseurs » : SCHWARZ (13) conclut qu'une décoloration du bleu de méthylène en présence de sulfate ferreux ayant lieu également dans le lait bouilli, par conséquent exempt de germes, il en résulte, d'après les travaux de RÖMER, qu'une addition à 10 ccm. de lait bouilli, de 0,2-0,3 ccm. d'une solution fraîchement préparée de sulfate ferreux à 1 %, donne lieu à un nouveau procédé de décoloration et aussi que « prennent une très grande part à la réduction les produits de dissociation du sucre de lait de caractère aldéhydique ».

THORNTON et HASTINGS (14) déclarent que le bleu de méthylène est un indicateur de l'intensité de l'oxydation-réduction. Dans le lait, l'intensité de la réduction dépend principalement de l'oxygène dissous. Les bactéries consomment de l'oxygène. Par conséquent, cette épreuve est un thermomètre de l'activité bactérienne.

Beaucoup d'expérimentateurs ont étudié la valeur de l'épreuve du bleu de méthylène dans ses rapports avec la numération bactérienne totale

et comme méthode de classement du lait. GRIMES et LYONS (5) l'ont employée concurremment avec d'autres épreuves pour fixer le choix d'une épreuve de lait propre dans une laiterie. GRIMES (6) indique que « l'épreuve de la réductase est de la plus grande valeur pour le classement des laits quand elle est combinée avec l'épreuve de fermentation, puisque par elle-même elle n'indique pas les types de bactéries présents.

ELLENBERGER et ses collaborateurs (4) concluent que l'épreuve de réduction du bleu de méthylène est un indicateur beaucoup plus sûr de la qualité du lait que ne l'est la numération sur plaque d'agar, tandis que VIERTBAUER (15) dit que « pour des résultats scientifiques, l'épreuve de la réductase est sans valeur, tandis qu'elle peut être employée dans un but pratique comme une méthode approximative de la détermination de la fraîcheur du lait ».

HANKE (8) conclut que « comme épreuve complémentaire, l'épreuve de la réductase peut avoir de l'importance, car elle donne déjà des renseignements sur une acidité débutante, quand la dégustation et les méthodes de titration ne donnent encore aucun indice ».

HISCOX (10) note que « les résultats pour le lait ayant une numération bactérienne peu élevée sont très irréguliers, et dit qu'il n'y a pas de rapport évident entre la durée de la réduction et la numération bactérienne. Le lait ayant une numération bactérienne peu élevée, et ayant de bonnes propriétés de conservation, a souvent une durée de réduction extrêmement courte ». HISCOX (11) indique en outre que « si une durée de réduction de 5 heures $\frac{1}{2}$ est retenue comme étant un minimum pour le lait de la classe I dans la classification d'ORLA-JENSEN, il n'est pas certain que le lait de très basse qualité ne soit pas compris dans cette classe ».

GRIMES, BARRETT et REILLY (7) ont trouvé que plus longue est la durée de la réductase, plus grande est la variation entre les épreuves en double et en triple, et ils indiquent aussi qu'une grande différence dans le rapport entre le bleu de méthylène et le lait ne change pas en apparence la classe du lait, en particulier si le lait est réduit en moins de 2 heures.

HASTINGS, DAVENPORT et WRIGHT (9) concluent que la réduction du bleu de méthylène est plutôt liée très intimement au processus vital de la cellule qu'à n'importe quel produit accessoire extra-cellulaire, que le groupe des bactéries lactiques montre une action réductrice bien plus grande que ne le montrent les membres du groupe intestinal, et que l'épreuve de la réductase ne représente que d'une manière très générale les propriétés de conservation d'un échantillon de lait.

Pendant une étude du rapport entre la durée de l'épreuve de la réductase et le nombre total des bactéries contenues dans le lait (6), des résultats anormaux furent obtenus avec un échantillon de lait conservé plusieurs jours à basse température. Cette constatation conduisit à une recherche du rapport entre la durée de l'épreuve de la réductase et le nombre total des bactéries du lait conservé à basse température. Pour effectuer les

TABLEAU I.

Heures	— 1 — 98° F. (36°,6 C.)			— 2 — 70° F. (21°,11 C.)			— 3 — 45° F. (7°,22 C.)			— 4 — 34° F. (1°,11 C.)		
	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale
0	17	7 1/2	580.000	17	7 1/2	580.000	17	7 1/2	580.000	17	7 1/2	580.000
9	56,5	1/15	1.880.000.000	18,5	1 1/4	96.000.000	17	6 1/4	2.600.000	17	7 1/2	630.000
12				21,5	1/6	230.000.000						
33							17	2 1/2	13.500.000	17	7 1/2	900.000
38							17,5	1 1/4	31.000.000	17	7 1/4	940.000
45							18,5	1/2	60.000.000	17	7 1/4	1.380.000
57							21	1/4	170.000.000	17	7	3.100.000
81										17	6 3/4	7.500.000

TABLEAU II.

4 échantillons de lait conservés à 45° F. (7°22 C.)

Jours	— 1 —			— 2 —			— 3 —			— 4 —		
	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numeration bactérienne totale
0	16	3	1.000.000	17	4 3/4	1.200.000	17,5	7 3/4	350.000	15	5 3/4	500.000
1	19	3/4	72.000.000	18	2 1/4	15.000.000	17,5	6	1.150.000	15,5	4	2.200.000
2	24	1/5	180.000.000	20	1/2	62.000.000	18	3	23.000.000	17	1 1/4	18.000.000
3	30	1/12	1.1000.000.000	23,5	1/12	220.000.000	19	2/3	110.000.000	22,5	1/6	94.000.000

essais, 2 litres de lait furent divisés entre 4 bouteilles stériles et ces bouteilles furent conservées à des températures différentes.

L'acidité, la durée de l'épreuve de la réductase, et la numération bactérienne totale furent notées pour chaque échantillon à divers intervalles. Les résultats d'un essai typique sont donnés dans le tableau I.

Dans un autre essai, 4 échantillons différents de lait furent conservés à 45° F. (+7°2 C.) et les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 2.

Dans un autre essai, deux échantillons différents de lait furent conservés à 32° F. (0° C.) et à 36° F. (+2°2 C.) et les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 3.

Le Professeur ORLA-JENSEN indique, dans sa Bactériologie laitière, que le lait peut être classé dans les catégories suivantes :

Classe 1 : Bon lait, non décoloré en 5 heures $\frac{1}{2}$, contenant généralement moins de 500.000 bactéries par cm^3 .

Classe 2 : Lait de bonne qualité moyenne, décoloré en moins de 5 heures $\frac{1}{2}$, mais non décoloré en 2 heures, contenant généralement de 500.000 à 4.000.000 de bactéries par cm^3 .

Classe 3 : Mauvais lait, décoloré en moins de 2 heures, mais non décoloré en 20 minutes, contenant généralement de 4 millions à 20 millions de bactéries par cm^3 .

Classe 4 : Lait très mauvais, décoloré en 20 minutes ou moins, contenant généralement plus de 20 millions de bactéries par cm^3 .

On notera que les résultats obtenus dans les divers essais diffèrent considérablement des bases indiquées, et les résultats montrent que le lait obtenu des fermes de la banlieue de Cork contient un nombre suffisant de bactéries *psychrophiles* pour donner une augmentation marquée de la numération bactérienne totale quand un tel lait est conservé à basse température, et, en pareil cas, le rapport ordinaire entre la durée de l'épreuve de la réductase et le nombre total des bactéries n'est plus valable.

TABLEAU III.

2 échantillons de lait conservés à 32° F. — 36° F. (0° C.-2°22 C.)

Jours	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numération bactérienne totale	Acidité	Durée de l'épreuve de la réductase (heures)	Numération bactérienne totale
0	17,5	11*	14.000	15,5	7 $\frac{1}{2}$	175.000
1	17,5	11*	13.000	15,5	7 $\frac{1}{2}$	180.000
2	17,5	11*	18.000	15,5	7 $\frac{1}{2}$	210.000
3	17,5	11*	44.000	15,5	7 $\frac{1}{2}$	275.000
4	17,5	11*	190.000	15,5	7 $\frac{1}{2}$	640.000
5	17	11*	685.000	15,5	7 $\frac{1}{4}$	2.200.000
7	17	10 $\frac{1}{2}$	1.400.000	15,5	4 $\frac{3}{4}$	24.000.000

* Le bleu de méthylène n'est pas réduit.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARTHEL C., Arkw För Kemi, Mineralogi Och Geologi. Vol. 9, N° 19, Résumé in *Milchwirtschaftliche Forschungen*. Vol. 4, Part. 1-2, janvier 1927.
- [2] BENTON A. G., *Fundamentals of Dairy Science*, 1928, page 298.
- [3] COLE W. E., *Agricultural Progress*, 1928, Vol. 5, page 84.
- [4] ELLENBERGER H. B., BOND M. C., ROBERTSON A. H. et MOODY R. I., *Agricultural Experiment Station, Vermont*, février 1917, Bulletin N° 264.
- [5] GRIMES M. et LYONS J., *Journal of the Department of Agriculture, Irish Free State*, 1927, Vol. 26, N° 3.
- [6] GRIMES M., *World's Dairy Congress, London*, 1928.
- [7] GRIMES M., BOYD-BARRETT H. S. et REILLY J., *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, mai 1927, Vol. 18 (N.S.), N° 38.
- [8] HANKE, *Milchwirtschaftliche Forschungen*, septembre 1925, Vol. 2, N° 6.
- [9] HASTINGS E. G., DAVENPORT A. et WRIGHT W. H., *Journal of Dairy Science*, 1922, Vol. 5, page 438.
- [10] HISCOX E. R. et STARLING U., *Journal of Hygiene*, octobre 1925, Vol. 24, N° 2.
- [11] HISCOX E. R., *Agricultural Progress*, 1926, Vol. 3, page 102.
- [12] ORLA-JENSEN, *Dairy Bacteriology*, 1921, page 167.
- [13] SCHWARZ G., *Milchwirtschaftliche Forschungen*, mars 1929, Vol. 7, N°s 5-6.
- [14] THORNTON H. R. et HASTING E. G., *Journal of Bacteriology*, janvier 1927, Vol. 13, N° 1.
- [15] VIERTBAUER R., *Milchwirtschaftliche Forschungen*, mars 1929, Vol. 7, N°s 5-6.

LA DÉTERMINATION COLORIMÉTRIQUE DU DEGRÉ D'ACIDITÉ DU FROMAGE ET DU PETIT-LAIT

par B. J. HOLWERDA

Tant pour le fromage que pour le petit-lait, il faut faire une distinction entre le degré d'acidité, tel qu'il est déterminé par le titrage, et le degré d'acidité réel. La grande influence du degré d'acidité réel (pH) sur la structure des produits lactés, a été démontrée par VAN DAM (1). Comme dans les processus biologiques, tels que la digestion de la caséine par le ferment du lab et la fermentation lactique du petit lait et de la crème, le degré d'acidité réel est également un facteur important ; sa détermination sera fréquemment de grande utilité dans l'industrie laitière.

La détermination électrométrique du degré d'acidité réel ne peut, dans nombre de cas, se faire ni facilement ni rapidement ; par exemple le procédé prescrit par VAN DAM (2) pour le fromage exige au moins une heure, et de plus, l'outillage nécessaire pour la détermination électrométrique est assez compliqué. Sur la demande du directeur technique de l'Association Coopérative pour l'Exportation des Produits de laiterie de la Frise, il fut décidé d'examiner s'il était possible de déterminer

(1) Versl. Landb. Ond. X. 5. (1911).

(2) Versl. Landb. Ond. VII. 56. (1910).