

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- B. REWALD. — Teneur du lait en phosphatides 225
- A. M. LEROY. — Une méthode rapide de dosage des matières azotées totales dans le lait à l'usage des contrôleurs laitiers 230
- Irène LIPSKA. — Les colibacilles et les bactériophages du lait de consommation en nature à Varsovie 236
- A. TAPERNOUX. — La production d'un lait propre et sain à la ferme 241

Revue :

- G. GÉNIN. — Une usine moderne américaine pour la fabrication de l'acide lactique 259

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 263
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 270

Bulletin bibliographique :

- 1^o Les livres 316
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 318

Documents et informations :

- Hommage à M. Costantino GORINI 322
- La propriété rurale. — Conférences faites à l'Institut National Agronomique en 1936 (*fin*) 326
- Fédération internationale de Laiterie : Commission internationale pour l'étude et la diffusion des méthodes de production hygiénique du lait (La Haye, mai 1936) 330
- Exposition internationale de laiterie (Berlin, 22-28 août 1937) 334

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

TENEUR DU LAIT EN PHOSPHATIDES

par

D^r BRUNO REWALD (2)

Depuis que TOMATSCHEF a, le premier, observé en 1867 (3) qu'il y a des phosphatides dans le lait, beaucoup d'autres expérimentateurs ont confirmé le fait. En étudiant la nombreuse documentation rassemblée sur le sujet, nous avons constaté que presque tous les expérimentateurs ont utilisé leur propre méthode et qu'il y a tellement de méthodes différentes d'obtention des phosphatides que les différences dans les résultats analytiques peuvent être facilement expliquées. Tandis que, par exemple, il n'y a pour ainsi dire pas de

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Traduction — C. WOLF.

(3) *Hoppe Seyler's Med. Chem. Untersuchungen* 2, 272, 1867.

différence en ce qui concerne la teneur du lait en matière grasse, la plupart des méthodes employées pour la recherche des phosphatides peuvent être critiquées — même en tenant compte des résultats les plus récents de ces recherches — car il y a de nombreuses sources d'erreurs qui influencent le résultat.

On attache actuellement une grande importance à la question de la teneur du lait en phosphatides, et aussi à celle des produits laitiers, parce que des publications récentes affirment avec force que les phosphatides du lait sont la cause de la décomposition qui conduit à la « saveur de poisson » du beurre, quoiqu'il n'existe pas de preuve réelle de cette affirmation. C'est pourquoi il semble nécessaire d'apporter au sujet une contribution conduisant à une méthode exacte, courte et simple de résolution du problème. Les recherches qui vont être décrites pourront servir de contribution à la question.

Les méthodes employées jusqu'à présent peuvent être divisées en deux grands groupes : les anciennes utilisent le lait frais contenant son eau ; les plus récentes, le lait sec. La teneur très élevée en eau du lait a un effet très gênant. BORDAS et RASZKOWSKY (1) furent probablement les premiers à employer cette méthode, et ils ajoutèrent de l'acide acétique à leur mélange d'alcool et d'eau. Il est clair que des résultats exacts ne pouvaient pas être obtenus de cette façon. Leurs nombreux successeurs dans l'utilisation de cette méthode, tels que WOODS (2), NERKING HÄNSEL (3), qui modifièrent cette méthode à plusieurs reprises, ne purent pas, non plus, obtenir de résultats exacts. En dehors de cela, l'alcool seul ne suffit jamais pour extraire complètement les phosphatides, parce qu'une grande partie des phosphatides du lait n'est pas soluble dans l'alcool et ne peut, par conséquent, pas être atteinte par cette voie. Dans la plupart des cas, les auteurs se sont contentés de déterminer la teneur en P de leurs extraits, sans isoler réellement les phosphatides. LOBSTEIN et FLATTER (4) ont suivi, dans son principe, cette méthode, en précipitant les protéines du lait à l'aide d'une solution d'acide acétique à 2 ‰, et en traitant le coagulum desséché à l'éther et à l'alcool, puis au chloroforme. Mais il est douteux que la totalité des phosphatides se retrouve dans le coagulum ; et la méthode est, par elle-même, d'application difficile. Autant que possible, il faut éviter d'utiliser des acides, il convient, croyons-nous, de traiter le lait entier. Il est aussi douteux que la méthode néphélométrique

(1) Comptes rendus, 134, 1592, 1902.

Comptes rendus, 136, 56, 1903.

(2) *Journal of Biol. Chemistry*, 1, 203, 1905.

(3) *Bioch. Zeitschr.*, 13, 348, 1908.

(4) *Le Lait*, XV, p. 946, 1935.

de HOLM, WRIGHT et DESHER (1) dans laquelle les auteurs prennent 3 cm³ de lait, et utilisent un mélange alcool-éther comme solvant ne soit pas sujette à objection, car là aussi il y a une forte teneur en eau ; il n'y a pas de purification et le résultat de 0,152-0,158 % en phosphatides est aussi trop élevé, comparé avec ceux d'autres expérimentateurs. PORLMAN (2) qui, avec raison, critique les méthodes de HOLM, emploie pourtant, lui aussi, une méthode qui ne peut guère donner des résultats exacts. D'après lui, la teneur en phosphatides du lait n'est que de 0,0106-0,0132 %.

Une meilleure méthode et permettant plus facilement d'arriver à des résultats exacts est celle qui a été souvent employée récemment et que SCHMID-MÜLHEIM (3) employait déjà en 1883. Il utilisait du lait séché par évaporation, diminuant ainsi considérablement le volume, puis opérait l'extraction à l'alcool. Il est prouvé maintenant que les phosphatides ne subissent pas de modification pendant l'évaporation et la dessiccation, surtout si elles sont, comme dans le lait, principalement en état de « liaison ». D'un autre côté, on sait depuis longtemps que l'alcool ne libère jamais plus qu'un certain pourcentage de phosphatides et que, par conséquent, l'alcool seul ne donne jamais de résultats sur lesquels on puisse compter. Cette méthode a été récemment de nouveau utilisée par BISCHOFF (4) qui a opéré sur du lait sec auquel il n'ajoutait que de l'alcool. SUSAKI et HIRATDUKA (5) employèrent alors un mélange d'alcool et d'éther pour l'extraction, et après purification avec du chlorure de cadmium obtinrent approximativement les mêmes résultats que BISCHOFF. Cette méthode donne probablement de meilleurs résultats que toutes les précédentes ; mais elle a l'inconvénient que les phosphatides sont toujours obtenues avec une forte proportion de matière grasse, et la purification nécessaire avec le chlorure de cadmium ne peut pas être effectuée sans dommage pour les phosphatides, quoique cette méthode soit, bien entendu, d'autre part fréquemment utilisée.

DIEMAIER, BLEYER et OTT (6) obtinrent d'abord les phosphatides du lait en grandes quantités en opérant à basse température trois extractions successives sur 38 kg. 5 de lait sec pendant 6-8 h. Les extraits mélangés furent ensuite distillés dans le vide, et une huile verdâtre fluorescente fut ainsi obtenue. Cette huile fut émulsionnée dans de l'eau, l'émulsion agitée avec de l'éther, l'extrait séché avec du sel de Glauber, l'éther enlevé par distillation, le résidu

(1) *Journal of Dairy Science*, 16, 445, 1933.

(2) *Journal of Dairy Science*, 18, 113, 125, 1935.

(3) *Jahresberichte über Fortschritte der Tierchemie*, p. 166, 1883.

(4) *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, 173, 227, 1928.

(5) *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 7, 99, 1931.

(6) *Bioch. Zeitschr.*, 272, 119, 1934.

repris à nouveau par l'éther, puis de l'acétone fut ajoutée pendant un refroidissement dans la glace, la phosphatide étant ainsi séparée. Après purification, on obtint une quantité de phosphatides de 0,086 % contenant 3,35 % P. Mais, dans ce cas aussi, il faut indiquer que les phosphatides ne peuvent pas être complètement extraites avec l'alcool méthylique seul. La proportion élevée de phosphore doit tenir à la présence d'autres composés organiques ou inorganiques contenant du P.

Cette courte revue, qui n'a pas la prétention d'être complète, montre jusqu'à quel point les résultats peuvent varier suivant la méthode employée. Dans ces conditions, il a semblé désirable de trouver une méthode qui serait facile à exécuter et qui donnerait en même temps des résultats concordants. Pour arriver à ce résultat, il était nécessaire d'enlever auparavant la matière grasse aussi complètement que possible de façon à être certain d'obtenir une phosphatide de réelle bonne qualité aussi exempte que possible de matière grasse. On sait depuis longtemps que l'acétone est un excellent solvant de la matière grasse, mais qu'elle n'extrait pas les phosphatides. On a débarrassé complètement de sa matière grasse par l'acétone un kilogramme de poudre de lait entier, obtenue par le procédé bien connu de la pulvérisation. Huit traitements au froid furent nécessaires. On obtint 220 grammes de matière grasse de beurre pure. 17 grammes de cette matière grasse furent calcinés avec un mélange fondant et on ne trouva que de minimes traces de phosphore. DIEMAIER, BLEYER et OTT indiquent qu'ils obtinrent des quantités un peu plus fortes de phosphore de cette façon ; mais des expériences antérieures avaient montré que les phosphatides n'étaient pas extraites en quantité notable. THURSTON et BARNHART ne trouvèrent même pas de traces de phosphatides dans une matière grasse de beurre absolument pure (1). Après dessiccation et élimination de l'acétone, le résidu ainsi débarrassé de matière grasse fut traité par extraction avec un mélange d'alcool méthylique et éthylique, d'abord froid, puis chaud. Cette opération fut répétée cinq fois. Comme cette méthode ne sépare pas complètement les phosphatides, trois autres extractions furent opérées avec un mélange de 80 parties d'alcool éthylique et de 20 parties de benzol, et, comme on s'y attendait, d'autres quantités de phosphatides furent extraites. En même temps, de fortes quantités de sucre furent extraites. Ces extraits furent mélangés, refroidis, puis filtrés, et le résidu fut lavé plusieurs fois avec un mélange d'alcool et de benzol, et ensuite avec du benzol pur, de façon à obtenir toutes les phosphatides qui étaient devenues insolubles.

L'alcool et le benzol furent ensuite distillés, le résidu séché dans

(1) *Journal of Dairy Science*, 18, 1935.

le vide et repris dans le benzol pur. On obtint de cette façon une masse huileuse. Il est remarquable que tant d'huile ait pu résister à l'extraction à l'acétone. On ajouta à cette masse huileuse de l'acétone pour précipiter complètement les phosphatides. Celles-ci furent extraites par filtration et purifiées par une nouvelle dissolution dans le benzol et une nouvelle précipitation par l'acétone. La solution benzol-acétone contenait maintenant la « graisse résiduaire » qui, dans ce cas spécial, avait une fluorescence verdâtre, en raison probablement de sa richesse en lacto-flavine. Ceci est une nouvelle démonstration de ce que cette matière grasse doit être comprise dans les déterminations précises de matière grasse. Le poids de cette matière grasse était de 9 gr. 5, c'est-à-dire 0,95 % sur le lait sec ou 4,13 % sur la matière grasse. L'analyse de cette matière grasse prouva qu'elle ne contenait pas de phosphore.

Les phosphatides totales obtenues qui s'élevaient à 2 gr. 4 après purifications répétées avec l'acétone, avaient une teneur en phosphore de 3,92 %. Comme on le savait, toutefois, depuis longtemps, on avait ainsi un mélange de phosphatides solubles et insolubles dans l'alcool. Le mélange fut séparé en ses deux composants par des extractions répétées d'abord avec de l'alcool absolu froid puis chaud. On laissa ensuite reposer pendant 24 heures. Ceci donna 1 gr. 4 = 58,3 % soluble dans l'alcool, et 1 gr. = 41,7 % insoluble dans l'alcool. La teneur en phosphore du mélange de lécithine (soluble dans l'alcool) était de 3,61 % et celle du mélange de képhaline (insoluble dans l'alcool) 3,9 %. Ni la lécithine, ni la képhaline ne sont des produits purs mais des mélanges de substances similaires.

Ces recherches montrent que le lait sec entier contient 0,24 % de phosphatides ; si la teneur en eau du lait est normalement de 87 %, la teneur en phosphatides du lait frais est 0,0314 %. La teneur en lécithine soluble dans l'alcool du lait frais est de 0,0183 % ; la teneur en képhaline insoluble dans l'alcool du lait frais est de 0,0131 %. La lécithine, comme d'habitude, était sous forme pâteuse, la képhaline sous forme de poudre solide.

La méthode ci-dessus décrite cherche à éviter les erreurs commises jusqu'à présent et à simplifier le problème.

L'Auteur remercie M. E. G. PERRY qui a exécuté les analyses dont il est question dans cette étude.