

SUPPLÉMENT TECHNIQUE

RECHERCHES AUSTRALIENNES SUR LA FABRICATION D'UN NOUVEAU SOUS-PRODUIT DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE :

Le coprécipité de caséine et de protéines du sérum

par

G. GENIN

Ingénieur EPCI

La poudre de lait écrémé, la caséine et le caséinate de sodium constituent des sources déjà reconnues de protéines du lait et leur préparation est un moyen de présenter ces produits sous une forme commerciale. Dans une rubrique précédente, nous avons déjà donné connaissance de travaux entrepris au Canada sur les différents facteurs qui affectent la saveur du caséinate de sodium et indiqué la méthode proposée par les techniciens canadiens pour obtenir, à partir de caséine fraîchement précipitée, un caséinate de sodium pratiquement sans goût [1].

Cependant, on a estimé que la préparation d'un co-précipité de la caséine et des protéines contenues dans le lait écrémé pourrait présenter de l'intérêt par rapport à ces produits déjà connus et constituer une source précieuse de protéines permettant l'enrichissement de certains produits alimentaires.

Dès à présent, de petites quantités de tels produits, précipités par un acide, sont fabriquées en Australie et aux Etats-Unis, en faisant appel essentiellement à un procédé décrit par *Scott* [2]. Rappelons que dans ce procédé, on ajoute une solution de carbonate de sodium à du lait écrémé, le mélange est chauffé à 88° C et on ajoute un acide en agitant rapidement afin de précipiter le complexe de caséine et de lactalbumine. Ce complexe est séparé par décantation, lavé à l'eau chaude et filtré et il peut être mélangé à des aliments ou prédigéré par des enzymes en vue de son emploi comme substance riche en protéines pour l'alimentation de l'homme.

Par ailleurs, *D'Yachenko* a suggéré, en 1957, la possibilité d'obtenir un tel précipité par l'emploi d'un sel de calcium comme agent coagulant [3] et *Arbatskaya* et ses collaborateurs ont décrit une installation permettant d'effectuer cette même opération en continu [4].

C'est le même problème qui a été repris récemment par des auteurs australiens [5] au cours de travaux dont le but était d'obtenir le rendement maximal en protéines du lait avec la perte minimale de leur valeur nutritive, l'opération devant en outre s'effectuer dans les conditions économiques les plus favorables et fournissant un produit de bonne qualité de conservation. Il y a tout lieu de penser qu'un tel produit contenant des protéines nutritives pourrait constituer un élément de valeur pour l'enrichissement de certains produits alimentaires et même servir de base à la préparation d'aliments riches en protéines animales dont les pays en voie de développement ont un grand besoin.

Recherches expérimentales

Des essais préliminaires en laboratoire ont montré que la proportion de protéine précipitée du lait écrémé par addition de 0,2 p. 100 de chlorure de calcium augmente avec la température, jusqu'à ce qu'on atteigne 90° C, et lorsque l'agent précipitant exerce son action pendant un temps qui peut atteindre 1 minute. Dans ces conditions, on parvient à précipiter 94 p. 100 des protéines.

L'emploi de chlorure de calcium comme agent coagulant se révèle être un moyen efficace et simple de production. Les caractéristiques physiques du caillé laissent penser que le produit pourrait être fabriqué dans les installations de production de caséine acide analogues à celle décrite par *Muller et Hayes* [6] très répandue en Australie.

Recherches sur le plan industriel

Les premiers essais industriels ont d'ailleurs été effectués sur une installation de ce genre légèrement modifiée suivant les indications de *Muller et Hayes* pour la production de caséine de faible viscosité et dont *Le Lait* [7] a donné une description complète.

Les premiers essais ont montré que la proportion de protéines précipitées s'élevait jusqu'à 96,5 p. 100 en utilisant 0,3 p. 100 de chlorure de calcium.

L'opération comporte les phases suivantes :

— On dirige au moyen d'une pompe le lait écrémé dans un injecteur de vapeur, ce qui élève sa température à 90° C, et le lait est recueilli dans une petite cuve.

— Une seconde pompe dirige le lait réchauffé dans un tube dans lequel le séjour du lait est d'environ 1 minute. Au début de ce tube est fixé un ajutage grâce auquel on injecte en continu la quantité voulue de chlorure de calcium.

— Le caillé et le sérum sont déchargés à la sortie du tube sur une table inclinée et rainurée, puis passent sur un tamis permettant la séparation du sérum.

— A partir de ce moment, le caillé est traité dans une presse à caséine et séché, il peut être également redispersé et traité comme nous le dirons plus loin.

Alors que dans la fabrication de la caséine acide, *Muller* et *Hayes* avaient constaté que l'atomisation de la solution d'acide dans le lait réduisait les pertes par formation de fines particules de caillé, il n'en est pas de même lors de la coagulation par un sel de calcium et les pertes ne s'élèvent pas à plus de 3,5 p. 100 des protéines contenues dans le lait écrémé, lorsqu'on injecte simplement la solution de chlorure de calcium, à condition que la durée d'action de cette solution atteigne 1 minute.

La quantité de chlorure de calcium nécessaire dépend de la teneur en protéines et de l'acidité naturelle qui s'est développée dans le lait. Généralement, 0,25 p. 100 suffisent pour précipiter 96 p. 100 de protéines et le contrôle pratique de la quantité ajoutée se fait facilement par le simple examen du sérum qui devient trouble si la quantité de réactif ajouté est insuffisante, alors qu'un excès ne présente pas d'inconvénient.

Pour obtenir un rendement maximal, il importe d'éviter une agitation excessive une fois que le caillé a été formé dans le tube ou au moment de la séparation du sérum. Par exemple, l'emploi d'une pompe centrifuge ou l'écoulement du produit dans un compteur pourrait augmenter d'une façon sensible les pertes par entraînement des fines particules dans le sérum.

Pour faciliter les opérations de pressage, on peut modifier les caractéristiques du caillé en agissant sur la température de l'eau de lavage, une température de 29 à 35° apparaît satisfaisante et, au cours d'essais industriels, on a pu obtenir un rendement supérieur de 30 p. 100 à celui du rendement en caséine alimentaire obtenu par coagulation par un acide de lait écrémé de même teneur en extrait sec. L'augmentation de ce rendement provient d'une précipitation plus complète des protéines et de la présence de lactose, de graisses et de cendres dans le précipité obtenu par le chlorure de calcium.

On peut également sécher le précipité par atomisation. Dans ce but, le caillé encore humide est redispersé dans de l'eau contenant 2 p. 100 de tripolyphosphate de sodium par rapport au poids de caillé sec et la dispersion est traitée avec un broyeur colloïdal. Avec une teneur de 25 p. 100 en extrait sec, la viscosité du mélange est suffisamment faible pour qu'il puisse être transféré au moyen d'une pompe centrifuge, si son *pH* est réglé à une valeur voisine de 6,2. Le séchage par atomisation s'effectue avec de l'air chaud à la température de 232° C et en général la technique adoptée pour le séchage du caséinate de sodium convient.

Composition et propriétés du coprécipité

Le tableau ci-dessous, emprunté à la publication de *Buchanan*, donne la composition de coprécipités obtenus par l'emploi du chlorure de calcium.

TABLEAU

	<i>Produit granulaire</i>		<i>Produit obtenu par atomisation</i>	
	<i>Valeurs limites</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Valeurs limites</i>	<i>Moyenne</i>
Protéine (N × 6,38)	81 à 83	82	82 à 84	83
Lactose	0,5 à 1,5	1	0,5 à 1,5	1
Graisses	1 à 2	1,5	1 à 2	1,5
Humidité	6 à 8	7	3 à 5	4
Cendres (y compris Ca)	8 à 9	8,5	10 à 11	10,5
Calcium	2 à 3		2 à 3	

Cette composition peut être modifiée par les conditions adoptées pour le lavage. Par exemple, un lavage effectué en utilisant un litre d'eau de lavage par litre de lait écrémé employé réduit la quantité de lactose contenue dans le produit sec à environ 0,5 p. 100, la moitié de cette quantité d'eau de lavage laisse subsister 1,5 p. 100 de lactose. La quantité d'eau de lavage peut également influer sur la proportion des autres constituants.

La teneur en graisse du co-précipité est égale à environ trois fois celle trouvée dans la caséine-acide préparée à partir du même lait écrémé. Ceci est attribué à la formation de complexes de protéines et de graisse au cours de la préparation du co-précipité. Ces complexes sont retenus dans le caillé et il y a moins de graisse entraînée lors de la séparation du sérum que dans la fabrication de la caséine acide.

Enfin, la teneur relativement faible en lactose trouvée dans le caillé non lavé a été attribuée à l'exclusion du lactose de l'eau liée aux protéines du lait.

Signalons pour terminer qu'un échantillon de sérum provenant d'une installation industrielle de fabrication de co-précipité présente un besoin en oxygène biologique de 26.100 ppm qui est inférieur à celui qu'on trouve dans les sérums provenant de la fabrication du fromage ou de la caséine. Cela est attribué à la réduction des teneurs en protéines et en graisse dans le sérum, composés qui sont principalement à l'origine des odeurs désagréa-

bles qui apparaissent dans les installations de traitement des sérums rejetés par les fabriques de caséine et les fromageries.

Emplois des coprécipités de caséine et de protéines, précipités par le calcium

Produit granulaire.

La forme la plus économique de coprécipité au calcium est celle obtenue par séchage direct du caillé, qui peut être broyé ou non. Sous cet aspect, le produit constitue une forme d'enrichissement en protéine dans les aliments livrés au consommateur après cuisson, à condition que sa structure granulaire soit masquée ou cachée d'une façon ou d'une autre. C'est ainsi qu'il peut être ajouté à des produits alimentaires à base de viande, comme agent émulsifiant, ou comme agent d'enrichissement en protéines, on peut également l'introduire dans de nombreux produits à base de céréales livrés après cuisson.

Produit séché par atomisation.

Le coprécipité, même sous la forme du produit séché par atomisation, contient une certaine proportion de protéines dénaturées du sérum et par conséquent ne peut se dissoudre de la même façon que du caséinate de sodium en fournissant une solution vraie. Par contre, il se disperse plus facilement dans l'eau que le caséinate de sodium et une suspension stable contenant 10 p. 100 d'extrait sec peut se préparer en utilisant comme milieu de suspension une solution de tripolyphosphate de sodium contenant 4 p. 100 de ce réactif, calculé par rapport au poids sec de produit séché.

Des essais préliminaires ont montré que le coprécipité au calcium pourrait être utilisé à la place de poudre de lait écrémé dans la fabrication du pain. Sa teneur en protéines et en calcium est environ deux fois plus élevée que celle de la poudre de lait écrémé. On pourrait donc, pour obtenir le même enrichissement en ces composés, employer une quantité de coprécipité égale à la moitié de celle de poudre de lait écrémé normalement utilisée.

Différents essais effectués soit avec 2 p. 100 de coprécipité au calcium, soit avec 4 p. 100 d'une bonne qualité de poudre de lait écrémé employée par les boulangeries avec addition dans chaque cas de 2 p. 100 de graisses, ont montré que le pain préparé avec addition de coprécipité au calcium séché par atomisation est de qualité égale ou même supérieure à celle du pain fabriqué avec la poudre de lait écrémé. On n'a constaté que de faibles différences dans le volume du pain après cuisson et les caractéristiques de la croûte semblent être plus appréciées dans le cas du pain contenant du coprécipité, sa saveur est également satisfaisante.

Valeur nutritive du coprécipité au calcium

Une des principales raisons pour laquelle la protéine du lait constitue un produit d'enrichissement de valeur dans les aliments à base de céréales est sa haute teneur en lysine. Cependant, lorsqu'il y a présence de lactose, *Henry* et ses collaborateurs [8] ont montré que les interactions entre lactose et lysine qui peuvent se produire au cours du magasinage entraînent une sérieuse réduction de la quantité de lysine assimilable, provoquant une perte de la valeur nutritive du produit. Par exemple, *Pretorius* [9] et ses collaborateurs ont montré que certaines qualités de poudre de lait se révèlent relativement inefficaces dans le traitement du kwashiorkor en Afrique du sud, par suite d'une détérioration de la qualité de leurs protéines. Au cours de la cuisson d'aliments contenant de la poudre de lait, le même phénomène peut se produire et *Jansen* [10] a observé que la perte de lysine ajoutée au pain, pendant la cuisson, est augmentée d'une façon sensible par la présence de lactose.

Il en résulte donc que l'utilisation, soit de coprécipité au calcium, soit de caséine, soit de caséinate de sodium à de faibles teneurs en lactose, préparés dans des conditions qui réduisent au minimum toute interaction entre la lysine et le lactose, a l'avantage de faire appel à une forme plus stable de protéine de lait de haute qualité. Des travaux sont en cours sur cette question, mais dès à présent, on peut dire que le coprécipité au calcium présente l'avantage, sur la caséine et les caséinates, d'être d'une fabrication plus économique et de bénéficier d'une saveur plus agréable.

Des essais préliminaires d'alimentation effectués sur rats ont montré que les deux formes de coprécipité, granulaire ou séché par atomisation, présentent une meilleure digestibilité que la protéine de la poudre de lait écrémé. La valeur biologique de la forme pulvérisée est équivalente à celle de la protéine de la poudre de lait écrémé, et celle de la forme granulaire n'est que légèrement inférieure.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Le Lait*, 1964, t. 44, n° 433-434, p. 165.
- [2] E. C. SCOTT. — *Br. am.* 2.623.038, publié le 23 décembre 1952.
- [3] P. D'YACHENKO. — *Mol. Prom.*, 1957, t. 18, n° 1, p. 5.
- [4] ARBATSKAYA et coll. — *Mol. Prom.*, 1962, t. 23, n° 5, p. 9.
- [5] R. A. BUCHANAN, N.S. SNOW et J. F. HAYES. — *Austr. J. Dairy Technol.*, 1965, t. 20, p. 139.
- [6] L. L. MULLER et J. F. HAYES, *Dairy Engng*, 1962, t. 79, n° 4, p. 117.
- [7] *Le Lait*, 1965, t. 45, n° 443-444, p. 172.
- [8] K. M. HENRY, S. K. KON, C. H. LEA et J. C. D. WHITE. — *J. Dairy Res.*, 1948, t. 15, p. 292.
- [9] P. J. PRETORIUS, J. D. L. HANSEN, J. G. A. DAVEL et J. F. BROCK. — *S. Afr. Med. J.*, 1956, t. 30, p. 447.
- [10] G. R. JANSEN, S. R. EHLE et N. L. HAUSE. — *Food Technol.*, 1964, t. 18, n° 3, p. 367.