

POSSIBILITÉS D'ÉTUDES ULTÉRIEURES.

Notre travail a été limité aux deux sujets mentionnés, mais il suggère un certain nombre de problèmes dignes d'étude.

Ainsi les changements structuraux dans la caséine pendant la maturation des fromages constituent un problème attrayant. D'autre part, une étude sur les changements qui se produisent dans la matière grasse du beurre conduit elle-même à l'analyse aux rayons X. Quant à l'arrangement et à la grandeur des espacements des groupes de lactose, ils n'ont pas encore été signalés comme on l'a déjà fait pour les autres sucres. Enfin les déterminations quantitatives de la grandeur des particules des cristaux de glace dans la crème glacée peuvent aussi être faites à l'aide des rayons X.

RÉSUMÉ.

Au moyen de l'analyse par les rayons X on a pu identifier les constituants minéraux dans un échantillon de galalite. Les résultats donnés par la diffraction des rayons X par la poudre de lait permettent de conclure que le lactose n'existe pas sous forme cristalline dans la poudre de lait fraîche. Le tout premier début de cristallisation du lactose dans la poudre de lait a été montré par les images de diffraction. On a noté aussi, dans la protéine du lait, une tendance à un changement des espacements unitaires des groupes diffractants dû aux différentes méthodes de préparation. Les poudres de lait obtenues par pulvérisation ont montré un espacement unitaire d légèrement plus grand que chez les poudres obtenues sur cylindre.

Publications consultées :

- [1] G. L. CLARK. *Applied X-Rays*, 2^e édition, p. 183. Mac Graw & Hill, Londres, 1929.
 [2] G. L. CLARK. *Applied X-Rays*, p. 433.
 [3] Paul F. SHARP. *Journal of Dairy Science*, vol. XIII, n^o 2, Baltimore, 1930.
 [4] W. T. ASHBURY. *Transactions of the Faraday Society*, vol. XXIX, part. 1, n^o 140
 Londres, janvier 1933.
 [5] T. J. TRILLAT. *Journal de Chimie physique*, Paris, 25 janvier 1932.

REVUE

**LE RÉGLAGE DE LA TENEUR EN SELS DU LAIT
 AU MOYEN D'UN TRAITEMENT PAR ÉCHANGE
 DE BASES**

par

M. G. GÉNIN

Ingénieur Chimiste E. P. C. I.

On sait depuis fort longtemps que la composition du lait de chaque espèce est adaptée aux besoins des jeunes animaux. C'est

ainsi que le lait des lapines se caractérise par sa grande richesse en protéines et en cendres, nécessaires pour assurer le développement rapide des jeunes lapins. Cette teneur en cendres est 12 fois plus élevée que celle du lait humain et la teneur en protéines 6 fois plus élevée, car on sait que les jeunes enfants ont au contraire un développement très lent. Entre ces deux extrêmes, se place le lait de vache, qui contient environ 2 fois plus de protéines et environ 3 fois plus de cendres que le lait humain.

On peut donc en modifiant le lait de vache l'amener à une composition assez voisine de celle du lait humain. Cette composition consiste en une dilution et l'addition de lactose et de matière grasse. Malgré les modifications que l'on peut ainsi apporter à la composition du lait de vache, il n'en reste pas moins que la nourriture de l'enfant par un lait autre que le lait maternel n'est pas une question simple. Des différences dans le caractère aussi bien que dans la concentration des protéines, des graisses et des sels, peuvent avoir une grande influence sur l'absorption, par l'organisme de l'enfant, des différents constituants du lait. Le lait de vache lorsqu'il arrive dans l'estomac humain se caille en donnant naissance à de grandes masses dont la digestion est lente, ce qui entraîne une absorption imparfaite de ses constituants. Le lait humain, au contraire, sous l'influence du suc gastrique donne de petits granules floculants dont la digestion est rapide, et dont l'absorption est presque pratiquement complète.

On sait aujourd'hui que trois principaux facteurs agissent sur la coagulation du lait dans l'estomac humain. Ces facteurs sont la teneur en caséine et en ions calcium du lait et d'autre part la nature des enzymes. Dans la pratique, pour rendre le lait d'une digestion plus facile pour le bébé, on s'efforce donc de modifier la concentration en caséine et en ions calcium du lait de vache, et les différentes méthodes qui seules ou en combinaison peuvent être utilisées pour arriver à ce résultat sont les suivantes :

- 1^o Dilution par l'eau ;
- 2^o Dilution par une solution d'un colloïde protecteur tel que gruau d'orge ou gélatine ;
- 3^o Précipitation des ions calcium par addition d'un alcali tel que eau de chaux, hydroxyde de magnésium ou bicarbonate de potassium ;
- 4^o Formation d'un ion calcium complexe par addition d'un citrate soluble ;
- 5^o Précipitation partielle des sels de calcium par chauffage du lait au cours de la pasteurisation, par cuisson, ou par stérilisation ;
- 6^o Coagulation du lait par addition préalable d'acide.

Malheureusement tous ces procédés ne donnent que des résultats approchés, en ce qui concerne la transformation de la forme de coagulation du lait de vache dans l'estomac humain.

Etant donné que les ions calcium doivent être présents lorsque l'on procède à la coagulation du lait par la présure, on a pensé qu'il devait être possible de produire une caillebotte molle en partant d'un lait de vache donnant normalement une caillebotte dure, à condition d'éliminer au préalable les ions calcium du lait par un traitement au moyen de silicates possédant la propriété d'échanger leurs bases, analogues à ceux qui sont utilisés pour l'adoucissement des eaux. C'est cette idée qui a servi de base à une étude très récente, dont nous rapporterons ici les conclusions et qui a été effectuée par Messieurs J. F. LYMAN, E. H. BROWNE et H. E. OTTING, au Laboratoire de l'Université de l'Etat d'Ohio (1).

En 1931, au cours de la conférence qui s'était tenue à la Maison Blanche sur la protection de la santé de l'enfance (2), il avait été indiqué que l'expérience montre que la nourriture d'un enfant au moyen d'un lait donnant une caillebotte molle donne d'excellents résultats, alors que l'emploi d'un lait à caillebotte dure peut entraîner des accidents de digestion. Cette observation s'adresse d'ailleurs également à des enfants plus âgés et même aux adultes dont le système digestif est déficient.

Si dans le but d'éliminer les ions calcium du lait par un traitement d'échange de base au moyen de la zéolite, on pousse le traitement de telle sorte que 20% ou plus de la totalité des ions calcium du lait de vache sont éliminés, on constate qu'il n'y a pas formation de caillebotte sous l'action de la présure. Il faut donc, lorsque l'on cherche à transformer l'état physique de cette caillebotte, régler l'action des silicates échangeurs de base et de l'acidité de telle sorte qu'au moins 20% des ions calcium soient éliminés.

Lorsque du lait de vache dont l'acidité, calculée en acide lactique, s'élève à environ 0,16%, est placé au contact de la zéolite, l'élimination des ions calcium est pratiquement nulle. Un tel lait, traversant lentement une couche de zéolite, ne perd en effet que 3 à 5% de sa teneur initiale en calcium. Si donc, on le soumet à l'action de la présure, il y a formation d'une caillebotte dense. Si, par contre, on élève l'acidité du lait, toujours calculée en acide lactique, à 0,3%, par addition d'acides chlorhydrique, citrique ou lactique, et si on le place au contact de la zéolite, l'élimination des ions calcium est beaucoup plus importante, ainsi qu'en témoigne le tableau ci-dessous, établi en faisant appel à deux types de zéolite (Greensand et Crystalite) :

Laît en em ³	Acidité en acide lactique en %	Poids de zéolite humide en grammes	Calcium éliminé en %	Phosphore éliminé en %
600	0,16	180 Greensand	5	17
600	0,16	90 Crystalite	3	14
600	0,30	180 Greensand	15	24
600	0,30	90 Crystalite	22	22

L'échantillon qui a été privé de 15% de son calcium initial coagule sous l'influence de la présure, tandis que le lait qui a été privé par ce procédé de 22% de son calcium initial reste insensible à l'action de ce réactif. Ces résultats s'expliquent en admettant que le lait d'une faible acidité n'a qu'une faible proportion de son calcium total sous la forme ionisée ; dans ces conditions il est probable que la durée de contact de ce lait avec les zéolites est insuffisante pour qu'il y ait élimination d'une proportion importante de calcium. Si d'ailleurs ce lait après avoir été traité à la zéolite, puis porté à l'ébullition et refroidi à 38°, est soumis à nouveau à l'action de la présure, on constate qu'il coagule par suite d'une transformation de la répartition de ses sels.

Il est également possible, en utilisant un type approprié de zéolite, de modifier sensiblement la teneur en sodium ou en potassium du lait. Si par exemple, la zéolite a été traitée au moyen d'une saumure composée de parties égales en poids de chlorure de sodium et de chlorure de potassium, on obtiendra en traitant le lait avec cette zéolite des modifications qui sont reproduites dans le tableau ci-dessous :

Traitement	Composition du lait			
	Ca %	P %	Na ² O %	K ² O %
Lait non traité	0,1390	0,1067	0,0710	0,1840
Lait traité au moyen de Crystalite régénérée par la soude et le chlorure de sodium	0,1016	0,0789	0,1230	0,0315
Lait traité au moyen de Crystalite régénérée par la soude et un mélange à parties égales de chlorures de potassium et de sodium	0,1049	0,0837	0,0782	0,1618

Enfin les zéolites possèdent également la propriété d'éliminer des quantités importantes de phosphate contenu dans le lait. Il résulte des études effectuées sur ce point que cette élimination des phosphates au moyen des silicates présentant la propriété d'échanger leurs bases, n'a lieu que si le lait initial contient des ions calcium ou des ions di ou trivalents. On ne sait d'ailleurs pas encore quel est le mécanisme de cette élimination, et s'il y a un véritable échange des anions, un phénomène d'absorption ou une simple précipitation. D'ailleurs, lorsque l'on procède à la régénération d'une zéolite ayant

éliminé les phosphates du lait, en utilisant une solution d'un chlorure alcalin, on ne déplace pas au cours de cette régénération les phosphates retenus par la zéolite. Il faut, pour effectuer une régénération complète, ajouter à la solution de chlorure une certaine proportion de soude caustique.

L'addition au lait d'acide chlorhydrique préalablement au traitement par la zéolite, abaisse l'alcalinité des cendres du lait. Le traitement par l'acide lactique ou l'acide citrique augmente au contraire l'alcalinité. On a par exemple obtenu les résultats suivants : il faut, pour neutraliser les cendres fournies par 1 cm³ de lait non traité en utilisant la phénolphthaléine comme indicateur, employer 0,17 cm³ d'acide chlorhydrique 0,1 N. Lorsque le lait a été traité par l'acide chlorhydrique avant son passage sur la zéolite, il ne faut plus que 0,12 cm³ d'acide pour neutraliser les cendres. Lorsqu'au contraire, l'acidification a été faite avec l'acide lactique ou avec l'acide citrique, il faut respectivement 0,22 et 0,34 cm³ d'acide.

Pour terminer cet exposé d'une étude récente qui nous a semblé présenter un grand intérêt pour le traitement du lait destiné à l'alimentation des enfants, nous rappellerons que le lait traité par la zéolite ne change pas de goût, ni d'aspect, et que ce même traitement s'applique indistinctement au lait écrémé ou au lait entier, la présence de matière grasse ne modifiant en rien l'efficacité de la zéolite.

RÉFÉRENCES

- (1) J. F. LYMAN, E. H. BROWNE et H. E. OTTING. *Ind. Eng. Chem.*, novembre 1933, t. 25, pp. 1297-1298.
- (2) *White House Conference on Child Health Protection*. Rapport préliminaire sur l'aspect économique des questions relatives au lait. 1930.

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1^o LES LIVRES

BINET (L.), DAUTREBANDE (L.), HERMANN (H.), HEYMANS (C.) et THOMAS (P.). — **Traité de physiologie normale et pathologique** (publié sous la direction de G. H. Roger et Léon Binet), tome V : **Respiration**, 1 vol. relié, 474 pages, 22 fig., 2 pl. couleur. Masson et Cie, éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, Paris. — 100 francs.

Le *Traité de physiologie normale et pathologique*, publié sous la direction des professeurs G. H. ROGER et LÉON BINET, de la Faculté de médecine de Paris, vient de s'augmenter de son tome V, traitant de la Respiration.