

DE QUELQUES PROGRÈS RÉCENTS DANS LA FABRICATION DU BEURRE,

par M. LEITCH (R.-H.),

Professeur à l'École de Laiterie de Kilmarnock (Ecosse).

La méthode moderne de fabrication du beurre, qu'on considère comme classique, aussi bien à la ferme qu'à la fabrique, suit des lignes quelque peu rigides. La méthode est simple. Le lait est écrémé ; la crème est pasteurisée, acidifiée à un degré moyen d'acidité, puis barattée. Le beurre en grains est débarrassé par lavage du babeurre, comprimé pour en extraire l'humidité libre, et, si nécessaire, salé sur le malaxeur. La masse du beurre est ensuite emballée en récipients en bois ou en pots, ou bien empaquetée en morceaux plats, mottes, ou morceaux ronds, formes sous lesquelles il est vendu.

De l'examen de divers travaux récents, il ne ressort pas beaucoup de choses nettement neuves, ou marquant un progrès. L'action de différents groupes de microorganismes et de leurs enzymes sur le parfum et les propriétés de conservation du beurre n'a pas obtenu l'attention qu'elle méritait, et on n'a pas essayé, jusqu'à présent, de trouver un succédané efficace pour l'eau — qui enlève, en grande partie, le parfum agréable de la crème mûrie — pendant le lavage du beurre en grains, ou de fournir une nourriture convenable aux bactéries lactiques dans la masse même du beurre.

Il est clair que le parfum du bon beurre est dû en grande partie à une action bactérienne, et que les bactéries lactiques en sont aussi, en grande partie, les agents responsables. C'est pourquoi le type de levain choisi exercera un effet considérable sur la qualité du produit fini.

Les levains habituellement employés par les fabricants de beurre sont pratiquement les mêmes que ceux employés pour la fabrication du fromage, et ils sont pour ainsi dire sans exception des cultures dans du lait d'espèces du groupe *Streptococcus lacticus*. Le mérite principal de tels levains est que non seulement ils améliorent le parfum immédiat du beurre, mais qu'ils tendent aussi à empêcher le développement des bactéries indésirables qui sont présentes dans la crème, et qui, si elles se développaient librement, produiraient de mauvaises odeurs dans le beurre conservé pour être mis en vente. Ce service très réel, qu'un bon levain rend dans la fabrication du beurre, est fréquemment négligé.

Mais de tels levains ont aussi leurs défauts ; si la crème pasteurisée

est bien acidifiée, le beurre en résultant n'a pas les bonnes propriétés de conservation qu'on pourrait raisonnablement en attendre, même si un levain de cultures pures est utilisé. La raison de ceci n'est pas très claire, mais le travail de BARTHEL [1] sur le rôle des bactéries lactiques communes est très instructif. Dans son travail sur les organismes du lait, BARTHEL a montré que le groupe des *Streptococcus lacticus* peut exercer une action double : aux températures comprises entre 14° et 20° C., de tels organismes peuvent décomposer des quantités appréciables de caséine, tandis qu'à des températures plus élevées ils attaquent le sucre de lait en produisant de l'acide lactique. GORINI [2] a démontré le même fait en 1897, et a présenté en 1915 des résultats analytiques très complets montrant les propriétés acido-protéolytiques possédées par la plupart des bactéries lactiques communes.

Dans nos travaux sur le beurre, nous avons trouvé que quelques levains du type *Streptolacticus* ont un effet caséolytique plus prononcé que d'autres. Du beurre fait à l'aide de tels levains aura fréquemment une mauvaise odeur, surtout si le sucre de lait nécessaire est absent et s'il y a beaucoup de caséine, et il est à supposer que là se trouve la cause d'odeur de fromage dans du beurre conservé qui autrement, au point de vue technique pur, a été bien fabriqué. Ceci peut aussi expliquer les propriétés de conservation supérieure du beurre fait avec de la crème douce, pendant la fabrication duquel les bactéries lactiques sont pratiquement supprimées. Car, si les bactéries lactiques du beurre doivent vivre, elles doivent avoir quelque aliment pour vivre, et si elles n'ont pas de sucre de lait, elles peuvent utiliser la caséine. C'est pourquoi le fabricant de beurre veut avoir un levain dans lequel la fonction productive d'acide est dominante et dans lequel la fonction caséolytique n'est pas développée ou n'existe pas. Dans le groupe *Streptococcus lacticus*, il y a relativement peu de races qui montrent cette dernière caractéristique.

De plus, il n'y a pas de garantie absolue que, même si un levain de cultures pures de ferments lactiques est utilisé, l'arôme du beurre fraîchement baratté sera bon. Par exemple, quelques bactéries qui sont sans aucun doute du type *Streptococcus lacticus*, et ne peuvent pas être distinguées morphologiquement de ce type, peuvent produire une odeur de brûlé ou de caramel dans le lait ou la crème, ainsi que dans le beurre qui en est obtenu. Nous en avons fait plusieurs fois l'expérience dans nos travaux sur la production de l'arôme dans le beurre [3]. Nous avons trouvé que de tels organismes sont des producteurs très rapides d'acide et ont une action caséolytique distincte. Cette odeur de caramel a été citée souvent par des expérimentateurs américains et coloniaux, et fut notée par SADLER [4] en

Angleterre, en 1911. Quand cette odeur de caramel apparaît, c'est un des pires défauts de la fabrication du beurre. Elle est tout-à-fait nette au moment de la fabrication, et on n'a pas encore trouvé de méthode pour enlever cette odeur au beurre fraîchement baratté. Nous pensons qu'en lavant le beurre en grains avec un sérum lactique, on apporterait une amélioration, et nous nous proposons de l'essayer quand nous trouverons à nouveau une culture de *Str. lacticus* ayant cette caractéristique. Il faut noter que la faculté pour une culture pure de produire une odeur de brûlé ou de caramel se perd après des ensemencements successifs. L'origine exacte de cette odeur de brûlé ou de caramel n'a pas encore été déterminée. Nous pensons qu'elle est plutôt produite par la caséine que par le sucre de lait.

Essais avec des organismes de levains.

Parmi les organismes que nous avons utilisés dans nos expériences sur le parfum et les propriétés de conservation du beurre, se trouvent des représentants des deux grands groupes de bactéries lactiques :

a) Le *lactobacille*, représenté dans nos travaux par le *B. bulgaricus* (Massol), *Bacille bulgare* (Pasteur I) et *B. Freudenreich*, et

b) Le *Streptococcus cremoris* de la classification de JENSEN, représenté dans nos travaux par le *Str. lacticus* du lait de chèvre, le *Streptococcus* de HANSEN, et une espèce de *Streptococcus lacticus* provenant de l'Institut PASTEUR.

Les représentants du premier groupe, les lactobacilles, produisirent un parfum nettement accusé, et souvent agréable, dans le beurre frais, surtout si la crème acidifiée avait une acidité de moins de 0,6 0/0, mais l'arôme devenait défectueux quand le beurre salé était conservé quelques semaines. Il était aussi peu agréable dans le beurre frais, si l'acidité de la crème fermentée dépassait 1 0/0 d'acide lactique. Un tel beurre avait une odeur de fromage très nette. Il faut noter en passant que ces bactéries ne se développent et n'agissent comme levains qu'à une température relativement élevée (37° à 40° C.) et qu'elles produisent beaucoup d'acide, environ 1,5 0/0 d'acide lactique en 12 à 18 heures. Les résultats de nos essais montrent clairement que ces bactéries lactiques, qui exercent une action caséolytique nette, même pendant la période relativement courte de la maturation de la crème ne conviennent pas à la fabrication du beurre. Même si elles convenaient autrement, la haute température nécessaire à la maturation de la crème serait un empêchement. Mais, dans aucun cas, le parfum n'a été comparable à celui produit par un bon levain de *Streptococcus lacticus*, et aucune

modification dans le procédé de fabrication du beurre n'est possible quand la crème est mûrie par leur intervention. Toutefois, ils rendent de grands services dans la fabrication du fromage.

L'expérience a montré que, jusqu'à présent, seuls des membres sélectionnés du groupe *Streptococcus lacticus* sont utiles comme levains dans la fabrication du beurre. En outre, la race est de grande importance, de même que la croissance en association de ferments alliés dans la crème fermentée. Il est douteux que les bactéries appelées *aromatiques* exercent une influence directe sur la production de l'arôme et du parfum du beurre. Jusqu'à présent, de nombreux travaux sur les organismes producteurs d'arôme ont été faits. CONN [10], HAMMER et BAILEY [5], AYERS et MUDGE [6], en Amérique, STORCH, au Danemark ; et BOEKHOUT et de VRIES [8], en Hollande, ont récemment montré que des organismes autres que le type *Streptococcus lacticus* sont fréquemment présents dans les levains employés pour acidifier la crème, et que ces organismes peuvent contribuer matériellement à la production du parfum et de l'arôme dans le bon beurre. Le premier des expérimentateurs ci-dessus nommés, HAMMER [9], a isolé deux types de tels organismes d'un levain commercial, qu'il a nommés *Streptococcus citrovorus* et *Str. paracitrovorus*. Ces organismes augmentent un peu l'acidité du lait ou de la crème, mais ils produisent avec l'acide citrique et l'acide lactique des acides volatils, et HAMMER a montré que, quand ces acides sont ajoutés ou sont présents dans la crème pasteurisée pendant la fermentation, le *Str. citrovorus* et le *Str. paracitrovorus* peuvent y produire certains produits biochimiques qui ont un effet favorable sur la production du parfum et de l'arôme du beurre. Il note toutefois, d'une façon quelque peu significative, que pour obtenir des résultats convenables, ces organismes doivent être associés avec une bonne race de *Streptococcus lacticus*, et qu'un équilibre convenable doit être maintenu entre les différents types du levain.

Nous avons fait des essais avec des cultures de tels organismes, mais jusqu'à présent, nous n'avons pas pu obtenir les résultats favorables notés par ces auteurs. Nos meilleurs résultats ont été obtenus avec des races sélectionnées de *Str. lacticus*, et, en particulier, avec une obtenue d'un lait de chèvre acidifié naturellement, que nous avons trouvé produire un parfum et un arôme très agréables.

Nous supposons que ces bactéries dites *aromatiques* jouent un rôle indirect, et que c'est l'effet stimulant que leur développement en association produit sur le type principal du levain qui augmente réellement la production de parfum et d'arôme dans le beurre. Nous avons quelque raison de penser que des effets similaires pourraient être produits en ajoutant, soit au levain, soit à la crème fraîchement

pasteurisée, un peu de jus de citron. Ce point est actuellement étudié par nous.

Remplacement de l'eau pour le lavage du beurre en grains.

Il faut noter que presque tous les expérimentateurs ont employé de l'eau pour laver le beurre en grains, après que le babeurre a été enlevé, et avant que le beurre ne soit travaillé. Le lavage du beurre peut être considéré comme un mal nécessaire. La crème pasteurisée fermentée jusqu'à une acidité de 0,5 à 0,6 % d'acide lactique par un levain de cultures pures de *Str. lacticus* a un goût acide doux et très agréable. Mais le beurre frais fait avec une telle crème de la façon habituelle a perdu en grande partie cet excellent parfum. Ce qui s'est produit, c'est que les principes aromatiques qui sont développés dans le sérum du babeurre, ont été enlevés du beurre en grains par l'eau de lavage, et mieux le beurre est lavé, d'autant plus insipide est le beurre nouvellement fabriqué. D'un autre côté, à moins que le babeurre, ou plutôt la caséine — ce qui pour les raisons déjà indiquées est une source de faiblesse — ne soit réellement enlevée par le lavage, le beurre ne se conservera pas bien. En outre, l'eau de lavage est en elle-même une source de faiblesse, car à moins qu'elle ne soit effectivement pasteurisée, des organismes comme le *B. fluorescens liquefaciens* et le *B. prodigiosus* sont probablement introduits par elle, spécialement lorsque le beurre est fait à la ferme. (L'eau elle-même des différentes villes a des valeurs différentes pour la fabrication du beurre ; ainsi, nous avons trouvé que l'eau de Glasgow est supérieure à celle de Kilmarnock). Comment alors enlever la caséine sans perdre en grande partie le parfum délicat de la crème fermentée, et sans introduire les mauvaises bactéries de l'eau, tel est le problème qui se présente ? Nous l'avons résolu en lavant le beurre en grains avec du sérum obtenu de lait fermenté (désigné dans cette étude sous le terme : sérum lactique) au lieu de le laver avec de l'eau.

Pour préparer le sérum, on pasteurise du lait nouvellement écrémé, de l'origine duquel on est sûr, à 150° F. (= 65°,55 C.) pendant 15 minutes, puis on le refroidit à 70 F. (= 21°,11 C.) et on le fait fermenter avec 5 % d'un bon levain. Après 24 heures, le caillé acide est coupé en petits cubes : la séparation du sérum est activée et rendue plus complète en chauffant le caillé sans le remuer à 120° F. (= 48°,88 C.). Le sérum lactique ainsi obtenu est filtré à travers un linge filtrant stérilisé, et refroidi jusqu'à la température désirée, habituellement 45° à 55° F. (7°,22 à 12°,77 C.) et on l'utilise en remplacement de l'eau dans la fabrication du beurre. La pasteurisation convenable et la filtration du sérum sont très importants. (La caséine

lactique résultant de la séparation du sérum du lait pasteurisé fermenté est une excellente source de caséine pour des usages industriels et a une valeur commerciale très appréciable). Le beurre fait par cette méthode a un parfum délicat de noisette, qui est supérieur à celui du beurre lavé avec de l'eau, et il a des propriétés de conservation qui sont très nettement supérieures à celles de ce dernier. Des expériences faites pendant le cours de quatre saisons successives ont confirmé cette conclusion. L'humidité dans un tel beurre est représentée par du sérum de lait. Il y a plus de sucre de lait et de sels ce qui donne de la nourriture aux bactéries lactiques restantes. Un parfum plus parfait se développera donc dans le beurre. En outre, s'il est vrai que les vitamines solubles dans l'eau ne sont pas détruites par les températures employées, leur présence dans le beurre ajoutera à sa valeur diététique.

L'acide lactique formé ou présent dans le beurre au moment de sa fabrication non seulement contribue au parfum ; mais, comme dans le fromage, il exerce une fonction protectrice en supprimant les organismes de la putréfaction.

Addition de sucre de lait à la masse du beurre.

Pour faciliter encore plus le développement des bactéries bienfaisantes dans le beurre, nous avons ajouté du sucre de lait au beurre sur le malaxeur à la dose de $1/4$ % en le répandant à l'aide d'un tamis. L'addition de sucre de lait a un effet supplémentaire utile sur les propriétés de conservation du beurre, et spécialement quand le beurre est emballé en vrac. Ce point, qui avait été établi à la suite d'une longue série de petits essais, a été vérifié par un assez grand nombre d'essais en grand. L'addition de sucre de lait au beurre lavé à l'eau en améliore le parfum et les propriétés de conservation, mais les meilleurs résultats sont obtenus quand, au traitement au sucre de lait, est associé l'usage du sérum lactique comme liquide de lavage.

Cette méthode s'applique également bien à la fabrication du beurre de crème pasteurisée douce, et nous avons démontré le fait que du beurre de crème douce lavé avec du sérum lactique et traité avec du sucre de lait montre une supériorité identique sur le beurre de crème douce fait par la méthode habituelle.

Rapports entre les températures de pasteurisation et la qualité du beurre.

Dans nos expériences sur le beurre, nous avons aussi confirmé le fait que des températures de pasteurisation élevées donnent un beurre se conservant mieux que des températures de pasteurisation basses. De la crème cuite à 180° F. ($= 82^{\circ},22$ C.) pendant 10 minutes et

acidifiée de la manière habituelle produit du beurre qui, au moment de la fabrication, a une légère odeur de cuit. Cette odeur de cuit disparaît définitivement et le beurre, après quelque temps, a un parfum acceptable. D'un autre côté, de la crème pasteurisée à 145° F. (= 62°,77 C) pendant 20 minutes, ne se conserve pas aussi bien à la température d'une chambre que du beurre dont la matière première a été pasteurisée à 180° F. (= 82°,22 C.), quoiqu'il puisse rester bon pendant quelque temps s'il est conservé en frigorifique. Il est intéressant de noter que le lavage du beurre fait avec de la crème pasteurisée à haute température, avec du sérum lactique, enlève l'odeur de cuit en 24 à 48 heures. D'un autre côté, du beurre lavé à l'eau d'un type similaire a retenu l'odeur de cuit pendant une à deux semaines.

Rapports entre l'acidité de la crème fermentée et le parfum ainsi que les propriétés de conservation du beurre en résultant.

Si on compare des beurres faits avec de la crème entièrement fermentée (0,6 % d'acidité), avec de la crème partiellement fermentée (0,3 % d'acidité), et avec de la crème douce non fermentée — la matière première ayant été pasteurisée dans chaque cas — les résultats, dans tous les cas, sont nettement en faveur de la crème fermentée d'une faible acidité, et cette méthode doit être préférée à celle consistant à baratter de la crème pasteurisée douce avec un levain, ainsi qu'on le pratique souvent dans les fabriques de beurre. Pour obtenir de bons résultats, il faut que la crème pasteurisée soit fermentée à la température la plus basse possible qui soit compatible avec le développement de l'acidité voulue (0,3 %) en 24 heures. La période de maturation ne doit pas être plus courte que cela et un levain de cultures lactiques pures non caséolytiques doit être employé.

Application de la méthode à la fabrication de la margarine.

La méthode précédente d'augmentation du parfum du beurre peut aussi être employée pour améliorer le parfum de la margarine. Les « cristaux » de margarine obtenus en refroidissant l'émulsion des matières grasses constituantes, devraient être trempés, ou plutôt devraient fermenter dans le sérum lactique pendant 12 heures, puis être laissés à égoutter pendant quelques heures à une température convenable avant que les cristaux ne soient finalement malaxés en une masse compacte. Si la méthode plus moderne de refroidissement des matières grasses sur un tambour refroidi à l'acide de saumure est employée, le procédé décrit peut être employé avec encore plus de facilité, puisque les flocons de margarine, après leur enlèvement par le grattoir, peuvent être aspergés avec du sérum lactique ou immergés

dans le sérum lactique durant la période pendant laquelle on les travaille avant le malaxage final.

BIBLIOGRAPHIE.

1. BARTHEL, Chr. — Rôle du *Streptococcus lactis* dans la fermentation du fromage. 6^e Congrès International de Laiterie, 1914.
2. GORINI, C. — Etudes sur la biologie des bactéries lactiques. *Journal of Bacteriology*, 7 (2), 271, 6, 1922.
3. LEITCH, R.-H. — D'une espèce de *Streptococcus lacticus* produisant une odeur de brûlé dans le lait. *U. of Scotland Research Bulletin*, 1918.
4. SADLER, W. — Note sur un organisme produisant un goût de lait brûlé. *Centbl. f. Bakt.*, 2, Abt. 29, I, 1911.
5. HAMMER, B.-W. et BAILEY, D.-E. — Production en acides volatils des levains et des organismes qui en sont isolés. *Research Bulletin*, 55, Iowa Agric. Experiment. Station. 1919.
6. AVERS, S.-H. et MUDGE, C.-S. — Deux organismes d'un levain commercial. *J. Dairy Science*, Volume IV, N^o 3, p. 240, 1921.
7. STORCH, V. — Nouvelles recherches sur la fabrication des cultures lactiques. 102^{de} Beretning fra Frsgslaboratoriet, 1919.
8. BOEKHOUT, F.-W.-S. et OTT DE VRIES. — Générateurs d'arôme dans la fermentation de la crème. *Centbl. f. Bakt.*, Abt. 2, 49, 373, 1919.
9. HAMMER, B.-W. — Sources du parfum dans le beurre. *Research Bulletin*, 67. Iowa Agr. Exper. Station, 1921.
10. CONN, H.-W. — Les bactéries en laiterie. 6th Ann. Rep. Stow Agric. Exper. Station, 1893.

LES MALADIES DU GRUYÈRE CONSIDÉRÉES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA TECHNIQUE DES FABRICATIONS.

Etude particulière de la putréfaction des fromages cuits (1).

par M. G. GUITTONNEAU,

Directeur de la Station centrale d'Agronomie et du Laboratoire de Recherches laitières
de Poligny à l'Institut des Recherches agronomiques.

La Société d'Encouragement à l'Industrie laitière. dans la personne de M. Guy Moussu, son Secrétaire général, m'a demandé de venir faire ici, une conférence sur les « Maladies du Gruyère ».

J'ai vu là une occasion de retrouver, à Annecy, beaucoup d'excellents amis, et je tiens à remercier la Société d'Encouragement à l'Industrie laitière, autant pour cette agréable occasion qu'elle m'a

(1) Rapport présenté au Congrès national de laiterie, à Annecy, le 23 septembre 1924.