- [10] F. W. J. BOEKHOUT et Ott de VRIES. *Verslagen van Landbouwk. Onderzoek. der Rijkslandbouwproefstations*, **14**, 1913, p. 9.
- [11] *Ibid.*, **20**, 1917, p. 71.
- [12] WOITKEWITSCH. *Milchw. Zeitung*, 1931, p. 1785.
- [13] R. FINKELSTEIN. *Journ. of Dairy Science*, **2**, 1919, p. 480.
- [14] W. SATTLER. *Milchwirtschaftl. Forschungen*, **7**, 1929, p. 143.
- [15] E. HAGLUND, A. SILFVERSPARRE et E. SANDBERG. *Meddel. nr 334, 1928, fran Centralanst. för försöksväs. på jordbruksomradet* (suédois, résumé en anglais).
- [16] F. M. MOSKOTEN. *Milchwirtschaftl. Forschungen*, **9**, 1930, p. 59.
- [17] ANNE G. BENTON. *Fundamentals of Dairy Science*, Madison, 1928, p. 337.

QUELQUES RECHERCHES SUR LA CONSERVATION DU BEURRE.

COMMENT ON PEUT DÉCELER LES DÉFAUTS D'ORIGINE BACTÉRIENNE
DU BEURRE ET COMMENT ILS DÉBUTENT

par

SØNCKE KNUDSEN et MARIUS JENSEN.

(Communication du Laboratoire de Laiterie de l'Institut Royal
vétérinaire et agronomique de Copenhague.)

(Fin.)

III.

Les recherches effectuées en 1928 avaient dû être essentiellement bornées à l'examen du beurre lui-même, et on n'avait qu'exceptionnellement à cette occasion exécuté des recherches sur des échantillons analogues de « cultures pures », de babeurre, etc., de sorte que les recherches pouvaient bien prouver que la conservation défectueuse était due à une infection par des microorganismes étrangers ; mais elles ne pouvaient pas dire comment cette infection avait eu lieu.

Comme le but à atteindre n'était pas seulement de pouvoir prouver l'infection, mais aussi d'en trouver l'origine et de la corriger, on décida, à partir du printemps de 1929, de continuer les recherches de manière à pouvoir, par des prises d'échantillons dans les laiteries intéressées, suivre l'état bactériologique du beurre, soumis à l'examen de conservation, depuis la pasteurisation de la crème jusqu'à ce que le beurre soit terminé. En raison du très grand nombre d'analyses que nous avons ainsi à effectuer, il ne fut possible de s'occuper que de quelques laiteries ; ceci est naturellement malheureux, car on ne peut jamais savoir par avance comment le beurre deviendra ; mais il n'y avait rien à faire à cela, et les recherches peuvent donc être prises comme exemple de ce qu'on peut trouver dans des laiteries choisies tout à fait au hasard.

Lors de ces recherches dans les laiteries, nous avons pu généralement trouver un certain rapport entre l'infection en un ou plusieurs points de la fabrication du beurre et la teneur du beurre terminé en organismes étrangers. Il fallait ensuite détruire les sources d'infection trouvées, et livrer ainsi du beurre ayant une meilleure conservation.

Si on compare les notations qu'a eues le beurre avant et après l'essai de destruction des sources d'infection trouvées, on peut dire que le résultat est, dans la plupart des cas, médiocre, et l'essai semble ainsi n'avoir pas réussi. Mais si on regarde simultanément les notations effectuées sur les défauts du beurre, on remarque que ce ne sont pas les mêmes avant et après le nettoyage, et on est à même de constater, par les indices de catalase, qu'on est parvenu à diminuer d'une façon notable l'infection du beurre dans les laiteries où on en a trouvé une. Si la qualité n'a pas augmenté d'une façon correspondante, c'est que le beurre avait tout d'abord des défauts provenant à la fois de microorganismes étrangers et d'autres causes.

Quelques-uns vont maintenant peut-être penser que quand on ne peut pas obtenir d'autre résultat que de faire passer le beurre d'aigre à huileux, et que celui-ci a toujours la même notation, on n'a en réalité rien obtenu. La vérité est que le beurre avait tout d'abord au moins deux défauts, un qui était dû à l'infection par des organismes étrangers, et l'autre dû à d'autres causes, et il est tout naturel qu'en éloignant l'infection, on ne peut que supprimer le défaut qui en est la résultante.

Si on trouve, quand un défaut est corrigé, qu'il en reste encore un, c'est une autre question.

Nous devons, ici encore, nous contenter de noter quelques exemples isolés. Dans le tableau 3, sont ainsi donnés les résultats de recherches sur un beurre de laiterie avant et après qu'on eût essayé

TABLEAU 3.

		2 semaines	4 semaines	6 semaines
Points	avant	10,3	9,9	7,1
	après	9,7	9,0	8,0
Remarques	avant		aigre	aigre comme du fromage
	après		suiffeux	huileux, moisi
Indice de catalase	avant	2	5	12
	après	0	2	6

de supprimer les sources d'infection, et nous avons ici un exemple typique de ce que le beurre obtient la même mauvaise notation, mais montre tout à fait d'autres défauts, de sorte que lorsque le défaut « aigre » est éliminé, il faut chercher à combattre le défaut « huileux ».

On voit, par le tableau 4, que les règles d'entretien prises ont permis d'obtenir de meilleures notations.

La laiterie en question envoya un baril de la production du 5 janvier, aux fins d'examen, au Laboratoire d'Essais et on pratiqua ensuite, les 6 et 7, un nettoyage complet qui devait donner un résultat heureux dans la production le 7 et spécialement le 8, ce qui, comme on le verra, fut confirmé.

Enfin, nous avons les indices pour la production du 12 janvier qui montrent que l'effet du nettoyage est maintenant passé et que

TABLEAU 4.

Beurre produit	Points	Remarques	Indice de catalase	Age du beurre lors de la notation	Beurre noté par
5/1/1930	9,0	aigre		22 jours	le marchand de beurre
5/1/1930	8,0	aigre, impur, grossier	9	26 jours	le laboratoire d'essais
7/1/1930	9,7	trop salé, impur grossier, humide	6	24 jours	le laboratoire d'essais
8/1/1930	11,0		0	23 jours	le laboratoire d'essais
12/1/1930	6,0	aigre	19	22 jours	le marchand de beurre

tout est revenu comme auparavant. Dans cette laiterie il n'y a pas de défaut « chimique » en jeu, et c'est pourquoi nous trouvons un accord remarquable entre la notation et l'indice de catalase.

Maintenant que nous avons montré comment on peut, à l'aide de l'épreuve de la catalase, distinguer entre les défauts du beurre d'origine « bactérienne » et d'origine « chimique », nous avons décidé provisoirement de n'étudier uniquement que les causes qui peuvent avoir une influence sur les premiers. Dans la suite de cette étude, nous laisserons donc de côté les questions touchant aux défauts « chimiques ». Nous espérons pourtant, dans des recherches ultérieures, revenir à quelques-unes des questions touchant à ce sujet.

IV.

Nous allons maintenant donner un résumé des observations que nous avons faites en ce qui concerne la façon dont le beurre peut être

infecté par des microorganismes étrangers, même si nos observations coïncident sensiblement avec ce qu'on sait déjà à ce sujet, et, par conséquent, n'apportent rien de nouveau.

Nous n'avons jamais pu trouver de microorganismes pouvant se développer dans le beurre dans *les échantillons de crème prélevés dans le pasteurisateur*. L'infection a donc lieu après la pasteurisation de la crème.

Dans les « cultures pures », nous avons quelquefois trouvé des organismes étrangers qui se sont montrés ultérieurement dans le beurre ; mais, dans la plupart des cas, les « cultures » étaient pures. Quand on a trouvé de grandes quantités d'organismes étrangers dans les « cultures », on a pu prouver que c'était parce qu'on n'avait pas suffisamment pris de précautions pour empêcher la nouvelle « culture » de venir en contact avec l'ancienne. Si on ne prend pas ces précautions, l'infection se transmettra à nouveau, même si on a une nouvelle « culture » chaque semaine.

Nous avons eu assez souvent l'occasion de trouver une infection importante dans les échantillons prélevés dans *la cuve d'acidification de la crème*, immédiatement après que la crème y est arrivée. Puisque, comme nous venons de le dire, cette infection ne provient pas de la « culture », il faut la chercher ailleurs ; mais il faut tenir compte de ce que la crème est déjà passée par une série d'endroits dangereux.

Le réfrigérant à crème est un appareil qu'il est difficile de nettoyer suffisamment. Il faut se rappeler qu'un nettoyage, pour être complet, doit se terminer par un ébouillantage grâce auquel les microorganismes, qui restent, même après le lavage le plus minutieux, sont détruits.

Si on se contente de verser quelques seaux d'eau chaude sur le réfrigérant, sans vider l'eau qui est à l'intérieur, la température de l'appareil ne montera pas en réalité d'une façon sensible, et il ne pourra être question d'une destruction des bactéries restantes. Le réfrigérant à crème est souvent installé de telle façon qu'il y a un grand danger d'infection par l'air pendant le refroidissement de la crème, ce qui a surtout lieu quand il est dans le local où s'exécute l'écémage, où l'air pendant le travail est fortement infecté. Dans beaucoup de cas, il ne sera pas préférable de placer ce réfrigérant dans la chambre d'acidification, car il créera dans ce très petit local une atmosphère beaucoup trop humide, et, par conséquent, augmentera la croissance des moisissures.

On peut aussi peut-être examiner s'il ne serait pas préférable d'effectuer le refroidissement de la crème dans une tuyauterie fermée, en employant par exemple pour la pasteurisation et le refroidissement de la crème un appareil Jonas Nielsen avec vidange

directe dans la cuve, tel que l'avait déjà signalé en 1901 ORLA-JENSEN [5].

La cuve à crème exige aussi de fortes quantités de chaleur pour parvenir à une température à laquelle les microorganismes soient détruits ; mais ici, en règle générale, on procède facilement au chauffage en envoyant de la vapeur dans la double enveloppe, de sorte que le tout peut être exécuté d'une façon très commode. Lorsque la bordure de la cuve est en bois, ou lorsqu'on utilise un couvercle en bois, il existe un danger d'infection sérieux, parce que le bois est un bon aliment pour une quantité de champignons, de levures, et, dès qu'il est humide, on peut être certain qu'il loge une quantité de ces organismes, qui peuvent être très dangereux pour le beurre, et, comme le bois est mauvais conducteur de la chaleur, on ne peut pas les détruire par le traitement à l'eau chaude dont on se contente habituellement.

Il est naturellement important qu'il ne tombe pas trop de microorganismes de l'air dans la crème. Dans les analyses d'air effectuées, on a trouvé que la pureté de l'air, au point de vue bactériologique, est très différente suivant les différents emplacements. Dans le local d'écémage, il y a toujours beaucoup de microorganismes dans l'air au moment du travail, et, comme on l'a dit plus haut, il n'est pas bon, pour cette raison, d'avoir le réfrigérant à crème à cet endroit.

Dans les autres locaux, il est possible de conserver l'air bien plus pur, car ici ce sont surtout les moisissures des murs et du plafond qui créent des difficultés. Au lieu de se contenter de couvrir la partie inférieure des murs avec des carreaux, on devrait aller jusqu'à couvrir entièrement, aussi bien les murs que le plafond, avec une peinture lavable, de sorte que le tout puisse être nettoyé à l'aide d'un jet à la lance [12].

Pour éloigner les moisissures, on devrait, en outre, tenir la main à ce que l'air ne soit pas trop humide. A cet égard, la chambre d'acidification de la crème est souvent détestable, et l'air est souvent meilleur au point de vue bactériologique dans une salle de barattage bien aérée que dans une chambre d'acidification de la crème mal ventilée.

En comparant les résultats des examens bactériologiques de la crème, avant qu'elle ne soit barattée, avec le babeurre, nous avons aussi trouvé que *la baratte-malaxeur* est de beaucoup la source d'infection la plus importante. Cela tient aussi à ce que plusieurs de ces micro-organismes vivent et se développent dans le lait.

Nous avons obtenu d'une fabrique de machines des échantillons de bois provenant de barattes hors service. Nous avons procédé à des recherches exécutées de façon telle que la couche externe du bois soit enlevée avec un couteau stérile, et du bois sous-jacent nous avons

aussi enlevé avec un couteau stérile un petit morceau qui a été mis dans un verre contenant du lait acide stérile. Le bois était ainsi placé sur un milieu nourricier stérile, correspondant à la crème et au babeurre acides, qui viennent dans la baratte, et les organismes qui, du bois de la baratte, peuvent arriver à infecter la crème, le beurre et le babeurre pouvaient donc se développer aussi dans le milieu nourricier employé ici.

Après 7 jours, le lait fut examiné au microscope ; les résultats sont indiqués dans le tableau 5.

On voit qu'il y a eu croissance dans presque tous les échantillons, et c'est pourquoi nous pouvons supposer que les organismes en question ne restent pas seulement adhérents à la baratte en se

TABLEAU 5.

Numéro d'ordre	Sorte de bois	Examen microscopique après 7 jours
1	Pitchpin	Tétracoques Bacilles, coques et levures Levures, bacilles et moisissures Levures, bacilles et moisissures
2	Pitchpin	Bacilles, bacilles en chaînes et levures. Lait visqueux à la surface Bacilles et levures. Lait visqueux à la surface Levures. Lait visqueux à la surface
3	Teck	Levures et moisissures Levures et bacilles isolés
4	Pitchpin	Levures Levures
5	Pin de l'Orégon	Levures Levures et bacilles
6	Simara	Pas de croissance Tétracoques isolés Pas de croissance Pas de croissance
7	Teck	Bacilles, coques isolés en chaîne et levures Pas de croissance Bacilles Pas de croissance

nourrissant des restes de lait éventuels ; mais qu'ils peuvent également vivre dans le bois de la baratte. Il est probable que ce sont ces organismes qui font pourrir le bois, de sorte qu'on peut être sûr que lorsque le bois n'est plus ferme, mais mou et spongieux, c'est qu'il est rempli d'organismes qui peuvent vivre dans la crème acide, le babeurre et le sérum de beurre.

Lors de nos essais, nous avons aussi remarqué qu'un ébouillantage énergique de la baratte peut détruire ces organismes ; mais il faut se rappeler ici que quelques rares seaux d'eau chaude n'y suffisent pas.

Un échaudage de la baratte pratiqué aussi vigoureusement peut avoir certains inconvénients et ne peut pas, en tout cas, être effectué immédiatement avant que la crème n'y soit envoyée ; mais on peut, pour obtenir un aussi bon résultat, traiter la baratte avec des solutions d'hypochlorite de chaux.

Il est regrettable que les barattes en aluminium n'aient pu être employées, de sorte que, pour le moment, il ne semble pas y avoir possibilité de s'écarter du bois pour la construction des barattes. Peut-être pourrait-on trouver un moyen de donner par exemple à la baratte un enduit d'un vernis quelconque formant une couche protectrice sur le bois.

Nous avons aussi pu constater, lors de nos recherches, que l'eau peut aussi être une source dangereuse d'infection, car nous avons trouvé plusieurs fois les mêmes bactéries de la putréfaction dans l'eau et dans le babeurre et le beurre.

Les microorganismes étrangers trouvés ont été :

1° des bactéries en forme de bâtonnets (bactéries de la putréfaction),

2° des tétracoques,

3° des levures,

4° des moisissures.

Même si toutes les variétés de ces groupes ne sont pas au même degré nuisibles au beurre, le but à atteindre doit néanmoins être d'éloigner tous les organismes autres que les bactéries lactiques de la « culture ». Ceci peut se faire ; plusieurs des laiteries où nous avons suivi la fabrication du beurre par des analyses bactériologiques l'ont prouvé. Nous avons tout lieu de penser qu'outre une bonne installation et une bonne propreté, la véritable raison de ce succès est que, dans ces laiteries, la température employée pour le nettoyage des divers appareils est tout à fait élevée.

Dans ces laiteries où les microorganismes ont pu être éloignés, le beurre, dans quelques cas, s'est maintenu presque inchangé pendant 6 semaines. 10 marques de beurre produites à des moments

différents dans 5 laiteries différentes ont ainsi obtenu 10 points, ou plus, quand elles avaient 6 semaines d'âge.

V.

Nous avons vu comment certaines marques de beurre arrivent petit à petit à contenir un nombre proportionnellement assez grand de microorganismes étrangers, tandis que d'autres marques en sont relativement exemptes.

Cette différence peut tenir, ou bien à ce que ces dernières ne sont pas infectées pendant la fabrication, ou bien à ce que les organismes étrangers, apportés pendant la fabrication, n'ont pas pu se développer dans le beurre.

Dans le beurre frais, nous avons toujours trouvé un indice de catalase 0 ; le nombre d'organismes étrangers apportés pendant la fabrication du beurre est donc, malgré tout, relativement peu élevé, de sorte qu'il ne se produit de dégâts sérieux que si les organismes en question peuvent arriver à se développer.

Dans ce qui précède, nous avons mentionné l'infection lors de la fabrication du beurre, et nous avons pu montrer comment, par un nettoyage convenable à la laiterie, on a pu fabriquer du beurre contenant moins de microorganismes étrangers (beurre qui avait par conséquent un indice de catalase moins élevé) qu'avant ce nettoyage.

Au fur et à mesure de nos recherches sur la teneur du beurre en microorganismes étrangers, il devint clair pour nous qu'en dehors de l'infection elle-même se produisant lors de la fabrication, il peut y avoir des conditions qui ont une influence importante sur le développement ou le non-développement des organismes qui sont introduits dans le beurre. Une de ces conditions est la répartition de l'eau. Comme on le sait, l'eau se trouve dans le beurre en gouttes microscopiques, qui ne se composent pas seulement d'eau, mais contiennent presque tous les composants du beurre, autres que la matière grasse.

Dans ses travaux importants sur cette question, STORCH [7] a montré les grandes différences existant en ce qui concerne la répartition de l'eau dans les différentes marques de beurre : avec le même pourcentage d'eau, on trouve dans certaines marques de beurre relativement peu de globules de liquide, mais elles sont grosses, tandis que dans d'autres marques on en trouve beaucoup plus, qui, par contre, sont petites. STORCH a également montré comment cette différence dans la répartition de l'eau est la cause des défauts dénommés « épais », « producteurs de saumure », et « tachetés ».

Dans ces dernières années, RAHN et BOYSEN [8] ont à nouveau repris l'étude de la répartition de l'eau dans le beurre.

Ils ont fait spécialement ressortir le fait que le nombre de globules de liquide dans le beurre est tellement élevé qu'il peut ne pas se trouver de microorganismes dans tous les globules, et ils ont été d'avis que la plupart des globules peuvent être stériles ; car un globule de liquide qui ne contient pas de microorganismes, au moment où le beurre vient d'être fabriqué, est, en règle générale, tellement inclus dans la matière grasse, qu'une infection ultérieure est impossible.

RAHN et BOYSEN ont spécialement utilisé ces considérations dans leurs recherches sur la proportion d'acide qui est formée dans le beurre, préparé avec de la crème dont l'acidification n'est pas terminée lorsque le barattage a lieu. Ces recherches ne prennent donc pas en considération spéciale les conditions qui accompagnent habituellement la fabrication du beurre dans notre pays.

Or, précisément, quand il s'agit des défauts « bactériens », ces considérations deviennent d'une importance capitale.

Ces conditions sont, en effet, telles que, dans le beurre frais, même lors d'une forte infection, il n'y aura qu'un tout petit nombre d'organismes étrangers en comparaison du nombre de globules de liquide.

Quand le beurre est terminé, ni les bactéries ni les levures (mais par contre les moisissures) ne peuvent passer d'un globule de liquide à l'autre. Si un tel organisme se trouve dans un globule où précisément il n'y a ni place ni nourriture, il ne pourra pas s'y développer, alors que, par contre, il pourra se développer vigoureusement s'il est dans un gros globule.

Dans les recherches de conservation, dont nous nous sommes occupés, il s'agit d'une altération du beurre qui se montre au fur et à mesure que les microorganismes se développent, et il est précisément, ici aussi, très important de savoir si ces organismes sont à même de se développer ou non dans le beurre. Un développement important pourra avoir lieu, lorsque les organismes en question seront venus dans des globules de liquide relativement gros, et, plus il y en aura, moins bien — toutes autres conditions restant les mêmes — le beurre se conservera.

Il est tout à fait évident que le raisonnement ci-dessus, relatif à la corrélation qui existe entre le développement des organismes étrangers et la grosseur des gouttes, est exact ; mais il y a une autre question, c'est celle de savoir si, dans le beurre d'une bonne fabrication habituelle, il y a, d'une marque à l'autre, de telles variations dans la grosseur des gouttes qu'elles puissent être la cause d'une différence importante dans la conservation.

En d'autres termes, comment voit-on si la répartition de l'eau a une importance pratique quelconque pour la conservation du beurre ?

Le premier essai que nous entreprîmes pour résoudre la question fut le suivant : nous partageâmes un morceau de beurre tout à fait frais en deux parties et malaxâmes une des deux. Par le malaxage, les globules de liquide se répartissent en globules plus petits. Nous devons donc constater un développement moins important des organismes étrangers dans le beurre malaxé que dans le beurre de contrôle non malaxé. Les deux échantillons étaient placés l'un à côté de l'autre ; les indices de catalase déterminés confirment entièrement la théorie, comme on le voit par le tableau 6.

Nous essayâmes ensuite, dans les conditions habituelles de la laiterie, de fabriquer des beurres, dont la répartition d'eau serait différente, alors que toutes les autres propriétés seraient les mêmes. Une laiterie où on travaillait d'une façon particulière était indiquée pour cet essai. Cette laiterie était une des premières ayant utilisé les barattes-malaxeurs, et cet appareil n'était pas, à ce moment, aussi bon qu'il l'est devenu, en ce sens que le malaxage ne s'y pratiquait pas d'une façon convenable. C'est pourquoi on enleva les rouleaux-lisseurs en se contentant d'employer la machine comme baratte, tandis que le malaxage avait lieu sur une table-malaxeur séparée.

Cette table-malaxeur ne pouvait pas travailler tout le barattage en une fois. Nous avons donc une bonne occasion à cette laiterie d'avoir du beurre travaillé de façons diverses, toutes les autres

TABLEAU 6.

N°		Indice de catalase			
		à l'état frais	à environ 1 semaine d'âge	à environ 2 semaines d'âge	à environ 3 semaines d'âge
1	Normal	0	5	9	8
	Malaxé	0	0	0	0
2	Normal	0	4	8	8
	Malaxé	0	0	0	0
3	Normal	0	0	3	5
	Malaxé	0	0	0	0
4	Normal	0	3	14	16
	Malaxé	0	0	0	
5	Normal	0	1	3	6
	Malaxé	0	0	0	0

conditions restant inchangées, sans gêner en quoi que ce soit le travail de la laiterie.

Plus le beurre était malaxé, plus nous devions avoir une répartition plus fine de l'eau, et ceci eut lieu.

Dans le premier essai, on devait préparer du beurre, faiblement, normalement et fortement malaxé, et, de chaque sorte, un baril fut envoyé pour examen et recherches au Laboratoire d'Essais.

La première partie de l'essai fut toutefois si mal malaxée qu'on ne put pas la considérer comme étant du beurre normal, et pour cette raison, il eut déjà, à l'état frais, une mauvaise notation. Pour les deux autres parties, on réussit à obtenir une consistance qui ne donna pas aux dégustateurs l'occasion de remarques.

Nous indiquons, dans le tableau 7, les résultats les plus importants :

TABLEAU 7.

Numéro d'ordre	Malaxage	2 jours d'âge		4 semaines d'âge		Sel %	Eau %	Eau en grosses gouttes %
		Points	Indice de catalase	Points	Indice de catalase			
196	normal	11,0	0	6,0	8	0,38	13,1	3,7
197	fort	10,3	0	10,0	0	0,32	13,2	1,0

On voit que les points et l'indice de catalase ont été les mêmes dans le beurre frais, tandis qu'il y a une grande différence à 4 semaines d'âge, de sorte que c'est celui qui a été le plus fortement malaxé qui est le meilleur. Alors que les teneurs en eau et sel sont très voisines, on voit, dans la dernière colonne, la différence importante qui existe dans les proportions d'eau en grosses gouttes.

Le 22 avril 1930, nous renouvelâmes l'essai ci-dessous, mais en opérant de telle façon que les 3 échantillons soient malaxés d'une façon correspondant au malaxage employé en pratique, et c'est pourquoi, du reste, ils eurent tous trois à l'état frais d'excellentes notations.

Pour le reste, l'essai était conforme à l'essai précédent ; on réussit à obtenir des répartitions d'eau différentes dans les trois échantillons, et, en conséquence, la conservation et l'indice de catalase furent différents. Les résultats sont indiqués dans le tableau 8 (199-201).

Le 23 avril, le salage fut également varié de telle façon qu'aussi bien les échantillons non salés que ceux avec $\frac{1}{2}$ % de sel furent respectivement malaxés à raison de 10 et 20 tours sur la table-malaxeur. On trouvera les résultats sous les numéros 202-205 dans

le tableau 8. On voit que, dans les deux cas, le malaxage prolongé a produit son effet et a réparti l'eau d'une façon plus fine. Mais le sel a eu aussi un grand effet à cet égard, de sorte que le beurre non salé, qui a été travaillé pendant 10 tours, a une distribution d'eau plus fine que le beurre salé qui a été travaillé pendant 20 tours. Les 2 échantillons non salés ont en réalité une répartition d'eau très fine ; mais il y a toutefois une différence, et cette différence donne aussi le résultat attendu.

A peu près en même temps que nous effectuions ces essais sur l'influence de la distribution de l'eau sur la conservation du beurre, nous reçûmes d'une laiterie deux barils de beurre, dont l'un était non salé, tandis que l'autre avait une teneur en sel de 1,14 %.

TABLEAU 8.

Numéro d'ordre	Date de fabrication	Traitement		2 jours d'âge	2 semaines d'âge	3 semaines d'âge	Pourcentage de sel	Pourcentage d'eau	Pourcentage d'eau en grosses gouttes	
199	22/4/1930	malaxage faible	Points . Catalase	11,3 0	11,0 8	8,3 5	0,21	13,1	2,4	
200	22/4/1930	malaxage normal	Points . Catalase	11,0 0	11,0 3	9,3 6	0,20	13,3	1,8	
201	22/4/1930	malaxage fort	Points . Catalase	10,3 0	11,0 1	10,7 2	0,26	13,4	1,3	
202	23/4/1930	Beurre non salé	10 tours sur malaxeur	Points . Catalase	10,3 0	10,7 3	9,3 6	0,02	13,4	1,3
203	23/4/1930		20 tours sur malaxeur	Points . Catalase	11,3 0	11,0 1	10,0 1	0,01	13,3	0,7
204	23/4/1930	Beurre salé	10 tours sur malaxeur	Points . Catalase	8,3 0	9,3 5	6,7 10	0,48	13,2	2,9
205	23/4/1930		20 tours sur malaxeur	Points . Catalase	10,0 0	9,7 3	10,0 2	0,44	13,1	1,9

Nous avons eu l'occasion antérieurement de discuter avec le directeur de cette laiterie de l'influence du sel sur la conservation, et c'est pour examiner cette question que ce beurre nous était envoyé. Il émanait d'un seul et même barattage. Quand le barattage avait été

terminé, la partie de beurre qui devait être salée avait été prise, additionnée de sel et laissée au repos jusqu'à ce que le beurre non salé, resté dans la baratte, fût malaxé. Ensuite, le beurre salé avait été remis dans la baratte-malaxeur, et travaillé. Il n'y avait donc aucune autre différence entre les deux parties de beurre que le sel.

Les résultats indiqués dans le tableau 9 furent obtenus à l'occasion de nos recherches et des examens de conservation pratiqués en même temps : il en résulte que le beurre salé n'obtint pas seulement une plus mauvaise notation que le non salé ; mais il montra aussi des indices de catalase tellement élevés qu'il est certain que c'est à une infection qu'est due la conservation réduite. Ce résultat peut sembler très bizarre ; car même si nous étions prêts à admettre que le sel n'a pas un effet de conservation marqué, il ne devait tout de même pas faciliter le développement des micro-organismes. Puisque le résultat était tout de même là, c'est que le sel exerce une très grande influence sur la répartition de l'eau dans

TABLEAU 9.

Numéro d'ordre			2 semaines d'âge	4 semaines d'âge	6 semaines d'âge	Pourcentage de sel	Pourcentage d'eau	Pourcentage d'eau en grosses gouttes
151	Non salé	Points ...	11,7	9,7	7,7	0,01	13,8	0,4
		Catalase ..	0	1	0			
151	Salé	Points ...	9,7	8,7	4,7	1,14	13,8	3,8
		Catalase ..	0	5	13			

le beurre. ORLA-JENSEN [3] a déjà noté ce phénomène en 1907, et, tout récemment, BOYSEN [9] a étudié plus particulièrement pourquoi l'eau se dirige tout droit vers un cristal de sel placé dans du beurre non salé, et forme une goutte de liquide relativement grande pendant la dissolution du cristal. C'est la même cause qui fait que le beurre exsude de la saumure pendant le salage.

Lors du dénombrement des gouttes de liquide des différentes classes de grosseur, on trouva aussi qu'il y avait une différence importante dans la distribution de l'eau des deux barils de beurre. Dans le beurre salé, on trouva 3,8 % d'eau en gouttes d'un diamètre supérieur à 100 μ , tandis que le chiffre correspondant pour le beurre non salé était 0,4 %, ainsi du reste qu'il est indiqué dans le tableau 9 : la question est donc nettement éclaircie. Le sel a agi pour rendre la distribution des gouttes de liquide plus grossière dans la marchan-

dise salée que dans la marchandise non salée ; des organismes étaient présents qui n'étaient pas gênés par la concentration du sel dans les gouttes de liquide, et c'est pourquoi ils se sont développés vigoureusement, tandis qu'ils n'ont pas pu se développer au même degré dans les gouttes de liquide plus petites du beurre frais.

VI.

Lors de la plupart des essais de conservation ci-dessus relatés, on dégustait et on étudiait deux barils de beurre du même barattage, l'un étant pris dans le centre de la baratte-malaxeur (indiqué sous la lettre M), l'autre à une extrémité (indiqué sous la lettre E).

Dans beaucoup de cas, les deux échantillons de beurre furent, comme nous nous y attendions, identiques ; mais il arriva encore assez souvent qu'il y avait une différence, et pratiquement c'était toujours E le meilleur.

Il s'agissait de défauts tels que celui « d'acidité », qui peut être attribué à des microorganismes étrangers, et il y avait concordance exacte entre les appréciations de qualité et les indices de catalase, de sorte que M avait à la fois une notation plus basse et un indice de catalase plus élevé qu'E, car, pour l'ensemble, il n'y avait pas de différence.

Pour ne pas être trop longs, nous devons nous contenter de dire qu'il est prouvé que quelques-unes des barattes habituellement employées travaillent le beurre de telle façon que l'eau est plus finement répartie aux extrémités de la baratte-malaxeur qu'au centre, et, comme le prouvent les exemples susindiqués, cela peut avoir pour conséquence pour le beurre une faculté de conservation moins grande.

La distribution de l'eau dans notre beurre est précisément placée dans un terrain critique, où de petites modifications peuvent arriver à donner des variations si notables, qu'elles ont de l'importance pour la conservation. Ceci se voit mieux par la différence qu'il peut y avoir entre la conservation du beurre de M et de E, qu'on pourrait généralement supposer être tout à fait la même.

Du reste, la répartition plus fine de l'eau en E est en rapport avec le pourcentage d'eau plus élevé qu'on trouve souvent dans le beurre des extrémités de la baratte ; car plus la répartition de l'eau est fine, plus il est difficile de la faire sortir par malaxage ; RAHN et BOYSEN [8] l'ont, du reste, aussi fait remarquer.

Nous ne savons pas exactement la raison qui fait que la répartition de l'eau est différente à différents endroits d'un certain nombre de barattes, et qu'on ne peut pas toujours, par un malaxage prolongé, obtenir une répartition de l'eau plus fine.

Nous avons déjà dit plus haut que le sel a une très grande influence sur la répartition de l'eau.

Pour illustrer les conditions indiquées ci-dessus, nous avons résumé, dans le tableau 10, les résultats obtenus avec les beurres E et M du même barattage dans trois laiteries différentes. On voit ainsi comment E et M dans les numéros 1 et 3 montrent une différence importante dans la proportion d'eau, qui se trouve en gouttes d'un diamètre supérieur à $100\ \mu$, différence à laquelle correspond une différence dans la conservation et l'indice de catalase. Dans le n° 2,

TABLEAU 10.

N°	Echantillon de beurre marqué	Pourcentage d'eau en gouttes d'eau au-dessus de $100\ \mu$	Notation et indice de catalase			
				2 semaines d'âge	4 semaines d'âge	6 semaines d'âge
1	E	1,75	Points ...	10,7	10,3	10,3
			Catalase..	0	0	0
	M	4,74	Points ...	11,0	10,3	9,3
			Catalase..	0	3	3
2	E	5,38	Points ...	10,3	9,3	8,3
			Catalase..	3	3	3
	M	5,41	Points ...	10,7	9,7	9,0
			Catalase..	1	2	2
3	E	2,30	Points ...	10,3	10,3	11,0
			Catalase..	0	1	0
	M	5,32	Points ...	11,0	9,7	8,7
			Catalase..	3	7	6

il n'y a pas de différence sensible dans la répartition de l'eau dans les deux barils E et M et, par conséquent, non plus dans la conservation et l'indice de catalase.

En ce qui concerne les méthodes employées par nous pour déterminer la répartition de l'eau, nous devons nous contenter d'indiquer que nous avons employé, d'une part, la méthode décrite par BOYSEN [9] légèrement modifiée et, d'autre part, une méthode établie par nous reposant sur le fait que, quand on malaxe du beurre sur une toile sèche, il ne laisse sortir que l'eau qui s'y trouve en grosses gouttes.

Alors qu'au début nous étions portés à penser que la quantité de microorganismes dont le beurre se trouveensemencé pendant la fabrication était le facteur décisif lorsqu'il s'agit de défauts

« bactériens », nous avons ensuite vu que la répartition de l'eau a aussi une grande importance à cet égard. On pourrait maintenant aller à l'extrême opposé, et se demander si la répartition de l'eau n'est pas d'une importance tellement capitale à cet égard, que tout le reste passe à l'arrière-plan. Nous pouvons pourtant penser qu'à la fois l'infection pendant la fabrication et la répartition de l'eau sont les facteurs les plus importants de la conservation ordinaire du beurre ; car la consistance, qui est exigée, met bien une limite à la répartition de l'eau.

Dans ce qui précède, nous avons aussi montré comment, à plusieurs reprises, nous avons réussi à diminuer la teneur du beurre en microorganismes étrangers par un nettoyage convenable.

Une autre circonstance, qui montre l'importance de l'infection, est la tendance qu'ont les défauts du beurre à apparaître d'une façon saisonnière ; les défauts « aigre » et « aigre comme du fromage » sont des défauts d'été ; tandis que les défauts « huileux » et « suiffeux » sont des défauts d'hiver. Ceci s'explique naturellement par le fait qu'en dehors des heures de travail il fait beaucoup plus froid dans les locaux de la laiterie en hiver qu'en été, et comme la plupart des levures qui collaborent à l'apparition d'un défaut comme « aigre », se développent au mieux à 20°-25°, on comprend qu'il y en aura beaucoup plus dans la baratte en été, époque à laquelle l'infection la plus importante a lieu, qu'en hiver. C'est pourquoi un défaut comme « huileux » est souvent caché pendant l'été par les défauts « aigre » et « aigre comme du fromage », mais apparaît en hiver quand ces deux derniers défauts ne sont pas si apparents.

VII.

Comme nous l'avons vu, les défauts « bactériens », « aigre » et « aigre comme du fromage » se développent dans le beurre quand, pendant la fabrication, il est suffisamment infecté par des organismes étrangers et que ceux-ci ont pu ultérieurement se développer dans ce beurre. Un tel développement a surtout lieu dans les gouttes relativement grosses, et la répartition de l'eau dans le beurre a donc une grande influence sur la conservation du beurre.

Il y a pourtant d'autres conditions qui ont de l'influence sur les défauts « bactériens ».

L'influence du *lavage* sur les défauts « bactériens » a été étudiée par Chr. H. IBSEN [10] lors de recherches effectuées au Laboratoire d'Essais (C. R. n° 106), et il a ainsi prouvé que, par un lavage vigoureux effectué avec de la bonne eau, on peut tellement diminuer la concentration des produits nutritifs que ceci peut aussi empêcher les organismes venus dans le beurre de se développer. La composition des gouttes isolées dans le beurre ne peut pas malheu-

reusement être déterminée par l'analyse ; mais puisque l'effet du lavage peut être si fort qu'on l'a trouvé dans les essais relatés ci-dessus effectués sur du beurre « aigre comme du fromage », ceci ne peut pas être attribué à la diminution de la teneur en produits nutritifs, qui a lieu dans l'ensemble du beurre, mais à ce que quelques-unes des gouttes, et probablement précisément les plus grosses, ont été presque entièrement débarrassées des produits nutritifs qu'elles contenaient par le lavage.

RAHN et BOYSEN [8] se sont faits les avocats de cette thèse dans le travail cité plus haut, et c'est pourquoi ils sont aussi d'avis qu'une baratte stérilisée, un lavage énergique avec de la très bonne eau, et un malaxage vigoureux, si la consistance du beurre le permet, sont les facteurs principaux de la fabrication d'un bon beurre se conservant bien. Une quatrième condition, qu'ils émettent en ce qui concerne l'acidification, ne concerne pas les défauts « bactériens » mais les défauts « chimiques ».

Nous résumons dans ce qui suit les recherches que nous avons effectuées relativement à l'influence du *salage* sur la conservation. Le sel agit comme agent destructeur sur un certain nombre des *bactéries* étrangères qu'on trouve dans le beurre, même à la faible concentration utilisée actuellement dans le beurre danois. Par contre, il ne semble pas gêner les diverses formes communes de *levures*. Comme nous sommes d'avis que les défauts qui se développent rapidement sont souvent attribuables aux bactéries, tandis que les défauts qui n'apparaissent que plus tard sont dus aux levures, l'effet conservateur du sel devrait être limité de 1 à 2 semaines : nous en avons eu aussi la confirmation dans des essais isolés.

Toutefois, le sel, comme nous l'avons dit plus haut, a une très grande influence sur la répartition de l'eau, de sorte que, pour cette raison, il peut agir pour faciliter le développement des micro-organismes, malgré l'effet destructeur qu'il exerce par lui-même.

A ceci vient s'ajouter que, sans aucun doute, le sel peut, dans certaines circonstances, agir pour faciliter le développement des défauts « chimiques » du beurre, de sorte qu'un fort salage peut devenir dangereux. Nous indiquerons toutefois que nous avons, à plusieurs reprises, examiné des beurres contenant plus de 1 % de sel, et qui eurent des notations de plus de 11 points, quand ils avaient 6 semaines d'âge.

Il est généralement admis qu'un très grand nombre des défauts ordinaires du beurre, et parmi eux aussi des défauts comme « aigre » et « aigre comme du fromage » peuvent être attribués à une *acidification* défectueuse. Nous sommes cependant d'avis que l'acidification n'a pas une responsabilité importante dans l'apparition des dits

défauts « bactériens » (aigre, aigre comme du fromage), car ils apparaissent quand certains microorganismes étrangers se développent dans le beurre. Naturellement, la culture lactique employée *peut* être impure de sorte que le beurre est infecté par elle ; mais nos recherches ont montré, comme nous l'avons dit plus haut, que c'est extrêmement rare.

En ce qui concerne l'*acidité*, il est admis que la plupart des bactéries de la putréfaction ne supportent pas des proportions appréciables d'acidité, et il n'est pas douteux que l'acidification empêche un certain nombre de bactéries de se développer dans le beurre ; ceci s'applique particulièrement à un certain nombre de bactéries qui se trouvent habituellement dans l'eau, et qui détruisent la matière grasse.

Nous n'étudions toutefois ici que le beurre, préparé comme on le prépare habituellement dans notre pays, c'est-à-dire avec de la crème, acidifiée tellement fortement qu'elle est coagulée au moment du barattage.

La question est donc de savoir si les variations dans l'acidification qui ont lieu dans ces conditions peuvent donner des degrés d'acidité si différents que les microorganismes étrangers puissent, pour cette raison, se développer activement ou non. Quand la crème est coagulée, l'acidification est généralement terminée, et on a à peu près la concentration en ions hydrogène, qu'on ait obtenu la crème coagulée par une acidification « vigoureuse » ou « faible ». Pour les organismes qui ne se développent qu'après quelque temps de conservation du beurre, la méthode de conduite de l'acidification n'a certainement pas une importance capitale. Il est certain que l'acidification est, à bien d'autres points de vue, une phase de la fabrication d'importance capitale pour la qualité du beurre ; c'est pourquoi précisément il faut savoir exactement où l'acidification peut avoir de l'importance, et où elle n'en a pas du tout.

Les acidités qu'on trouve dans notre beurre ne peuvent pas, en tout cas, empêcher les levures de se développer, et, *à cet égard*, il est tout à fait indifférent que la crème ait mis quelques heures de plus ou de moins pour se coaguler.

Si la façon dont on conduit l'acidification de la crème peut avoir une influence importante sur les défauts « bactériens », cela ne peut être que par voie indirecte, par exemple en agissant sur la distribution de l'eau dans le beurre.

Nous ne savons toutefois pas si c'est le cas.

STORCH a déjà soutenu dans ses recherches de 1875 [6], que le beurre provenant d'une crème non acidifiée contenait des gouttes de liquide beaucoup plus petites que le beurre provenant d'une crème acidifiée, et il indique dans ses recherches sur les défauts de consis-

tance du beurre [7], comment le beurre devient « grossier » (1), quand la crème est acidifiée par ensemencement avec du beurre « grossier », tandis qu'une autre partie de la même crème acidifiée avec du beurre « léger » (2) donne, elle, du beurre « léger ». Comme les propriétés énoncées sous les termes « grossier » et « léger » peuvent précisément s'appliquer à des répartitions respectivement fines et grossières de l'eau, les recherches de STORCH doivent être interprétées de la façon suivante : l'acidification influence réellement la répartition de l'eau dans le beurre.

Pourtant, nous ne connaissons rien de précis à ce sujet. Les essais de STORCH ne donnent pas une idée très nette de la question, et, à notre connaissance, il n'a pas été effectué d'autres recherches dans cette direction. Ces essais ne peuvent pas être répétés au laboratoire par des moyens simples, et sont, dans l'ensemble, extrêmement difficiles, car la répartition de l'eau peut être modifiée par de si petites interventions qu'on arrive à les commettre par mégarde, et qu'on peut donc facilement arriver à attribuer les modifications à de toutes autres causes qu'aux véritables.

Nous pouvons cependant penser que quand une laiterie souffre de défauts qui, à la suite de l'épreuve de la catalase ou d'autres recherches, peuvent être attribués à des microorganismes étrangers, ce ne doit pas être à l'acidification qu'il faut tout d'abord penser, mais c'est à la suppression de ces organismes par un nettoyage pratiqué au bon endroit qu'il faut commencer. S'il est, en même temps, nécessaire de diminuer le nombre des organismes qui ne peuvent pas être évités, par une répartition plus fine de l'eau, ceci peut être sans aucun doute obtenu par d'autres moyens que par une action sur l'acidification qu'on sait à l'avance être tout à fait incertaine.

Lors de nos recherches, nous avons isolé un grand nombre des microorganismes, qui sont, ou peuvent être, la cause de la conservation défectueuse du beurre ; mais, dans ce travail, nous nous sommes toutefois principalement limités à ne parler que des « *microorganismes étrangers* », quoique nous sachions parfaitement qu'ils sont loin d'être tous également nuisibles, et même qu'un certain nombre d'entre eux ne nuisent pas du tout au beurre, même s'ils s'y trouvent en grandes quantités. C'est surtout ORLA-JENSEN qui a indiqué, dans un grand nombre de cas, comment certains défauts du beurre peuvent être attribués à certains microorganismes ou à certaines combinaisons d'entre eux.

Nous avons toutefois trouvé pratique de nous contenter du groupe des « *microorganismes étrangers* », même s'il s'en trouve,

(1) Le beurre dit « grossier » a une consistance de beurre battu.

(2) Le beurre dit « léger » a la consistance opposée.

dans ce groupe, quelques-uns qui soient inoffensifs ; car ils ne peuvent pas, en tout cas, être de quelque utilité, et la reconnaissance facile des organismes étrangers fait qu'on peut rapidement savoir s'il est nécessaire de s'en débarrasser, tandis qu'une évaluation de la nocivité de chacune des différentes sortes exigerait des recherches sans fin. Nous devons donc nous contenter de nous tenir au point de vue suivant : les organismes qui ne *doivent* pas être dans le beurre doivent en être écartés.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] HESSE. *Molkeri-Ztg.*, Hildesheim, 1912, n° 6 (v. Orla-Jensen : Bactériologie laitière, p. 139).
- [2] C. O. JENSEN. 22^e rapport du Laboratoire d'Essais, 1891.
- [3] ORLA-JENSEN. *Mælkeritidende*, 1907, p. 943.
- [4] ORLA-JENSEN. *Rev. Gén. du Lait*, 1910, p. 409.
- [5] ORLA-JENSEN. *Annuaire agricole de Suisse*, 1901, p. 329.
- [6] STORCH. *Ugeskrift for Landmænd*, 1875, 11, p. 563.
- [7] STORCH. 36^e rapport du Laboratoire d'Essais, 1897.
- [8] RAHN et BOYSEN. *Milchw. Forsch.*, 1929, vol. 7, p. 214.
- [9] BOYSEN. *Milchw. Forsch.*, 1927, vol. 4, p. 221.
- [10] Chr. H. IBSSEN. 106^e rapport du Laboratoire d'Essais, 1921.
- [11] BURRI. *Congrès international de Laiterie*, 1928, p. 690.
- [12] DYRENFURTH et RICHTER. *Milchw. Forsch.*, 1929, vol. 8, p. 462.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA LACTATION HUMAINE

par

M^{me} C. VINCENT

et

M. J. VIAL

Chef des travaux

Assistant

du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

(Suite.)

c) **QUANTITÉS COMPARÉES FOURNIES PAR LES DIFFÉRENTES MULSIONS, AU COURS D'UNE MÊME JOURNÉE.** — On ne peut comparer légitimement des mulSIONS que si elles sont *complètes*. Par conséquent, ne pourront être utilisées dans ce but que les mulSIONS recueillies manuellement. On peut utiliser encore les chiffres fournis par le repas pesé du nourrisson, augmenté s'il y a lieu de la quantité fournie par la traite manuelle, toujours pratiquée pour vérifier l'épuisement complet de la glande.

Il importe naturellement, en outre, que les mulSIONS à comparer soient bien faites à des heures identiques, afin d'éviter tout phénomène de rétention qui fausserait les résultats.