

Les cendres des caséines-acides sont constituées surtout d'acide phosphorique et de chaux. L'acide phosphorique provient, pour une partie, des phosphates calciques fixés sur la trame protéique et, pour le reste, du phosphore de la caséine.

Dans le tableau II, ainsi que nous le disons en note, le faible chiffre des cendres nous montre qu'il s'agit certainement ici de caséine préparée au laboratoire. Nous aurons l'occasion de montrer, au sujet de nos propres recherches, que l'industrie pourrait viser à obtenir des chiffres très bas, de l'ordre de celui qui est indiqué dans le susdit tableau, comme maximum par DROOP RICHMOND : 0,49.

Dans le tableau V, qui donne des analyses de caséine du type « grain curd », nous voyons que le pourcentage des cendres est de l'ordre de 1,4 à 2,0 %. Ce sont, en général, les laits très acides qui donnent les plus faibles pourcentages.

Les caséines dont le caillé est cuit ont un chiffre de cendres élevé, qu'il s'agisse de caséine-chlorhydrique ou de caséine-sulfurique (tableau VII).

Nous pourrions déjà rapprocher l'examen de quelques-unes des circonstances dans lesquelles les caséines ont été obtenues, — circonstances que nous avons notées en italique dans les modes de préparation relevés plus haut — de l'analyse de leurs cendres, et chercher à établir une relation entre le taux de celles-ci et telle ou telle des circonstances relevées par nous. Nous croyons qu'il est préférable de ne tenter cette critique des procédés de préparation déjà examinés, qu'après l'exposé de nos propres recherches.

LE LIQUIDE DANS LE BEURRE

par

B. VAN DER BURG

Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Wageningen (Pays-Bas).

(Fin.)

Pour le moment, ce qui est intéressant, c'est que si nous admettons la théorie de RAHN, ou si nous nous tenons à la conception plus simple de la formation du beurre que nous venons de mentionner, nous devons admettre dans les deux cas que les granules de beurre se sont constitués par la réunion des globules de matière grasse, et non par la confluence de la matière grasse en une phase continue, dans laquelle le sérum de lait est réparti pour faire en quelque sorte une émulsion. Nous basant sur notre conception, nous pouvons

comparer un granule de beurre à un petit amas de corpuscules sphériques, constitué par globules de différentes dimensions. Ces corpuscules n'étant pas durs, se déforment facilement et deviennent polyédriques.

Les corpuscules mêmes sont encore entourés d'une mince enveloppe de « substance de l'écume » et les vides entre les globules de matière grasse doivent être remplis de sérum de lait, de babeurre donc.

STORCH [10], qui fut bien le premier à faire un examen microscopique du beurre, mentionne, dans son étude publiée en 1897, qu'il est possible de retrouver dans le beurre les globules de matière grasse primitifs du lait. On le peut, par exemple, si l'on examine une mince couche de beurre au microscope avec un éclairage tel que les rayons centraux sont éliminés par un écran, par conséquent dans un champ dit « obscur ». STORCH a reproduit une microphotographie d'une préparation avec un tel éclairage et il affirme que les anneaux clairs qu'on y observe sont dus à la présence de globules de matière grasse.

Dans l'ouvrage intitulé *Physik des Milchwirtschaft*, paru en 1928, RAHN [11] reproduit (p. 113) deux microphotographies de la publication de STORCH, soit, *a* et *b* de la planche I avec les explications « Links Wassertröpfchen im Hellfeld » (à gauche, des gouttelettes d'eau dans le champ clair) et « rechts Fettkügelchen im Dunkelfeld desselben Gesichtsfeldes » (à droite, des globules de matière grasse dans le champ obscur du même champ microscopique). Mais nous devons penser que RAHN lui-même a peut-être fait erreur ; car dans la publication de STORCH, on ne trouve point d'indication qui puisse nous faire admettre que ces photographies sont celles d'une même préparation, et, par suite, qu'elles soient des photographies d'un même champ microscopique.

Nombre de fois, j'ai essayé personnellement de retrouver dans le beurre les globules de matière grasse primitifs du lait. J'ai employé dans ce but du beurre non malaxé ; parce que c'est avec lui qu'on devrait pouvoir le mieux rendre visibles ces globules. Je n'y suis jamais parvenu.

Avec le condensateur paraboloidal de ZEISS, on obtient facilement une image microscopique du beurre, image qui a absolument le même aspect que la microphotographie *b* de STORCH. Lorsqu'on remplace le condensateur paraboloidal par celui d'ABBE, qu'on a donc recours à l'éclairage ordinaire, on se rend compte que ce que STORCH prenait pour des globules de matière grasse, c'est en fait des gouttelettes de liquide. La réfraction moins grande, vis-à-vis du milieu, de ces objets, élimine toute possibilité d'erreur. Je reproduis deux photographies (Fig. 8 et 9) d'un même champ microscopique

obtenues avec des éclairages différents. Toutes les gouttelettes de liquide de la première image peuvent être retrouvées dans la seconde.

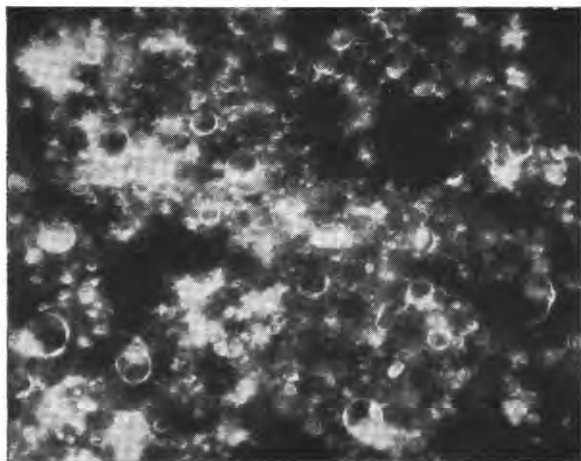


Fig. 8.

Gouttelettes de liquide dans du beurre qui n'a pas été malaxé ; éclairage au moyen du condensateur paraboloidal. Grossissement : 400 X.

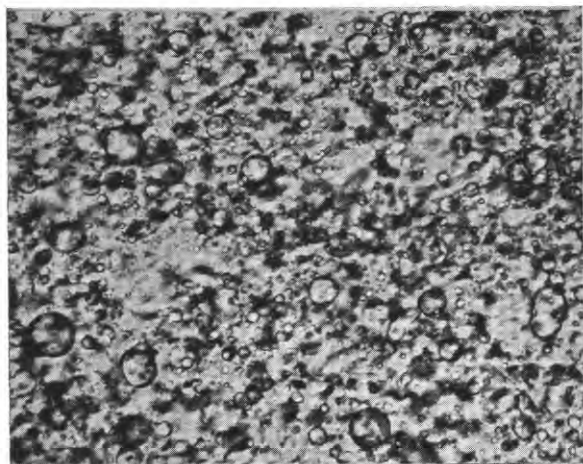


Fig. 9.

Gouttelettes de liquide dans du beurre qui n'a pas été malaxé ; éclairage ordinaire. Cette photographie représente le même champ microscopique que la photographie de la figure 8. Grossissement : 400 X.

Dans le champ obscur, on ne peut rien observer que l'on puisse considérer comme l'image d'un globule de matière grasse.

De même, lors de l'examen d'une préparation à la lumière polarisée à nicols croisés, je ne suis pas parvenu à mettre en évidence la présence dans le beurre de globules de matière grasse, comme différents auteurs, — STORCH, par exemple, — le croyaient possible.

Cependant, bien qu'il ne m'ait jamais été possible de découvrir les globules de matière grasse primitifs dans le beurre (en réalité, il m'a toujours paru aussi invraisemblable de pouvoir les rendre visibles que d'en distinguer les enveloppes), j'accepte la théorie qui admet que le granule de beurre est constitué par la compression des globules de matière grasse de la crème les uns contre les autres. Cette théorie implique que les minces couches de « substance de l'écume » qui contenaient les globules de matière grasse, doivent encore se trouver dans le beurre et y former un réticulum. L'importance de cette dernière conclusion pour l'explication de certains phénomènes paraîtra évidente.

* * *

Provisoirement, je reviendrai aux granules de beurre qui nagent à la surface du babeurre à la fin du processus du barattage. Nous séparons le beurre formé du babeurre, soit en l'enlevant au moyen d'un tamis ou d'une pelle, soit en laissant écouler le babeurre de la baratte, par un robinet. A ce moment, le beurre retient une certaine quantité de constituants du lait, et cela de deux façons différentes ; en fait, d'abord du liquide à l'intérieur des granules mêmes, ensuite du liquide retenu dans les intervalles capillaires entre les granules. De ce dernier, une fraction plus ou moins considérable, selon les circonstances (dimension et consistance des granules de beurre), s'écoule. Le liquide de l'intérieur des granules mêmes se trouve dans des vacuoles excessivement petites et il est complètement retenu.

LE LAVAGE DU BEURRE. — On lave alors le beurre. Si on procède en observant toutes les prescriptions techniques, on prend soin, en premier lieu, de modifier le moins possible la forme des granules de beurre, et dans ce cas, le babeurre qui se trouvait entre les granules est pour ainsi dire complètement éliminé et remplacé par de l'eau de lavage. Une partie de cette dernière s'écoule encore. Cependant, la composition primitive du liquide renfermé dans les granules ne sera pour ainsi dire pas modifiée au cours du lavage. Les vacuoles capillaires dans les granules de beurre sont de dimensions si réduites, qu'il ne peut être, en fait, question d'une osmose des constituants du liquide qui y est renfermé, dans l'eau de lavage, au cours du temps

que prend celui-ci. On comprend donc aisément que l'élimination par le lavage des substances aromatiques formées au cours de la maturation, est moins importante qu'on ne le pense à l'ordinaire, même quand on prend en considération que ces substances aromatiques sont solubles dans l'eau.

De ce qui vient d'être dit, nous tirons cette conclusion, que la composition du liquide dans le beurre dépend en grande partie de la composition et de la quantité du liquide qui a été enfermé dans le beurre au cours du barattage, et que l'influence du lavage n'est que très limitée.

Evidemment, la teneur du beurre en constituants du babeurre peut être augmentée inutilement et d'une manière indésirable par un lavage défectueux. Il est également possible, par une maturation anormale, au cours de laquelle la caséine s'est précipitée en flocons trop volumineux, que l'élimination de la caséine par le lavage devienne très difficile, et que plus tard le beurre contienne trop de constituants protéiques.

Si nous ne tenons pas compte de tels défauts de technique, nous pouvons émettre la conclusion que la composition du liquide dans le beurre dépendra principalement des dimensions qu'auront les granules de beurre lorsque le barattage sera terminé. Lorsqu'on veut obtenir du beurre contenant peu de constituants du babeurre, le barattage doit être continué jusqu'à ce que les granules de beurre soient de petite dimension. Mais leur dimension ne peut cependant devenir trop petite, au point de réduire les intervalles capillaires entre les granules de beurre à un degré tel que le babeurre qui y est enfermé ne puisse être éliminé par l'eau de lavage.

* * *

LE MALAXAGE DU BEURRE. — Notre attention va se porter maintenant sur le malaxage du beurre. Son but est de comprimer les granules de beurre en une masse homogène, d'éliminer le surplus d'eau du beurre et d'obtenir une répartition homogène du reste, de façon telle, qu'il s'y trouve en gouttelettes aussi fines que possible.

Si nous nous souvenons que dans le beurre qui n'a pas été travaillé, le liquide se trouve dans deux conditions différentes (en fait, partie dans les très petites vacuoles entre les globules de matière grasse qui composent les granules de beurre et partie dans les intervalles bien plus grands entre les granules de beurre), il paraît évident qu'il n'est possible d'en éliminer par le malaxage que la seconde fraction, et encore cette élimination ne sera que partielle. Et alors, — toutes les autres conditions étant égales, — il devient théoriquement très probable que la teneur en liquide du beurre dépendra principalement de la dimension du granule à la fin du barattage,

que la teneur en eau augmentera en proportion directe de la dimension du granule. Cette supposition est confirmée par les résultats obtenus par VAN DAM, au cours d'expériences à Hoorn, dont les données n'ont pas encore été publiées. Lorsque la dimension du granule diminue, on constate une baisse de la teneur en eau du beurre ; ceci, évidemment, lorsque le barattage est continué jusqu'à l'obtention d'un granule très fin.

Il est évident que la consistance du beurre reste des plus importantes. Lorsque le beurre est très mou, une plus grande partie du liquide qui se trouve entre les granules est émulsionnée dans le beurre, au cours du malaxage, d'où une hausse de la teneur en eau du beurre. Il est encore évident qu'on obtient le même résultat lors d'un malaxage trop rapide.

Dans du beurre bien travaillé, le liquide est réparti en très fines gouttelettes, dont la dimension est réduite à un point tel, que lorsqu'on calcule leur nombre par gramme de beurre, on constate qu'il équivaut même à plusieurs fois celui des bactéries qui s'y trouvent, même lorsque le beurre est fait de crème mûre. Donc, il s'en faut de beaucoup que chaque gouttelette de liquide ne contienne pas une bactérie. Selon RAHN [12], il faut attribuer à cette circonstance le fait que le beurre, bien qu'il contienne, en grande proportion, des substances qui sont facilement attaquées par les bactéries, possède une faculté de conservation très prononcée, lorsqu'on la compare à celle de produits présentant des conditions similaires.

* * *

Enfin, j'attirerai encore l'attention sur un phénomène qui doit être absolument inexplicable pour quiconque admet la théorie du barattage de HUNZIKER, et qui vient précisément étayer la conception que nous avons admise au cours de cette conférence.

Lorsqu'on ajoute un cristal de sel à un granule de beurre non salé, et qu'on comprime le beurre, pour autant que l'épaisseur du cristal de sel le permette, entre deux lamelles de verre, l'image de cette préparation, vue au microscope, sera, à la suite de la présence du grand nombre de gouttelettes de liquide dans une couche toujours relativement épaisse pour une préparation microscopique, assez peu transparente. Après quelque temps, on constatera autour du cristal la formation d'une zone claire, qui s'étendra lentement ; le sel se dissout de plus en plus. Au lieu de nombreuses petites gouttelettes de liquide avec leurs innombrables anneaux d'interférence qui obscurcissaient le champ microscopique, nous verrons une goutte de solution de sel à dimensions plus grandes.

BOYSEN fut le premier à décrire ce phénomène [13]. Une série

de microphotographies (Fig. 10) faites dans mon laboratoire, en rendront la compréhension plus facile.

Il ne faut pas s'étonner que la solution du cristal de sel ne soit pas complète après plusieurs heures, puisque dans la mince couche de beurre, le mouvement du liquide n'est possible que dans deux

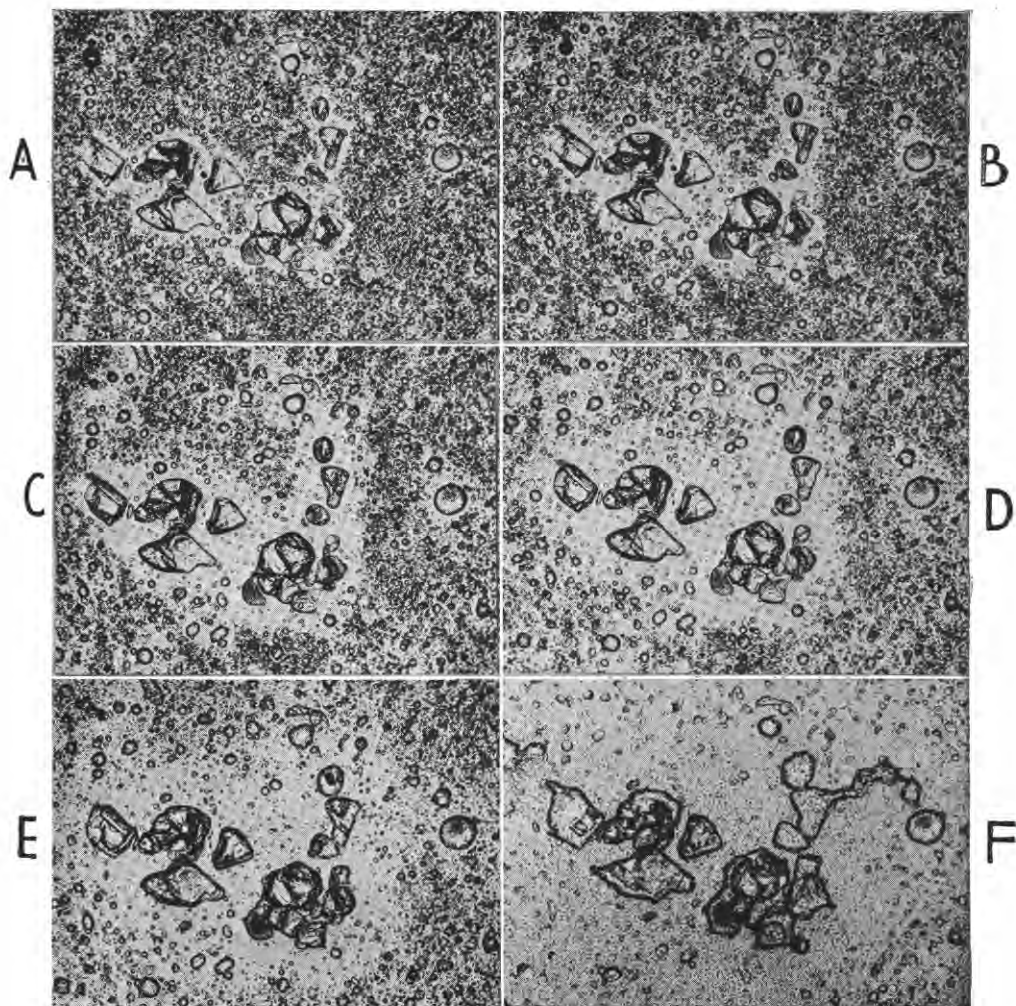


Fig. 10.

Solution de cristaux de sel marin dans le beurre. Temps écoulé depuis l'addition de sel jusqu'à la prise des photographies : A, 2 minutes ; B, 7 minutes ; C, 22 minutes ; D, 52 minutes ; E, 3 heures ; F, 6 heures. La zone claire autour des cristaux de sel s'élargit progressivement. Grossissement 70 X.

directions. Dans le beurre même, le mouvement a lieu dans trois directions, et en plus, lors du malaxage, le sel vient continuellement en contact avec du beurre nouveau.

Ce que nous observons dans la préparation serait difficilement explicable ou absolument inexplicable si le beurre était une émulsion de liquide dans la matière grasse du beurre. Lorsque nous faisons une émulsion d'eau dans de l'huile, et que nous lui ajoutons un cristal de sel, celui-ci ne se dissout pas. Quand ce phénomène se produit dans le beurre, il faut l'attribuer au fait que les gouttelettes de liquide ne sont pas séparées les unes des autres, comme dans une véritable émulsion. Dans le beurre, elles sont en rapport les unes avec les autres par l'intermédiaire des couches de substance de l'écume, qui entouraient les globules de matière grasse primitifs, et qui maintenant, comme nous l'avons vu, forment un réticulum dans le beurre. La substance dont est formée ce réticulum se laisse imprégner par l'eau, et par elle il est possible que le liquide se déplace dans le beurre et que de petites gouttelettes de liquide forment une grosse goutte de solution de sel.

* * *

La présence du réticulum constitué par une substance perméable à l'eau explique également le phénomène de la perte facile d'eau du beurre par évaporation à la surface. Les nombreuses gouttelettes de liquide disparaissent de la couche superficielle du beurre, d'où il résulte que la couleur de cette couche devient plus « haute », c'est-à-dire plus jaune. En fait, la répartition du liquide dans le beurre a une grande influence sur la couleur ; il faut attribuer des taches blanches dans le beurre à une répartition inégale du liquide. Vu le temps dont nous disposons, nous ne pouvons insister d'avantage. D'ailleurs, pour nombre d'autres faits du vaste domaine dans lequel j'ai puisé les données exposées dans cette conférence, j'ai dû me limiter à de brèves mentions et indications des phénomènes et des problèmes qui se présentent dans la technique et l'étude scientifique de la préparation du beurre.

* * *

Je ne veux pas terminer sans attirer l'attention sur deux faits qui ont été démontrés au cours d'expériences concernant la teneur en eau du beurre, réalisées par VAN DAM à Hoorn, et dont je n'ai pas parlé jusqu'ici. Des données concernant le premier de ces faits ont déjà été publiées en 1927 [14]. Déjà, alors, VAN DAM a mentionné que du beurre fait de crème qui avait été refroidie à basse température présentait une teneur en eau plus élevée que celui fait de crème qui avait été refroidie à une température plus élevée. Ce fait a été

confirmé par des données de recherches ultérieures. On a encore démontré que lors du barattage de la crème refroidie à basse température, qui avait été longtemps maintenue à cette température, la teneur en liquide du beurre obtenu était d'autant plus basse que la température de barattage était plus élevée. Ceci évidemment ne se présente que dans les limites de température dans lesquelles se maintiendra un beurrier qui est au courant de la technique.

Pour des précisions plus grandes à ce sujet, je devrai vous indiquer le rapport dont la publication doit se faire prochainement (1), mais dont j'ai déjà pu prendre connaissance, grâce à l'amabilité du Dr VAN DAM.

(Traduction de R. N. GÖRANSSON.)

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] F. KEESTRA, *Off. Org. v. d. Alg. Ned. Zuivelbond*, 1928, **23**, 513.
- [2] W. MEYERINGH, Studie over de factoren op het vochtgehalte der boter van invloed. *Proefschr.* Delft, 1911.
- [3] W. VAN DAM en H. A. SIRKS, *Versl. v. Landb. k. Onderz. d. Rijkslandbouwproefst.*, 1922, XXVII, 23-61.
- [4] O. F. HUNZIKER, The butter industry, La Grange (Ill.), 1927, p. 271.
- [5] O. RAHN, *Forschungen auf dem Gebiete der Milchwirtschaft*, 1921, **1**, 309-325 ; 1922, **2**, 76-94.
- [6] J. SIEDEL, *Molkerei Ztg.*, Hildesheim, 1905, **19**, 599.
- [7] W. VAN DAM en H. A. SIRKS, *Versl. v. Landb. k. Onderz. d. Rijkslandbouwproefst.*, 1922, XXVI, 106-186.
- [8] O. RAHN, *Forschungen auf dem Gebiete der Milchwirtschaft*, 1921, **1**, 133-154, 165-181.
- [9] O. F. HUNZIKER, l. c., p. 262.
- [10] V. STORCH, *Kgl. Vet.- og Landbohøjskoles, Lab. f. landok. Fors.*, 1897, **36**, 1-134.
- [11] RAHN und SHARP, *Physik der Milchwirtschaft*, Berlin, 1928, blz. 113.
- [12] O. RAHN, *The Scientific Monthly*, 1928, **27**, 206-211.
- [13] H. BOYSEN, *Milchwirtschaftliche Forschungen*, 1927, **4**, 221.
- [14] W. VAN DAM, *Versl. v. Landb. k. Onderz. d. Rijkslandbouwproefst.*, 1927, XXXII, 234-241.

SUR L'INFLUENCE DE DIFFÉRENTS FACTEURS SUR LA TENDANCE A LA FERMENTATION GAZEUSE PRÉCOCE DU FROMAGE

par

E. HAGLUND, E. SANDBERG et CHR. BARTHEL.

(Fin.)

En examinant les fromages de cette série d'expériences, on a

(1) Ce rapport a été publié dans *Off. Org. v. d. Alg. Ned. Zuivelbond*, **27**, N° 42-50, Oct.-Déc. (1932).