

de saumure. Une hélice assure dans cette saumure, sur les serpentins et tout autour des bidons, une circulation très active.

Trois cas sont à envisager : la traite se fait mécaniquement ; on traite à la main ; le lait à refroidir et à congeler est un lait de ramassage.

Traite mécanique. — La traite s'effectuant mécaniquement, on peut avoir des bidons de traite qui servent au transport. Il suffit, pour cela, d'une modification du col des bidons de transport habituels et de leur couvercle. Dans ces conditions, il faut, dès la traite, mettre au fur et à mesure les bidons dans les casiers disposés à cet effet dans le bac à saumure. Cette saumure étant à une température voisine de -15° , les bidons étant laissés un quart d'heure environ dans le bain, on les en tire pour les plonger rapidement dans l'eau afin d'enlever simplement la pellicule de saumure qu'ils emportent et l'on constate qu'une couche de lait congelé, de composition homogène, s'est formée sur la paroi du bidon, en même temps que la température du lait, resté liquide à l'intérieur de ce bidon, est descendue près de 0° .

Avec cette méthode, le lait passe ainsi, en parfait état, directement de la mamelle chez le crémier détaillant.

Si, la traite s'effectuant toujours mécaniquement, on ne se sert pas des bidons de traite pour le transport, il suffit de vider au fur et à mesure les bidons de traite dans les bidons de transport et de placer sans retard ceux-ci dans le bain à -15° comme il est dit précédemment.

Traite à la main. — On verse le lait des seaux de traite immédiatement dans les bidons de transport ou de ramassage qu'on met de suite dans le bain de saumure. (A suivre)

RECHERCHES SUR LA PRÉSURE DANS LES FROMAGES

par Chr. BARTHEL, E. SANDBERG et E. HAGLUND;

(Travail des sections de bactériologie et de laiterie de la Station Centrale d'expériences Agricoles à Experimentalfältet, Stockholm).

(Fin)

Dans la fabrication du fromage d'Emmenthal, le caillé est soumis à un chauffage allant jusqu'à $54-59^{\circ}$. Le plus souvent la température est de $55-56^{\circ}$. On arrive alors facilement à la conclusion que c'est le chauffage à cette température relativement haute qui est la cause de l'inactivation de la présure et, par cela, du manque de pouvoir coagulant du jus. Le grand âge du fromage d'Emmenthal mûr (environ 12 mois) ne peut pas expliquer la chose, car le jus du fromage de Vesterbotten (voir tab. III), qui était à peu près du même âge, coagule le lait en 1 h. 15 m.

Contre l'explication tentée plus haut, on pourra objecter que la présure même, telle qu'elle est employée en fromagerie, n'est pas inactivée par un chauffage momentané qu'à des températures bien plus hautes. Et le jus obtenu d'un fromage du type Gouda, qui coagulait le lait en 1 h. à 30°, et dont une portion fut chauffée au bain-marie jusqu'à 56°, n'éprouvait par ce chauffage qu'un léger ralentissement du temps de coagulation, mais nullement une inactivation complète de sa force coagulante.

Comment expliquer la différence dans l'action de la chaleur sur la présure selon que celle-ci est d'abord ajoutée au lait ou qu'elle est chauffée à l'état libre? Nous ne le savons pas. Tout ce que nous savons, c'est que le fromage d'Emmenthal est le seul fromage, de tous ceux qui ont été examinés par nous sous ce point de vue, qui donne un jus inactif et qui en même temps présente cette particularité de fabrication d'être chauffé à une aussi haute température que 55-59°. Il est difficile de ne pas mettre ces deux circonstances en rapport l'une avec l'autre.

Le fromage suédois « des grands domaines », dont le caillé est chauffé à 48-50°, ne montre aucune inactivation de la présure du jus, comme on le voit au tableau III.

Pour constater d'une manière certaine ce fait curieux par rapport au fromage d'Emmenthal, nous avons fabriqué, nous-mêmes, un fromage avec cuisson du caillé à 56°. Après deux mois de maturation, le jus de ce fromage ne provoquait pas de coagulation du lait à 30°. Le jus d'un fromage de contrôle, fabriqué du même lait, mais sans cuisson du caillé coagulait le lait en 1 h. 10 m.

Toutes ces circonstances nous mènent à la supposition que la présure n'est pas un facteur important dans la maturation du fromage d'Emmenthal, mais que cette maturation est l'œuvre des enzymes protéolytiques des ferments lactiques du fromage.

On se demande évidemment tout d'abord si c'est bien certain que l'enzyme coagulante, que l'on trouve dans le jus de fromage, est réellement de la présure ou bien s'il ne s'agit pas ici d'enzymes bactériennes produites pendant la maturation.

La façon même dont la coagulation se produit est absolument la même que pour la présure ordinaire. Mais afin de prouver qu'il s'agit réellement dans notre cas d'une coagulation provoquée par de la présure nous avons fait l'expérience suivante.

170 kg. de lait étaient divisés en deux portions de 85 kg. chacune. Une portion fut additionnée de 0,5 % d'un levain lactique et était ensuite abandonnée à la « maturation » pendant 30 minutes. CaCl_2 (0,32 g. par litre) fut ajouté en vue d'obtenir une coagulation pas trop ralentie, et on mettait en présure à 29° avec 2 g. de présure en poudre pour 100 kg. de lait. Le temps de coagulation était de 35 minutes.

L'autre portion était additionnée de 0,5 % de levain lactique et fut

immédiatement mis en présure avec 10 g. de la présure en poudre pour 100 kg. de lait. Le temps de coagulation était de 10 minutes.

Les autres manipulations (pression, salage, etc.) étaient exactement les mêmes pour les deux groupes de fromages.

Après six semaines de maturation, les fromages furent pressés et le jus était examiné quant à son pouvoir coagulant envers le lait frais. Voici le résultat :

Quantités de présure poudre ajoutée pour 100 kg. de lait	Temps de coagulation à 30°;
2 g.	3 h. 5 m.
10 g.	0 h. 45 m.

La quantité de présure ajoutée était 5 fois plus grande dans un cas que dans l'autre. On trouve aussi que le temps de coagulation est à peu près inversement proportionnel à la quantité de présure employée. Il est donc évident que c'est la présure ajoutée au lait au moment de la mise en présure qu'on retrouve après dans le jus de fromage.

La présure pendant la maturation du fromage. — Après avoir constaté la présence de la présure à l'état actif dans le jus de pression de différents fromages (à l'exception du fromage d'Emmenthal), il restait à voir si l'activité de la présure dans le jus est la même pour un fromage pendant toute la maturation, ou bien si elle subit des changements notables.

Dans ce but, nous avons fabriqué deux séries de fromages avec 200 kg. de lait écrémé chacun, en cherchant à obtenir dans une des séries un fromage à maturation très lente, dans l'autre série un fromage à maturation rapide. Nous sommes arrivés à ce résultat en donnant au fromage dans le premier cas une teneur basse en eau en même temps qu'un degré d'acidité élevé, tandis que dans l'autre cas on cherchait à obtenir exactement le contraire.

La différence de la teneur d'eau des deux séries était obtenue au moyen d'une différence du temps de l'agitation du caillé. L'acidité basse dans le fromage à maturation rapide fut obtenu au moyen des lavages du caillé à l'eau froide avant la mise en moule. Par ces lavages la teneur du caillé en lactose, et par conséquent l'acidité, étaient fortement réduites. Comme l'eau de lavage était froide, le caillé était refroidi ce qui faisait que le fromage retenait aussi plus d'eau pendant le pressage.

Chaque série de fromages comprenait 3 fromages de 3 kg. chacun et 1 fromage de 5-6 kg. La teneur en eau des fromages était après 8 jours :

Fromage de la série 1.	49,4 $\frac{1}{2}$
Fromage de la série 2.	56,2

TABLEAU IV

Fromage	Age du fromage	Temps de coagulation	pH		Degrés Thörner			Teneur du jus en azote %	Observations	
			Mélange jus + lait	Lait	Jus	Mélange jus + lait	Lait			
1 (maturation lente)	24 h.	∞	6.42	6.70				0.17		
	96 h.	∞	6.50	6.72				0.21		
	7 jours	∞	6.52	6.76				0.31		
	11 »	∞	6.38	6.72				0.49		
	16 »	>10 < 24 h.	6.66	6.73	102			0.75	degrés Thörner après la coagulation = 16	
	21 »	>8 ½ < 11 ½ h.	6.71	6.77				0.85	» » » » » = 17	
	25 »	7 h. 30 m.	6.43	6.85	116			1.02	» » » 24 h. = 16	
	30 »	6 h. 55 m.			128			1.15		
	46 »	4 h. 40 m.		6.35	6.70	148	26	16	1.54	
	63 »	3 h. 15 m.		6.35	6.73	176	25	15	1.92	
2 (maturation rapide)	24 h.	3 h. 20 m.	6.39	6.66	158	27	17	0.32		
	4 jours	2 h. 53 m.	6.40	6.66	136	22	16	0.71		
	8 »	1 h. 55 m.	6.33	6.63	166	28	18	1.09		
	12 »	1 h. 30 m.	—	—	170	27	17	1.53		
	22 »	1 h. 15 m.	6.25	6.59	234	25	15	2.20		
	29 »	1 h. 7 m.	6.25	6.62	248	26	16	2.34		
	45 »	0 h. 50 m.	6.20	6.57	258	26	17	2.72		
	65 »	1 h. 10 m.	6.50	6.65	278	27	17	3.14 ₀		
110 »	1 h. 1 m.	6.30	6.56	258	26	16	3.57			

Les deux séries de fromages furent conservées dans la même localité pendant la maturation. A différentes époques de la maturation, le jus des fromages fut examiné par rapport à sa force coagulante envers le lait frais, exactement de la même manière que nous avons décrite plus haut, et avec les mêmes déterminations de pH et de l'acidité de titration. Dans cette série d'expériences nous avons aussi déterminé la teneur du jus en azote, par la méthode *Kjeldahl*. Les résultats se trouvent réunis dans le tableau IV.

Ce qui frappe tout d'abord, c'est le fait remarquable que la force coagulante du jus va en augmentant au cours de l'avancement de la maturation, tandis qu'on serait plutôt *a priori* porté à croire que cette faculté devait être à son maximum aussitôt après la fabrication du fromage pour s'affaiblir ensuite de plus en plus.

Dans la première série des fromages (fromage N° 1), on ne peut constater aucune coagulation du lait pendant les premières deux semaines. Ce n'est qu'après 16 jours qu'on peut noter une coagulation très lente. Le temps exact n'a pas pu être constaté, parce que la coagulation se produisait pendant la nuit. La titration de l'acidité après la coagulation (16 degrés Thörner) prouve pourtant qu'il ne s'agit pas ici d'un effet d'acidification. Au fur et à mesure que s'avance la maturation, le temps de coagulation diminue, mais il reste encore après 63 jours à 3 h. 15 m.

Chez les fromages à maturation rapide (fromage N° 2), la marche générale est la même que pour l'autre série, mais le temps de la coagulation est ici après 24 heures à peu près la même qu'après 63 jours pour les fromages à maturation lente, pour diminuer ensuite jusqu'à 1 heure.

Pour constater de nouveau ce fait curieux de l'augmentation de la force coagulante du jus au cours de la maturation, nous avons exécuté une autre série d'expériences sur des fromages durs demi-gras, du type « Suecia ». Ces fromages provenaient d'une laiterie dans la province et étaient d'âges différents, mais tous étaient fabriqués de la même façon et de lait provenant des mêmes fournisseurs. Ils furent tous examinés en même temps, seulement à 1 à 2 jours d'intervalle. Les résultats se trouvent exposés dans le tableau V.

TABLEAU V

Age du fromage	Temps de coagulation	pH		Degrés Thörner			Teneur du jus en azote %
		Mélange jus + lait	Lait	Jus	Mélange jus + lait	Lait	
14 jours	50 min.	6.35	6.69	100	23	16	1.33
33 »	50 »	—	6.63	192	—	—	2.00
50 »	35 »	6.27	6.63	223	23	16	2.62
70 »	10 »	6.10	6.61	328	—	—	3.39

Puisqu'il s'agit ici des fromages fabriqués à des moments différents, on doit s'attendre à certaines irrégularités dans le rapport entre le temps de la coagulation et l'âge du fromage. Aussi nous trouvons que le temps de coagulation était le même pour le jus provenant du fromage âgé de 14 et pour celui de 33 jours. Mais pour les fromages encore plus âgés, le temps de coagulation va en diminuant de sorte que, après 70 jours, il est seulement 10 minutes.

Ces expériences confirment donc le fait trouvé pour les fromages fabriqués par nous-mêmes, c'est-à-dire que la force coagulante du jus va en augmentant avec l'âge du fromage.

Comment expliquer ce fait ? La seule explication qu'on puisse admettre, il nous semble, est celle que la présure est d'abord retenue par la paracaséine par adsorption, pour être ensuite libérée au fur et à mesure que s'avance la décomposition de ce corps. Ainsi il devient logique que la force coagulante du jus augmente avec la marche de la maturation. On voit aussi par les tableaux IV et V le rapport direct qui existe entre le pouvoir coagulant du jus et sa teneur en azote.

Il résulte aussi de ces deux tableaux que l'acidité de titration du jus de fromage augmente continuellement avec l'âge de celui-ci. Cette augmentation doit nécessairement correspondre à la libération continue des acides-aminés au cours de la maturation. Dans un mémoire ultérieur, nous allons exposer les résultats auxquels nous sommes arrivés au sujet de la possibilité d'employer la teneur du jus en azote ainsi que son acidité de titration pour constater le degré de maturation des fromages.

Il reste à expliquer la cause de la libération successive de la présure dans le fromage pendant la maturation. S'agit-il ici de l'effet protéolytique de la présure même, ou bien cet effet est-il dû aux enzymes protéolytiques des bactéries du fromage ?

On sait que VAN DAM (2) a émis pour le fromage d'Edam la théorie que la maturation chez ce fromage commence par l'action protéolytique de la présure, qui décompose la paracaséine jusqu'à ce qu'il s'établisse un état d'équilibre. Cet équilibre est ensuite détruit par les enzymes protéolytiques des bactéries, qui continuent la décomposition des matières protéiques. Alors la présure peut de nouveau attaquer la paracaséine, et ainsi de suite.

Il nous semble pourtant qu'il y a aussi des raisons pour admettre une autre manière de voir, c'est-à-dire que ce seraient les bactéries qui joueraient le premier rôle en attaquant directement la paracaséine. Un fait qui parle beaucoup en faveur de cette dernière théorie est la constatation faite par l'un de nous (3) que beaucoup de ferments lactiques du type *Streptococcus lactis* possèdent la faculté de décomposer la paracaséine à la température ordinaire de la maturation des fromages.

Résumé

1. Dans une communication préliminaire, nous avons déjà décrit une méthode permettant une étude directe de diverses questions concernant le procédé de la maturation des fromages. Cette méthode consiste en la pression d'un mélange de la masse finement divisée du fromage avec du sable fin, pour obtenir le jus du fromage, qui peut ainsi être examiné directement.
2. Dans le présent mémoire, nous avons donné une description détaillée de la technique employée pour produire le jus de fromage.
3. Nous avons trouvé que le jus de fromages différents contient toujours de la présure à l'état actif, à l'exception du fromage d'Emmenthal.
4. L'inactivité de la présure dans le fromage d'Emmenthal dépend évidemment du chauffage du caillé jusqu'à 55-56°, pratiqué dans la fabrication de ce fromage. La maturation du fromage d'Emmenthal serait donc due principalement à l'action des enzymes protéolytiques des ferments lactiques du fromage.
5. Nos recherches sur le pouvoir coagulant du jus d'un même fromage, à différentes époques de la maturation, ont donné pour résultat que la force coagulante du jus envers le lait va en augmentant avec l'âge du fromage. Il paraît donc que, immédiatement après la production du fromage, la présure soit absorbée par la paracaséine, pour être ensuite libérée au fur et à mesure que s'avance la décomposition de celle-ci pendant la maturation du fromage.

Littérature

1. CHR. BARTHEL, E. SANDBERG et E. HAGLUND. *Le Lait*, 8, 1928, 285.
2. W. VAN DAM, *Centralbl. f. Bakteriol.*, II. Abt., 26 1910, 189.
3. CHR. BARTHEL, VI^me Congrès International de Laiterie, Berne, 1914. Section II, Question 4 et *Centralbl. f. Bakteriol.*, II, Abt., 44, 1915, 76.

L'INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES ALBUMINOÏDES SOLUBLES DE LA CRÈME ACIDIFIÉE SUR LA TENEUR EN MATIÈRE GRASSE DU BABEURRE ET SUR LA DURÉE DU BARATTAGE

par W. VAN DAM

On peut déterminer l'influence de la teneur en constituants albuminoïdes du sérum sur la teneur en matière grasse du babeurre par le même procédé qui sert à la détermination de l'influence de la teneur en caséine en suspension, décrit dans un travail antérieur (1). Si nous diluons de la crème à teneur en matière grasse très élevée dans un cas

(1) *Le Lait*, VIII, 1928, 698.