

toujours suivre les instructions des fabricants de ces appareils.

Le séchage à l'air libre présente un grand nombre d'inconvénients parfois insurmontables, pour obtenir une caséine d'aspect propre et exempte de fermentations, lesquelles nuisent au produit. L'impossibilité de se servir de ce système durant les périodes de journées pluvieuses ou nuageuses provoque la perte totale de la production de plusieurs jours, celle-ci ne pouvant servir alors qu'à l'alimentation des porcs.

Si l'on ne dispose pas d'un autre système, on peut réduire les inconvénients du séchage à l'air libre en préparant une caséine poreuse, bien lavée, pressée et moulue à une grosseur appropriée, c'est-à-dire avec toutes les caractéristiques facilitant son séchage. On placera le séchoir dans un endroit éloigné des chemins et des basse-cours où peuvent se rencontrer de la terre ou des poussières quelconques. On évitera que les oiseaux de la basse-cour ou d'autres animaux pénètrent dans le séchoir. Les chassis seront propres, n'offrant pas de moisissures ou de champignons.

Emmagasinage

La caséine doit être conservée dans des sacs très propres et si l'on emploie des sacs usagés, on doit les nettoyer intérieurement et extérieurement, afin de faire disparaître toute trace de matières étrangères ainsi que la poussière pouvant y adhérer.

On les gardera dans des endroits secs, propres et aérés. Les sacs doivent être posés sur des planches en bois, évitant ainsi le contact du sol. On évitera aussi que la poussière puisse se déposer à l'extérieur des sacs empilés.

On séparera la production du jour qui, pour un motif quelconque, aurait subi un défaut dans la préparation et celle-ci sera vendue séparément.

SUPPLÉMENT TECHNIQUE

LA FABRICATION DE LA POUDRE DE SÉRUM DE FROMAGERIE

par

G. GÉNIN

Ingénieur E.P.C.

Dans la fabrication du fromage, on peut dire que plus de la moitié de l'extrait sec dégraissé du lait se retrouve dans le sérum. La haute valeur nutritive de ce sous-produit de l'industrie laitière

est depuis fort longtemps reconnue et, par exemple, à la ferme, ce produit est utilisé pour l'alimentation des porcs. Cependant, le développement des laiteries et de fromageries industrielles met à la disposition de ces établissements, d'importantes quantités de sérum et, dans de nombreux cas, il n'est pas économique ou pratique de retourner ce sérum aux fermes qui ont fourni le lait. On a donc cherché, depuis longtemps, à dessécher ce sérum, afin de préparer un produit de meilleure conservation, qui peut être ensuite vendu aux éleveurs, pour la nourriture des animaux.

Le sérum que l'on recueille des cuves où se fait la coagulation du caillé contient des quantités variables de graisse, de protéine, de lactose et de sels minéraux. La teneur en extrait sec de ce produit est généralement comprise entre 6,50 et 6,80%, et peut, parfois, dépasser ce chiffre; la teneur en eau varie de 93,2 à 93,5%.

En ce qui concerne plus particulièrement la teneur en graisse du sérum, elle dépend de différents facteurs, en particulier du type de fromage fabriqué et de la méthode adoptée pour le découpage, l'agitation et l'égouttage du caillé. Si l'opération du découpage du caillé est faite sans soin, des proportions assez importantes de graisse risquent de passer dans le sérum. L'installation de cuves modernes pour la fabrication du fromage, munies de dispositifs qui assurent le découpage automatique du caillé, ainsi que son agitation, a permis de réduire l'importance des pertes de graisse, et le sérum fourni par ces installations contient généralement moins de matière grasse.

Néanmoins, la première opération, dans la fabrication de la poudre de sérum, est de passer ce liquide dans un appareil centrifuge, afin de récupérer la totalité de la matière grasse contenue. Si le pourcentage de la graisse atteint 0,3%, et si l'on peut, par centrifugation, récupérer la totalité de cette graisse, on voit que par le traitement de 1.000 litres de sérum, on pourra recueillir 3 kilogrammes de graisse.

La fabrication de la poudre de sérum exige, si l'on veut obtenir un produit de bonne qualité, que les plus grandes précautions soient apportées à la propreté de l'installation, qui seule permettra d'opérer sur un produit non pollué et non acidifié. L'acidité se développe en effet très rapidement dans le sérum et si la proportion d'acide, calculée en acide lactique, atteint par exemple 0,25%, le séchage du sérum est rendu très difficile, car si on opère sur tambour, les produits desséchés collent au racloir et aux parois du tambour, restent par conséquent trop longtemps au contact des surfaces chauffées et subissent des surchauffes locales et peuvent même charbonner.

On a essayé de nombreuses fois de neutraliser le sérum pré-

sentant une acidité élevée, mais il est extrêmement difficile d'obtenir régulièrement des résultats satisfaisants. L'addition en temps utile au sérum d'un agent de conservation, comme la formaline, permet de retarder le développement de l'acidité.

L'idéal serait de disposer d'installations continues dans lesquelles le sérum recueilli au bas des cuves de coagulation du caillé, serait immédiatement centrifugé, puis dirigé vers les installations d'évaporation. Malheureusement, une telle solution est rarement possible, car la production du caillé ne se fait pas d'une façon continue et il faut donc le stocker pendant un certain temps avant de le diriger vers les évaporateurs et les séchoirs.

La température à laquelle le sérum est recueilli à la sortie des cuves de coagulation du lait varie avec le type de fromage fabriqué; elle oscille fréquemment autour de 40°, il y aurait évidemment intérêt à refroidir ce sérum, afin de retarder le développement de l'acidité, mais outre que l'opération serait coûteuse, il y a intérêt à opérer sur un sérum relativement tiède, pour faciliter la récupération de la graisse encore contenue.

Séchage du sérum

Dans une publication récente (*Food Manufacture*, t. XXX, n° 1, p. 17, 1955), J. G. HARRIS a donné quelques indications pour le procédé en vigueur au Milk Marketing Board pour procéder au séchage du sérum de fromagerie.

Après avoir été centrifugé, le sérum peut être directement séché sur tambour, afin d'obtenir un produit grossier que l'on peut ensuite broyer plus finement. Lorsqu'on opère dans ces conditions, le débit des appareils est relativement limité et par exemple, il n'est guère possible de compter sur une capacité de traitement supérieure, suivant les types d'appareils, à 90 à 650 litres à l'heure. Le diamètre des tambours de séchage varie, suivant les installations, de 60 centimètres de diamètre à 1 m. 20 de longueur, à 1 m. 20 de diamètre et 3 mètres de longueur. La consommation de vapeur dans ces appareils est relativement importante, puisqu'il faut évaporer en moyenne plus de 90% du poids du liquide traité. L'opération est donc coûteuse et les dépenses sont essentiellement constituées par les frais de combustible : charbon ou huile, nécessaires à la production de vapeur. On admet en effet qu'il faut produire 1 kg. 5 de vapeur pour évaporer 1 kilogramme d'eau contenue dans le sérum.

C'est la raison pour laquelle, dans de nombreux cas, et en particulier lorsque le problème se pose de traiter des volumes importants de sérum, il est préférable de procéder à une précondensation du sérum et de faire passer ensuite le liquide concentré sur les tambours

de séchage. L'évaporation de l'eau dans un évaporateur travaillant dans le vide est en effet beaucoup plus économique que l'évaporation d'une même quantité d'eau, à la pression atmosphérique, sur le tambour d'un séchoir.

La consommation de vapeur dépendra évidemment de nombreux facteurs, mais, même en tenant compte de la vapeur nécessaire pour obtenir le vide désirable, elle ne dépasse pas dans ce cas, 0 kg. 7 pour évaporer 1 kilogramme d'eau. Cette économie peut être en particulier réalisée en utilisant la vapeur à haute pression obtenue dans les chaudières dans une machine à vapeur qui actionnera les appareils producteurs de vide et en recueillant la vapeur à la sortie de cette machine pour chauffer l'appareil. La machine à vapeur peut également assurer la rotation des tambours de séchoir employés pour procéder au séchage final du sérum condensé.

Si, au contraire, les tambours du séchoir sont commandés par des moteurs électriques, on peut employer des évaporateurs à double effet, et la consommation de vapeur est alors réduite à 0 kg. 43 par kilogramme d'eau évaporée. Il existe différents types d'évaporateurs, les évaporateurs à thermocompression exigent l'emploi d'une vapeur sous une pression élevée, tandis que les appareils à double effet peuvent travailler avec des pressions de vapeur beaucoup plus réduites.

Dans les appareils à double effet utilisés pour la condensation du sérum, le produit est tout d'abord introduit dans un dispositif d'alimentation, d'où il est aspiré par le vide pour être conduit dans le premier réchauffeur constitué, par exemple, dans les appareils courants, de 105 tubes verticaux ayant environ 3 mètres de longueur et de 5 centimètres de diamètre. La vapeur détendue provenant d'une machine à vapeur circule entre les tubes de façon à réchauffer le sérum.

Le sérum passe alors dans le premier évaporateur où on maintient un vide d'environ 50 centimètres de mercure et où l'évaporation se produit à une température voisine de 75°. On peut d'ailleurs faire circuler plusieurs fois le sérum entre ce second dispositif et le réchauffeur tubulaire, pour obtenir la concentration désirée. Le liquide concentré passe alors dans un second réchauffeur tubulaire, analogue au précédent, mais qui renferme 123 tubes. Le chauffage de cet appareil tubulaire est obtenu en utilisant la vapeur provenant de l'évaporateur sous vide. Le liquide réchauffé dans le second appareil tubulaire est alors dirigé dans un second appareil d'évaporation, dans lequel on maintient un vide de 65 centimètres de mercure, et où l'évaporation se produit à une température de l'ordre de 50 à 65°.

Lorsque la concentration désirée a été atteinte, on retire le liquide concentré du dernier appareil au moyen d'une pompe et il est stocké dans un réservoir, en attendant son séchage sur tambour.

L'installation, que nous décrivons d'après J. C. HARRIES, est prévue pour pouvoir traiter environ 5.000 litres de sérum à l'heure, et la quantité de sérum concentré qu'elle fournit est voisine de 1.700 litres. A ce moment de l'opération, on a donc évaporé environ 1.300 litres d'eau. En partant d'un sérum qui renferme 6,5% d'extrait sec, le sérum concentré obtenu a une teneur en extrait sec de l'ordre de 19,5%. Lorsque le séchage final s'effectue sur tambour, il n'est pas recommandé de dépasser cette concentration, mais si le séchage se fait par atomisation, il est possible d'opérer sur un sérum beaucoup plus concentré, qui peut renfermer de 40 à 50% d'extrait sec.

Le sérum concentré est alors distribué sur 4 jeux de deux tambours chauffants jumeaux, ayant chacun 2 m. 50 de longueur et 90 centimètres de diamètre. L'alimentation de ces tambours se fait par simple gravité, en partant du réservoir où est stocké le sérum concentré. Chaque tambour chauffant peut traiter environ 450 litres de sérum concentré contenant, comme nous l'avons vu, 19,5% d'extrait sec. Le séchage fournit un produit qui renferme encore 2 à 5% d'humidité. Ce produit, qui est détaché des tambours chauffants au moyen de racloirs, se présente sous la forme de plaques plus ou moins grandes de matière, qu'il faut bien entendu broyer pour obtenir de la poudre de sérum.

Deux précautions indispensables doivent être prises dans la conduite des tambours chauffants. Il faut tout d'abord réaliser une distribution régulière du sérum concentré sur toute la surface du tambour, et il faut en outre contrôler avec soin la pression de la vapeur envoyée à l'intérieur des tambours.

Nous savons que si l'acidité du sérum est trop élevée, certaines difficultés peuvent apparaître à ce moment de la fabrication. Le produit desséché sur tambour, au lieu de se détacher facilement du support roule sous le racloir et se détache d'une façon très irrégulière, de sorte qu'on obtient à la fois un produit surchauffé et parfois coloré en brun, mais qui renferme en même temps des amas de matière incomplètement desséchée.

Le produit recueilli à la sortie des tambours chauffants est généralement placé en sacs et conservé pendant un certain temps dans des salles dans lesquelles la température est maintenue entre 20 et 25° C., ce qui permet de réduire encore légèrement l'humidité du produit.

La dernière opération qu'on fait subir au sérum desséché est le broyage. Pendant les mois de forte production de lait, c'est-à-dire

au printemps, la demande de la part des éleveurs n'est pas très importante, puisque le bétail trouve une nourriture abondante dans les champs. D'autre part, le personnel des laiteries et des fromageries se trouve occupé à des travaux importants provoqués par les importantes quantités de lait à traiter et en général, on stocke à cette époque de l'année les produits fournis par les tambours, en attendant une époque plus favorable pour procéder au broyage. C'est vers la fin de l'été qu'on commence à traiter le produit.

Par contre, cet arrêt dans la suite logique des opérations pose quelques problèmes de main-d'œuvre et de stockage. Il faut, par exemple, préparer les sacs, les remplir, les peser, afin d'obtenir une indication utile sur la marche de l'atelier et toutes ces opérations nécessitent une certaine dépense de main-d'œuvre. Il faut ensuite transporter les sacs dans les salles de stockage, et il est certain que si la consommation le justifie, il y a intérêt à procéder immédiatement au broyage du sérum desséché, dès qu'il est recueilli à sa sortie des tambours chauffants. Néanmoins, même dans ce cas, il y a intérêt à laisser s'écouler un délai de quelques jours entre le séchage sur tambour et le broyage, sans pour cela stocker les sacs de produit dans des salles aménagées à cet effet.

On peut utiliser différents types de broyeurs, broyeurs à broches ou broyeurs à boulets, pour procéder au broyage du produit recueilli sur tambour. Cette opération ne présente pas de difficulté particulière et le produit broyé doit être simplement tamisé, afin d'écarter les produits incomplètement pulvérisés pour les faire repasser dans les broyeurs. Si en particulier les spécifications applicables aux produits broyés sont telles qu'elles exigent que ces produits traversent les tamis n° 30, la proportion de poudre à faire repasser dans le broyeur peut être assez élevée. Il y a avantage dans ce cas à placer deux broyeurs en série, afin de réduire la quantité de particules grossières retenues par les tamis.

Finalement, le produit, après broyage, est ensaché dans des sacs en papier ou en tissu, comportant un doublage en papier imperméabilisé et ces sacs sont placés dans des magasins secs en attendant leur expédition.