

## SUPPLÉMENT TECHNIQUE

### NOUVELLES RECHERCHES SUR L'UTILISATION DU SÉRUM DE FROMAGERIE

par

G. GENIN

*Ingénieur E.P.C.I.*

La question s'est toujours posée aux fabricants de fromages, d'utiliser, dans les meilleures conditions possibles, le sérum qui constitue un sous-produit important de leur production. Il est en effet pratiquement impossible de rejeter ce produit dans les égouts ou dans les cours d'eau. Il faut avoir recours à des étangs ou des réservoirs de décantation qu'il faut nettoyer périodiquement et qui sont une source d'odeurs désagréables, ou retourner aux producteurs de lait le sérum qui peut alors servir à la nourriture des animaux. Mais c'est une solution relativement coûteuse, surtout lorsque le ramassage du lait porte, ce qui est le cas maintenant, sur des distances de plus en plus grandes. Il n'est donc pas étonnant que l'on ait songé à traiter ce sérum pour en extraire les produits de valeur qu'il renferme : protéines et lactose et de nombreuses études ont été entreprises dans ce but.

Nous allons, dans ce court exposé, résumer les travaux les plus récents qui ont été entrepris dans cette voie et qui ont eu pour objet de transformer le sérum de fromagerie en un produit utilisable pour l'alimentation de l'homme ou des animaux.

#### Fabrication de poudre de sérum alimentaire

Un fabricant de fromage qui traite 100 kg de lait obtient, comme sous-produit, environ 80 kg de sérum. Un fabricant américain de Cheddar a trouvé une solution pratique au problème de l'utilisation de ce sérum, elle consiste à en extraire une poudre de sérum pouvant servir à la préparation de certains aliments ou qui peut être employée en boulangerie. Le procédé adopté dans cette usine de l'Ohio et qui repose sur une installation réalisée par la firme Blaw-Knox, permet d'obtenir une poudre de sérum non hygroscopique qui peut être préparée dans des conditions relativement économiques, grâce aux solutions élégantes trouvées pour la concentration, puis le séchage du sérum.

En principe, l'installation permet d'effectuer successivement les opérations suivantes : préchauffage du sérum, concentration,

cristallisation partielle, séchage partiel, nouvelle cristallisation, séchage définitif, pulvérisation et emballage [1].

Le sérum obtenu dans l'atelier de fromagerie subit un préchauffage qui s'effectue en deux temps. Tout d'abord, le produit est préchauffé à 63° C dans un échangeur de chaleur intermédiaire, qui utilise comme fluide chauffant la vapeur provenant du premier effet de l'évaporateur de l'installation. Le sérum chauffé à 63° et contenant environ 6 p. 100 d'extrait sec, passe ensuite dans un second échangeur de chaleur chauffé à la vapeur, d'où il est dirigé vers un évaporateur à double effet à couche mince où sa concentration est élevée à 50 p. 100.

Le sérum concentré, qui quitte l'évaporateur à la température de 46°, est pompé dans des cuves de cristallisation où il est continuellement agité. Le liquide étant sursaturé en lactose, ce dernier se précipite sous la forme hydratée alpha, le beta lactose étant en même temps converti en forme alpha qui précipite sous la forme hydratée cristalline. L'opération se poursuit jusqu'à ce que tout le lactose en sursaturation ait précipité et il reste donc un liquide contenant les lactoses alpha et beta en équilibre, l'excès de lactose précipité sous la forme cristalline d'hydrate alpha étant maintenu en suspension par l'agitation.

A partir de ce moment, il est capital de ne pas opérer à une température excessive pour poursuivre le séchage du sérum, en effet les cristaux d'hydrate alpha risqueraient de se transformer en produit amorphe qui n'aurait pas les propriétés de non-hygroscopicité désirables.

Le sérum concentré et partiellement cristallisé est alors dirigé au moyen d'une pompe vers une buse d'atomisation puis dans un séchoir vertical. Dans cet appareil, on opère à une température relativement basse et la disposition de l'appareil est telle que le produit atomisé et le courant d'air chaud se trouvent animés d'un mouvement de rotation dans la chambre conique qui constitue un cyclone. On réalise ainsi un mélange plus intime des particules de liquide atomisé et du courant d'air chaud, mais on augmente également la durée de séjour du mélange dans l'appareil, ce qui permet d'effectuer le séchage et la cristallisation à une température relativement réduite. (La température de l'air à la sortie de l'appareil est de l'ordre de 58° C.)

Le mouvement tourbillonnaire de l'air permet de recueillir la majeure partie des particules desséchées au bas de l'appareil, ce qui permet de réduire le travail qu'a à effectuer le second cyclone situé après l'appareil de séchage. On recueille au total, dans ces conditions, 99,8 p. 100 de la poudre qui renferme environ 14 p. 100 d'eau.

Cette poudre et le sérum non complètement desséché et qui renferme 86 à 88 p. 100 d'extrait sec, ainsi que la poudre recueillie

dans le second cyclone, sont vidés sur une courroie transporteuse, sur laquelle une nouvelle cristallisation se produit. En effet, la solution concentrée dans le séchoir atomiseur est une fois de plus sursaturée en lactose et au cours de son déplacement sur la courroie, la séparation des cristaux de lactose se produit.

Pour terminer l'opération, le produit, au débouché de la bande convoyeuse, est versé, dans un séchoir cylindrique rotatif où se produisent une concentration et une cristallisation progressives, l'eau non utilisée comme eau de cristallisation étant lentement éliminée. Finalement, on recueille à la sortie du séchoir un produit qui contient 3 à 4 p. 100 d'humidité et qui se présente sous la forme de particules ruisselant facilement. Ces particules sont refroidies, puis pulvérisées à la finesse requise et le produit est emballé. Le produit non hygroscopique ainsi obtenu est d'excellente qualité, de goût et d'odeur agréables, les particules grillées sont en proportion infime et le produit est soluble. Pour que l'opération soit économique, on estime qu'elle doit porter sur une production suffisante et représenter par exemple, une production annuelle de 1 500 000 kg.

### Fabrication d'un mélange de blanc d'œuf et de sérum

Un technicien allemand de Munich, *Karl Thies* [2] a décrit, dans un brevet américain, un procédé qui permet de réduire la concentration de l'albumine dans le blanc d'œuf et de régler sa viscosité, tout en conservant ses propriétés, et qui consiste à mélanger le blanc d'œuf liquide avec un volume égal de sérum de fromagerie. Le mélange est homogénéisé et on abaisse son  $pH$  à une valeur de 2 à 3. Il peut être stérilisé et on peut élever son  $pH$  à une valeur comprise entre 8 et 9, en le faisant passer sur des résines ayant la propriété de céder leurs anions alcalins.

### La préparation de pâte de sérum

Cette question a fait l'objet de plusieurs travaux publiés en Union soviétique.

C'est ainsi que ce produit, répondant au nom de pâte de sérum, peut être préparé à partir d'un mélange de sérum et de lait écrémé additionné de différents adjuvants. *Shubin* a décrit une méthode de préparation de ce produit [3]. Le procédé recommandé par cet auteur consiste à concentrer dans le vide, un mélange de 3,3 parties de sérum et de 1 partie de lait écrémé et à ajouter au produit condensé du sucre, un sirop et du beurre ou de la crème, de façon à obtenir finalement un produit qui contient 15 p. 100 de graisse et 15 p. 100 de sucre par rapport à l'extrait sec. Après une nouvelle condensation effectuée à la température de 60 à 65° de façon à

porter la concentration en extrait sec à 65 p. 100, on ajoute de la vanille au mélange qui est ensuite refroidi rapidement à 18-20° C dans des récipients appropriés, les résultats les meilleurs étant obtenus en utilisant comme emballage des tubes d'aluminium. Une étude bactériologique de ce produit [4] a montré que la majeure partie de la microflore présente initialement est détruite pendant l'évaporation et que le nombre de bactéries subsistant continue à décroître au cours d'une conservation du produit fini qui peut s'effectuer entre 22-25° C ou à 5-8° C.

Un autre groupe de chercheurs russes a décrit un procédé de concentration par congélation du sérum de fromagerie [5], qui consiste à congeler le sérum renfermant 5,2 p. 100 d'extrait sec à — 4° C. Le produit est filtré et pressé afin de séparer le liquide des cristaux, puis lavé. On obtient ainsi un liquide qui renferme 11,8 p. 100 d'extrait sec et l'opération peut être répétée 2 à 3 fois, pour porter la concentration en solides à 25-30 p. 100.

### L'utilisation du sérum en boulangerie

Depuis déjà assez longtemps, des travaux ont été entrepris en vue d'utiliser le sérum en boulangerie et une étude polonaise indique que, dans ce pays, environ 180 millions de tonnes de sérum seraient déjà consommées dans l'industrie des produits panifiables [6], en vue de l'enrichissement en matières nutritives de ces produits, ce qui a permis également de réaliser des économies sensibles de farine.

On trouve également dans un récent brevet américain, la description d'un procédé de préparation [7] d'un produit dérivé du sérum et qui peut être utilisé en boulangerie. Ce procédé consiste à incorporer dans la pâte les composés solides contenus dans le sérum de fromagerie, 1 à 5 p. 100 de caséinate, ainsi que des sels renfermant du calcium, du sodium et du phosphore. On trouvera dans le brevet original des exemples de préparation de tels mélanges pouvant entrer dans la préparation de pâtes servant à la fabrication de gâteaux ou de pain.

Enfin des spécialistes de l'Afrique du Sud [8] ont décrit également une nouvelle et intéressante application du sérum desséché dans l'industrie alimentaire. Ces auteurs ont en effet, constaté que l'addition de 2 p. 100 de poudre de sérum finement broyée (passant entre les tamis 100 et 200) à de la poudre d'œuf, à de la poudre de lait entier, à de la poudre de lait végétal (soja) et à de la graisse de lait desséchée, empêche la prise en masse et l'agglomération de ces produits, de la même façon que l'addition de silicates qui eux, ne constituent pas un élément nutritif.

### Boisson diététique à base de sérum

C'est dans un brevet tchécoslovaque qu'on trouve la description de la préparation d'une boisson diététique à base de sérum de fromagerie [9]. Le mode opératoire conseillé consiste à inoculer du sérum avec des organismes ayant la propriété de faire fermenter le lactose (y compris des levures). On procède à une incubation à la température de 15 à 25° de façon à ce que l'acidité atteigne une valeur de 22° SH, on ajoute de l'alcool éthylique, on fait bouillir, on refroidit le mélange et on filtre. Après réglage du pH du filtrat à une valeur de 5,0, le produit est additionné de parfum alimentaire, avant d'être dilué par addition d'eau, on procède à une nouvelle filtration pour clarifier le mélange dont le pH est à nouveau réglé à 5, avant addition de gaz carbonique sous pression, afin d'obtenir une boisson gazeuse.

### Séchage du sérum par pulvérisation de mousse de sérum

On trouve déjà, depuis plusieurs années, dans les revues spécialisées, de nombreux travaux sur la dessiccation du lait, l'opération s'effectuant sur le lait liquide préalablement transformé en mousse. Cette technique a également été appliquée avec succès au sérum de fromagerie et dans une fabrique américaine de crème glacée située à East Lansing [10], on est parvenu à préparer des sorbets parfumés aux extraits de fruits de goût excellent et qui sont préparés à partir de mélanges dans lesquels entre 25 et 95 p. 100 des constituants solides habituels, de tels mélanges sont remplacés par de la poudre de sérum d'une fromagerie dans laquelle on fabrique du fromage blanc, ce sérum étant desséché après moussage.

Des recherches sur la fabrication et les propriétés de la poudre de sérum de fromagerie obtenue par moussage et dessiccation ont également fait l'objet de publications hollandaises [11].

### L'emploi du sérum de fromagerie dans la fabrication d'aliments pour animaux

Le principal débouché du sérum de fromagerie a toujours été l'alimentation des animaux. On a cherché cependant à concentrer ce produit de façon à réduire la quantité d'eau qu'il contient et les frais de transport élevés que cela entraîne.

Des informations ont été publiées récemment en Allemagne [12] sur la préparation du sérum concentré obtenu dans un évaporateur à plateaux du type APV, que l'on mélange avec une quantité égale de lait écrémé et qui est retourné sous cette forme partiellement concentrée aux producteurs de lait pour l'alimentation des animaux qu'ils élèvent.



On a aussi envisagé de faire fermenter le sérum grâce à la présence de levures en vue d'augmenter sa valeur nutritive pour l'alimentation des animaux. Il semble que cette technique paraisse gagner de l'intérêt, si l'on en juge d'après les publications qui s'y rapportent. Dans deux brevets français [13], on trouvera la description d'une poudre préparée à partir de sérum fermenté, après addition de levures (*Torula cremoris* ou *Saccharomyces fragilis*). Cette poudre contient 25 à 36 p. 100 de protéines, 16 à 20 p. 100 de substances minérales et 30 à 40 p. 100 de substances extractables ne contenant pas d'azote, la levure représente 25 à 45 p. 100 du mélange.

D'après un auteur tchécoslovaque [14], on a essayé d'employer avec succès, pour la nourriture des animaux, une poudre de sérum fermenté contenant 60 p. 100 de substances exemptes d'azote, 19 p. 100 de protéines et 14 p. 100 de substances minérales. Si on utilise par exemple, ce produit pour la nourriture des poules, on constate que la production des œufs est augmentée et que la croissance des animaux est accélérée.

On a publié en Hongrie une étude sur la production, par un procédé continu de fermentation, d'un dérivé du sérum riche en protéines [15], qui convient également à l'alimentation des animaux, l'organisme utilisé dans cette préparation étant *Saccharomyces fragilis*. Le produit obtenu contient 54 p. 100 de protéine, 4 p. 100 de graisse, 19 p. 100 de substances exemptes de graisse, 22 p. 100 de substances minérales, mais pas de lactose.

En Russie [16], on a imaginé un procédé de fermentation du sérum par *Candida tropicalis*, ce qui permet d'obtenir un aliment pour animaux. Le produit, après fermentation, est encore liquide. Il contient environ 4,8 p. 100 d'extrait sec dont 2,2 p. 100 de protéine. Il est desséché par atomisation et fournit un produit qui renferme 46 p. 100 de protéine. Des essais d'alimentation de veaux avec ce composé, ont donné d'aussi bons résultats que le lait écrémé.

Enfin, on s'intéresse également aux Etats-Unis à la question de la fermentation du sérum de fromagerie par les levures. Une publication récente [17] donne la description d'une méthode de préparation d'un aliment riche en protéine, qui consiste à inoculer le sérum avec *Saccharomyces fragilis*, à procéder à une fermentation aérobie, puis à un séchage portant directement sur le produit brut ou sur le produit séparé de ses constituants solubles. Le produit obtenu convient à l'élevage des visons.

#### BIBLIOGRAPHIE

[1] *Manufactured Milk Products*, 1965, t. 56, n° 5, p. 7.

[2] K. THIES. — *Br. am.* 3 143 427, demandé le 25 juillet 1960 (antériorité allemande du 30 juillet 1959).

- [3] E. M. SHUBIN. — *Dokl. nauchn. Konf. Vop. Tekhn. Mikrobiol. Mol. moloch Prod. Vologda*, 1964, p. 86.
- [4] L. N. SHUBINA. — *Dokl. nauchn. Konf. Vop. Tekhn. Mikrobiol. Mol. moloch Prod. Vologda*, 1964, p. 90.
- [5] V. B. TYLIN et coll. — *Nauchn. Zap. Stalinsk. Inst. sov. Torgovli*, 1961, n° 12, p. 43.
- [6] W. CZARNECKI. — *Przem. spozyw.*, 1965, t. 19, n° 3, p. 166.
- [7] P. J. WARD et coll. — *Br. can.*, 673 547, 1963.
- [8] H. M. B. BALLSCHIEMER et coll. — *Milchwissenschaft*, 1964, t. 19, n° 7, p. 360.
- [9] Z. BLAZEK et coll. — *Br. tchéc.* 101 689, 1961.
- [10] L. E. BLAKELY et coll. — *Quart. Bull. Mich. Agric. Expt. Sta.*, 1964, t. 47, n° 2, p. 142.
- [11] J. BLAAUW et coll. — *Misset's Zuivel*, 1965, t. 71, n° 32, p. 709.
- [12] H. BAUSTIAN. — *Molkerei u. Käsezeitg.*, 1964, t. 15, n° 43, p. 1698.
- [13] V. NAIDITCH et coll. — *Br. Fr.*, 1 235 978, 1960.  
Société des Alcools du Vexin. *Cert. d'addition* 80 193, 1960.
- [14] M. MERGL et coll. — *Drůbeznicvi*, 1963, t. 11, n° 9, p. 136.
- [15] F. SIMEK et coll. — *Tejipar*, 1964, t. 13, n° 4, p. 75.
- [16] R. B. DAVIDOV et coll. — *Izv. Timiryazev sel'skokhos. Akad.*, 1963, n° 5, p. 166.
- [17] M. E. METWALLY. — *J. Dairy Sci.*, 1964, t. 47, n° 6, p. 680.

## Bulletin analytique

### REVUE

#### Plastiques et caoutchouc

*Koehler (W.)*. — **Corrosion des plastiques à base de caséine provoquée par la transpiration de la peau.** *Werkstoffe u. Korrosion*, 1964, t. 15, n° 1, p. 2.

En utilisant un certain nombre de solutions synthétiques destinées à reproduire la composition de la transpiration, on a étudié la résistance à la corrosion d'un certain nombre de résines synthétiques préparées à partir de caséine, de cellulose, ainsi que de produits de polymérisation par condensation. Ce sont les résines synthétiques polymérisées qui présentent la plus faible corrosion.

*Sekhar (B. C.)*. — **Influence du lactose sur la formation de gel lors de la conservation du latex.** *Proc. Rubber Technol. Conf.*, 4th Londres, 1962.

Il est possible de réduire les réactions de réticulation qui se produisent dans le latex de caoutchouc, au cours de son magasinage, par réaction des groupes aldéhydes avec des réactifs carbonyles monofonctionnels, ou en procédant à des réactions de