LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

M. KVETON. — Les changements chimiques pendant la fusion des fromages naturels 561

W. M. BOGDANOW. — Le phénomène de « l'extensibilité » des ferments 576

J. PIEN et M^{lle} G. MAURICE. — Relations de densité dans les produits laitiers 582

Revue :

G. GÉNIN. — Les problèmes qui restent à résoudre dans l'industrie laitière 610

Bibliographie analytique :

1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 614

XI^e Congrès international de laiterie (Berlin, 21-28 août 1937) :

J. CSISZAR. — Traitement et transformation du lait, amélior

lioration de la qualité. Le lait défectueux considéré du point de vue pratique et scientifique 625

K. J. DEMETER. — La pasteurisation du lait de fromagerie considéré du point de vue des différentes espèces de fromages 637

Documents et informations :

G. BOURGEOIS. — Le contrôle hygiénique du lait à Dijon 648

R. N. GÖRANSSON. — La mortalité infantile et la pasteurisation du lait à Londres 666

Le concours de la meilleure vache de France en 1936 669

Le contrôle laitier en France en 1937 670

Essais, à distance, de fécondation artificielle 671

Un laboratoire roulant 672

Transport des beurres, produits laitiers 672

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

LES CHANGEMENTS CHIMIQUES PENDANT LA FUSION DES FROMAGES NATURELS

par

le D^r Ingénieur M. KVETON

Rapport de l'Institut lactologique de la Haute Ecole Polytechnique tchèque, à Prague. Directeur-Professeur D^r O. LAXA.

L'importance des fromages fondus est reconnue dans tous les pays et les avantages de leur production sont relatés dans de nombreux livres et articles. Pour juger de la qualité de ces produits, il ne suffit pas de décèler la teneur en eau, en graisse, comme dans les fromages naturels, dont les sortes possèdent des qualités typiques. L'extérieur et la pâte des diverses sortes de fromages fondus sont très semblables et on ne peut changer la couleur ni le goût que par des ingrédients. On voit qu'il faut, pour juger de la qualité, prendre un autre point de vue que pour les fromages naturels. Tout d'abord,

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

il nous apparaît qu'il faut connaître les changements que subissent les fromages naturels pendant la fusion.

Pour les examens entrepris, j'ai choisi le fromage de gruyère qu'on a utilisé comme échantillon moyen d'un morceau de quelques kilogrammes. Dans un vase d'Erlenmeyer, j'ai pesé, avec une précision de 0 gr. 01 près, la quantité nécessaire de fromage, de 25 jusqu'à 100 grammes, j'ai additionné 10% d'eau distillée, ce qui facilite la fusion et, après addition d'un émulsionnant, j'ai plongé le vase dans l'eau bouillante, puis la matière était mélangée, en utilisant un thermomètre. Comme émulsionnant j'ai choisi : 1° le phosphate disodique, 2° le citrate de soude, préparé spécialement par la saturation de l'acide citrique avec l'hydroxyde de soude, par concentration de la solution, cristallisation et purification des cristaux. La quantité employée était, pour le phosphate de sodium, 5% du fromage naturel, et, pour le citrate de sodium, 3%, mais occasionnellement, je les employais aussi à des doses plus élevées.

La fusion se produisait facilement déjà à 70° C., et j'ai utilisé aussi les températures de 70° C. à 85° C., un temps total de 6 à 15 minutes. Après ce temps, j'ai versé le fromage, du vase, sur du papier d'étain pour l'envelopper et le déposer au froid jusqu'à l'analyse. Toutes comparaisons des compositions des fromages avant et après fusion étaient exécutées sur la matière sèche pour éviter les erreurs dues à l'addition d'eau.

L'eau

D'après le tableau I, il est évident que la fusion à la température de 70-80° C. pendant 5-15 minutes, n'a pas grande influence sur la teneur en eau, en considérant qu'on a additionné dans le fromage 10% d'eau avant la fusion. Le temps de fusion est en raison inverse de la teneur en eau du fromage. Etant donné, qu'en pratique, on travaille dans les chaudières fermées sous l'influence de la vapeur et en vacuum, les résultats concernant la teneur en eau n'ont d'importance que pour compléter le présent travail.

La graisse

Dans les fromages, j'ai décelé la graisse par extraction à l'éther et j'ai déterminé les indices de la matière grasse. Les chiffres obtenus (tableaux II et III) montrent les résultats. On voit que la graisse a subi une perte qui oscille entre 0,44-5,55%, en moyenne 2,50%. L'origine de ces pertes est d'un caractère mécanique et elle résulte de l'évaporation et des pertes sur les parois du vase. On a observé que l'individualité du fromage a une influence sur les pertes, les fromages qui fondent difficilement ayant les plus grandes pertes. La fusion ne change pas la qualité de la graisse. Les indices

TABLEAU I.
EAU. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echan- tillon	Fromage	Température et temps		Addition	Eau	Elévation	Quantité utilisée de fromage pour la fusion (Gr.)
		(Degrés)	(Minutes)				
1	naturel	—	—	5	32,44	—	100
	fondue	70°	5		39,07	6,63	
	fondue	70°	10		37,82	5,38	
	fondue	70°	15		36,80	4,36	
	fondue	75°	5		38,25	5,81	
	fondue	75°	10		37,89	5,45	
	fondue	75°	15		37,17	4,73	
	fondue	80°	5		37,72	5,28	
	fondue	80°	10		37,10	4,66	
2	naturel	—	—	10	34,67	—	
	fondue	70°	5		42,56	7,89	
	fondue	70°	10		41,40	6,73	
3	naturel	—	—	5	29,48	—	
	fondue	75°	10		33,82	4,34	
	fondue	—	—		34,90	5,42	
4	naturel	—	—	5	33,52	—	
	fondue	75°	5		38,15	4,63	
5	naturel	—	—	5	31,81	—	25
	fondue	80°	5		36,58	4,77	

TABLEAU I (suite)

Echan- tillon	Fromage	Température et temps		Addition	Eau	Elévation	Quantité utilisée de fromage pour la fusion (Gr.)
		(Degrés)	(Minutes)				
6	naturel	—	—	5	36,65	—	25
	fondue	85°	5		40,34	3,69	
7	naturel	—	—		32,69	—	
	fondue	75°	10		35,24	2,55	
8	naturel	—	—		31,20	—	
	fondue	80°	10		33,40	2,20	

de saponification, de Reichert-Meisl, de Wauters-Polenske et d'iode ne changent que dans des limites proportionnelles aux fautes de la méthode. L'acidité de la graisse subit une petite diminution par suite de la basicité de l'émulsionnant. On voit donc que le phosphate disodique n'attaque pas la graisse pendant la fusion. Il semble que chez les fromages plus fermentés où la graisse se trouve déjà en voie de transformation, l'action de l'émulsionnant mentionné sera plus intense. C'est pourquoi, j'ai étudié la graisse de deux fromages de « romadour » avant et après la fusion, sans que les chiffres des indices aient montré une décomposition plus profonde comme on peut le voir au tableau IV.

Ce n'est que l'acidité de la graisse qui subit une petite diminution, en moyenne de 0°4-0°5. Vu que le phosphate de sodium ne provoque pas de changements notables, on peut avec probabilité conclure que le citrate de sodium, neutre, sera aussi sans effet. Les chiffres du tableau V témoignent que cet émulsionnant ne provoque aucun changement puisque tous les indices, y compris le taux d'acidité de la graisse, ont gardé les valeurs originales.

Les albuminoïdes

Déjà TEMPLETON et SOMMER [1] ont observé que les matières azotées solubles augmentent dans les fromages fondus en moyenne de 26%, ce que VAS [2] a confirmé. Un aperçu sur les diverses

TABLEAU II.

GRAISSE. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echan- tillon	Fromage	Addi- tion %	Fusion		Graisse %		Per- tes	Indices				
			Mi- nutes	Tem- péra- ture	dans la ma- tière sèche	corri- gée		de sa- ponifi- cation	de Rei- chert- Meisl	de Wau- ters- Po- lenske	d'iode	Acidité
1	naturel	—	—	—	48,80	—	—	221,84	25,40	2,6	38,9	5,48
	fondue	5	5	80	44,38	46,29	2,51	221,60	25,52	2,2	37,9	5,23
	fondue	10	5	80	43,73	47,31	1,49	221,7	25,20	2,2	38	5,34
2	naturel	—	—	—	49,89	—	—	222,6	25,19	2,2	40,9	5,30
	fondue	5	10	75	45,24	47,12	2,77	222,25	25,19	2,2	39,65	5,16
	fondue	10	10	75	40,86	44,34	5,55	222,80	25,13	2,05	40,3	4,60
3	naturel	—	—	—	44,46	—	—	230,65	26,89	3,1	30,1	—
	fondue	10	5	70	41,03	44,02	0,44	230,35	26,51	3,3	29,1	—
	fondue	10	10	70	40,60	43,80	0,66	230,4	26,67	3,15	—	—
4	naturel	—	—	—	41,11	—	—	230,7	26,18	3,4	30,9	7,2
	fondue	10	5	80	37,35	40,66	0,45	230,4	26,18	2,6	31,2	6,8
5	naturel	—	—	—	44,82	—	—	229,9	26,07	2,6	29,6	8,12
	fondue	5	20	75— 85	37,80	39,35	5,47	229,8	25,77	2,8	29,5	7,61
	fondue	10	25	—	36,91	40,23	4,59	227,07	25,53	2,75	29,6	7,57
6	naturel	—	—	—	44,74	—	—	228,85	26,34	2,55	34,20	4,2
	fondue	5	5	85	42,25	43,98	0,76	228,7	26,73	2,6	34,3	3,7

albuminoïdes est présenté dans les tableaux VI et VII, où se trouvent les fromages phosphatés et le tableau VIII avec les fromages citratés. Nous trouvons en première ligne l'élévation surprenante de l'azote soluble dans les fromages fondus. Si nous rapportons l'azote soluble

TABLEAU III.

GRAISSE. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echan- tillon	Fromage	Addi- tion %	Fusion		Graisse %		Pertes	Indices		
			Min- utes	Tem- péra- ture	dans la matière sèche	corrigée		de R.-M.	de W.- P.	d'iode
7	naturel		—	—	48,04	—	—	—	—	40,71
	fondue		5	70	41,97	43,76	4,28	—	—	40,90
	fondue		10	70	41,52	43,22	4,82	—	—	40,09
	fondue	5	15	70	42,04	43,78	4,26	—	—	40,40
	fondue		5	75	42,33	44,23	3,81	—	—	39,70
	fondue		10	75	42,44	44,26	3,78	—	—	39,60
	fondue		15	75	41,41	43,13	4,91	—	—	—
	fondue		5	80	41,13	42,89	5,15	—	—	40,80
	fondue		10	80	42,29	44,02	4,02	—	—	38
8	naturel	—	—	—	48,05	—	—	24,3	2,5	42
	fondue	5	10	75	44,77	46,52	1,53	24,7	2,7	41,18
	fondue	10	10	75	41,30	44,63	3,42	24,58	—	41,45

à l'azote total, nous voyons que dans les fromages, à l'origine, l'azote soluble atteint en moyenne 30 %, pour s'élever dans les fromages phosphatés à 95 %, dans les fromages citratés à 82 %. Il apparaît que l'élévation du taux des albuminoïdes solubles serait due à la solubilisation de la paracaséine dans les sels de l'émulsionnant, mais on voit, d'après les tableaux, que la paracaséine soluble ne fait qu'une petite partie des albuminoïdes solubles. Ce sont les albumoses et les peptones qui prédominent et même ils forment dans les fromages fondus 69 % du total des albuminoïdes solubles. Des analyses spéciales démontreraient que ce sont principalement les albumoses qui se forment à partir de la paracaséine pendant la

TABLEAU IV.

GRAISSE. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echantillon	Fromage	Fusion		Ad- dition %	Indices			
		Minutes	Température		de saponification	de R.-M.	de W.-P.	Acidité
1	naturel	—	—	—	229,2	27,5	2,1	13,2
	fondue	10	75°	5	229,1	27,8	2,5	12,8
2	naturel	—	—	—	229,9	27,94	2,7	12,8
	fondue	10	75°	10	230,1	27,65	2,3	12,2
3	naturel	—	—	—	224,3	24,09	2,1	4,6
	fondue	5	80°	5	224,3	23,80	2	4,2
4	naturel	—	—	—	224,3	24,4	2,2	5,2
	fondue	5	80°	10	224,1	24,2	2	4,5

TABLEAU V.

GRAISSE. — EMULSIONNANT : CITRATE DE SODIUM

Echantillon	Fromage	Fusion		Ad- di- tion %	Indices				
		Minutes	Température		de saponification	de R.-M.	de W.-P.	Acidité	d'iode
1	naturel	—	—	—	229,6	27,17	2	3,4	35,9
	fondue	10	75°	3	229,5	27,2	2,5	3,2	35,7
2	naturel	—	—	—	236,4	30,9	2,5	5,3	33,3
	fondue	10	80°	6	236,2	31,2	3	5,1	33,4

fusion. Les peptones augmentaient aussi un peu et même les acides aminés, mais les chiffres sont dans les limites des erreurs possibles. L'ammoniaque n'avait presque pas changé. Donc, la fusion provoque

TABLEAU VI.
ALBUMINOIDES. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echantillon	Température et temps (min.)	Fromage	Totales	Solu- bles	Paracaséine		Albu- moses et pep- tones	Acides ami- nés	Am- monia- que	Solu- bles	Paracaséine		Albu- moses et pep- tones	Acides aminés	Am- monia- que
					insolu- ble	solu- ble					insolu- ble	solu- ble			
			% dans la matière sèche du fromage									% dans les albuminoïdes			
1.	75° 5	naturel	37,46	11,29	26,17	1,14	3,45	5,78	0,17	30,14	69,86	3,04	9,21	15,42	2,47
		fondue	38,07	36,25	1,82	1,86	26,61	6,46	0,23	95,22	4,78	4,88	69,89	16,96	3,49
2.	80° 5	naturel	38,29	10,85	27,44	1,49	3,54	4,76	0,19	28,34	71,66	3,89	9,24	12,43	2,78
		fondue	39,54	36,65	2,89	2,55	25,25	7,67	0,23	92,69	7,31	6,45	63,85	19,39	3
3.	85° 5	naturel	39,91	9,95	29,96	0,94	3,98	4,02	0,18	24,93	75,07	2,35	9,97	10,07	2,54
		fondue	40,12	36,43	3,69	0,90	29,02	5,48	0,21	90,81	9,19	2,24	72,33	13,65	2,59
4.	75° 10	naturel	40,12	13,72	26,40	1,42	4,54	6,81	0,17	34,19	65,81	3,53	11,31	16,97	2,38
		fondue	40,55	38,46	2,09	1,15	29,26	7,01	0,19	94,84	5,16	2,83	71,91	17,26	2,84
5.	80° 10	naturel	39,50	12,87	26,63	0,74	5,09	6,01	0,20	32,58	67,42	1,87	12,88	15,21	2,62
		fondue	41,14	38,92	2,22	2,01	29,41	6,36	0,22	94,61	5,39	4,88	71,48	15,45	2,80

TABLEAU VII.
ALBUMINOIDES. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echantillon	Température et temps (minutes)	Fromage	Totales	Solubles	Paracaséine		Albumoses	Peptones	Acides aminés	Ammoniaque	Solubles	Paracaséine		Albumoses	Peptones	Acides aminés	Ammoniaque
					inso-	solu-						inso-	solu-				
					luble	ble						luble	ble				
% dans la matière sèche du fromage											% dans les albuminoïdes						
1.....	75° 5	naturel	40,78	12,98	27,80	1,27	2,59	2,69	5,40	0,21	31,83	68,17	3,11	6,35	6,59	13,24	2,54
		fondue	41,81	37,67	4,14	1,36	23,47	6,48	5,14	0,24	90,10	9,90	3,25	56,13	15,49	12,29	2,94
2.....	85° 5	naturel	41,36	12,92	28,44	1,06	1,67	3,27	5,82	0,23	31,24	68,76	2,56	4,03	7,96	14,07	2,62
		fondue	42,23	38,16	4,07	1,24	23,82	5,53	6,20	0,25	90,36	9,64	2,93	56,40	13,09	14,68	3,26

TABLEAU VIII.
ALBUMINOIDES. — EMULSIONNANT : CITRATE DE SODIUM

Echantillon	Température et temps (minutes)	Fromage	Totales	Solubles	Paracaséine		Albumoses	Peptones	Acides aminés	Ammoniaque	solubles	Paracaséine		Albumoses	Peptones	Acides aminés	Ammoniaque
					insoluble	Soluble						insoluble	soluble				
			% dans la matière sèche du fromage										% dans les albuminoïdes				
1.....	75° 5'	naturel	40,73	11,56	29,17	0,98	1,68	4,05	3,85	0,18	28,38	71,62	2,40	4,12	9,94	9,45	2,47
		fondue	42,35	29,65	12,70	1,35	16,40	7,07	4,04	0,16	70,01	29,99	3,19	38,72	16,69	9,52	1,89
2.....	75° 5'	naturel	36,70	10,27	26,43	1,16	1,46	3,76	2,78	0,21	27,98	72,02	3,16	3,97	10,24	7,57	3,04
		fondue	37,58	20,61	16,97	1,91	9,90	5,32	2,60	0,15	54,84	45,16	5,08	26,34	14,15	6,90	2,37
3.....	75° 5'	naturel	38,29	10,60	27,69	1,01	1,89	3,50	3,10	0,24	27,68	72,32	2,63	4,93	9,14	8,09	2,89
		fondue	41,04	33,93	7,11	1,60	23,61	4,58	2,75	0,25	82,67	17,33	3,89	57,53	11,16	6,70	3,39

une large décomposition de la paracaséine, mais pas profonde, vu qu'elle s'arrête aux albumoses, ce qui est en faveur des produits, parce qu'une hydrolyse plus efficace permettrait par suite une plus grande formation d'acides aminés et d'ammoniaque, ce qui se traduirait par un mauvais goût et de mauvaises odeurs. Le citrate de sodium n'attaque pas aussi énergiquement la molécule de paracaséine que le biphosphate de sodium (voir tableau VIII), parce qu'il se forme des produits en moindre quantité.

Une température plus élevée et une durée prolongée de fusion n'a pas une plus grande influence sur la quantité et la qualité des produits dans les fromages phosphatés que dans les fromages citratés.

Les cendres

Si nous connaissons la teneur en cendres de la matière sèche des fromages naturels et l'espèce de l'émulsionnant et la quantité

TABLEAU IX.

LES CENDRES. — EMULSIONNANT : PHOSPHATE DE SODIUM

Echantillon	Fromage	To-tales	Inso-lubles	So-lubles	NaCl	Autres cen-dres so-lubles	Trou-vé	Cal-culé	Inso-lubles	So-lubles	NaCl	Autres cen-dres so-lubles
		% dans le fromage					% dans la matière sèche		% dans les cendres			
1	naturel	3,96	2,85	1,11	0,96	0,15	6,08	—	71,97	28,03	24,24	3,79
	fondue	5,84	2,66	3,18	0,83	2,35	9,60	9,93	45,54	54,46	14,20	40,26
2	naturel	3,95	3,12	0,83	0,71	0,12	6,04	—	78,98	21,02	17,90	3,12
	fondue	5,69	3,01	2,68	0,50	2,18	9,28	9,86	52,90	47,10	8,78	38,32
3	naturel	3,72	2,84	0,88	0,75	0,13	5,68	—	76,34	23,66	20,16	3,50
	fondue	5,72	2,70	3,02	0,64	2,38	9,53	9,48	47,21	52,79	11,18	41,61
4	naturel	3,94	2,87	1,07	0,96	0,11	5,96	—	72,84	27,16	24,34	2,82
	fondue	6,06	2,72	3,34	0,85	2,49	10,18	9,73	44,89	55,11	14,02	41,09
5	naturel	4,07	3,19	0,88	0,77	0,11	6,07	—	78,38	21,62	18,91	2,71
	fondue	5,93	3,03	2,90	0,70	2,20	9,71	9,65	51,09	48,91	11,80	37,11

utilisée, on peut calculer les cendres dans le résidu sec du fromage fondu. L'addition de 5 grammes de phosphate de sodium augmente les cendres de 2 gr. 48 ; l'addition de 3 grammes de citrate de sodium élève le résidu inorganique de 1 gr. 33 ; donc, l'augmentation des cendres chez les fromages citratés sera moins grande que chez les fromages phosphatés. On voit, d'après les tableaux IX et X, que les chiffres des cendres totales dans le résidu sec trouvé par

TABLEAU X.
LES CENDRES. — EMULSIONNANT : CITRATE DE SODIUM

Echantillon	Fromage	To-tales	Inso-lubles	So-lubles	NaCl	Autres cendres so-lubles	Trou-vé	Cal-culé	Inso-lubles	So-lubles	NaCl	Autres cendres so-lubles
		% dans le fromage					% dans la matière sèche		% dans les cendres			
1	naturel	4,08	3,16	0,92	0,75	0,17	6,01	—	77,45	22,55	18,38	4,17
	fondu	4,73	2,94	1,79	0,78	1,01	7,96	8,01	62,15	37,85	16,48	21,37
2	naturel	4,11	3,08	1,03	0,88	0,15	6,38	—	74,94	25,06	21,41	3,65
	fondu	4,87	2,90	1,97	0,85	1,12	8,08	8,49	59,55	40,45	17,46	22,99
3	naturel	4,57	3,11	1,46	1,28	0,18	6,62	—	68,05	31,95	28	3,95
	fondu	5,10	2,87	2,23	1,20	1,03	8,58	8,60	56,27	43,73	23,52	20,21
4	naturel	3,77	3,08	0,69	0,53	0,16	5,72	—	81,69	18,31	14,05	4,26
	fondu	4,48	2,92	1,56	0,56	1	7,46	7,77	65,18	34,82	12,50	22,32

l'analyse, correspondent assez avec les chiffres calculés. En chaque cas, avec l'addition des émulsionnants s'élève principalement le taux des sels alcalins du fromage. LAXA [3] a signalé cette particularité et il la recommandait pour différencier les fromages fondus et naturels. Ces sels alcalins se trouvent dans les autres cendres solubles qu'on trouve par la diminution du taux de NaCl des cendres solubles totales. Ce reste qui, dans les fromages naturels, oscille de 0,11-0,18%, atteint dans les fromages phosphatés 2,18-2,49% et, dans les fromages citratés, 1,00-1,12%. Les matières minérales solubles calculées sur les cendres totales font dans les fromages fondus un total plus élevé que dans les fromages naturels.

Pendant que les fromages naturels montraient 18,31-31,95% de la partie soluble, les fromages phosphatés donnaient les chiffres de 47,1-55,11%, les fromages citratés 34,82-43,73%. Il va sans dire que le reste des cendres solubles, sans le sel marin, donne aussi une plus grande différence. Dans les fromages naturels, elle oscille entre 2,71-4,26%, dans les fromages phosphatés j'ai trouvé 37,11-41,61%, dans les fromages citratés 20,21-22,99%.

Les acides

Les fromages naturels, aussi bien que les fromages fondus, contiennent de l'acide lactique. La quantité de cette substance ne dépasse, d'après les analyses de plusieurs échantillons, que dans des cas particuliers, le taux de 1%. Les fromages fondus avec addition de phosphate de sodium ne diffèrent, à ce point de vue, que très peu des fromages naturels; au contraire, les fromages fondus avec addition de citrate de sodium se signalent par un taux d'acidité plus élevé, parce que c'est l'acide citrique qui l'augmente, ainsi que LAXA [3] l'a signalé. Pour différencier les fromages, dans ce sens, il faut connaître l'analyse totale et même la teneur en eau, en graisse, en albuminoïdes et en cendres. La différence des taux de ces composants, sur 100, représente les acides. J'ai soumis ainsi quatre espèces de fromages fondus à l'analyse totale et je peux affirmer que les fromages phosphatés ont un taux d'acidité plus petit que les fromages citratés. J'ai trouvé pour les premiers 1,54% en moyenne, mais pour les deuxièmes 3,4%, donc un chiffre deux fois plus grand. (tableau XI).

TABLEAU XI.

Echan- tillon	Fromage	Eau	Graisse	Albumi- noides	Cendres	Taux	Diffé- rence sur 100 (acides)
		pour 100 grammes					
1	phosphatés	40,70	26,41	25,67	5,75	98,53	1,47
2		38,58	26,98	26,90	5,92	98,38	1,62
3	citratés	40,78	25,91	25,61	4,38	96,68	3,32
4		39,02	26,82	26,05	4,63	96,52	3,48

Acidité

Tous les examens de fromages fondus montrent que l'acidité

calculée en degrés est plus petite que dans les fromages naturels. J'ai déterminé l'acidité des fromages par le procédé de VYKOUKAL [4], d'après lequel on tient compte du lactose de l'acide lactique.

TABLEAU XII.
ACIDITÉ EN DEGRÉS « SOHLET-HENKEL »

	Echantillon	Fromage	Addition %	Acidité				% de l'acidité de l'extrait	
				totale		de l'extrait		de l'acidité totale	différence % du fromage naturel et fondu
				dans 100 gr. de fromage	dans 100 gr. de la matière sèche	dans 100 gr. de fromage	dans 100 gr. de la matière sèche		
Fromages phosphatés	1	naturel	—	147	232	57,1	90,1	38,8	
		fondu	5	135	223,1	94,6	156,3	69,9	31,1
	2	naturel	—	137	223,1	55,1	89,7	40,2	
		fondu	10	125	210,5	102,9	173,6	82,4	42,2
	3	naturel	—	141	229,6	52,1	84,8	36,9	
		fondu	5	135	222,5	99,4	163,7	73,6	36,7
		fondu	10	125	217,7	106	184,6	84,8	47,9
	4	naturel	—	133	209,2	46,8	73,8	35,2	
		fondu	5	127	206,1	88	142,8	69,2	34
		fondu	10	126	200,6	105,6	168,1	83,8	48,6
Fromages citratés	5	naturel	—	139	209,8	52,1	78,5	37,4	
		fondu	8	122	184,8	60,4	90,9	49,2	11,8
		fondu	16	113	178,9	68	107,6	60,1	22,7
	6	naturel	—	121	183,7	44,1	66,8	36,3	
		fondu	8	108	162,8	52,2	78,4	48,1	11,8
		fondu	16	99	157,4	60,3	95,4	60,6	24,3

Dans une capsule de porcelaine on met 5 grammes de fromage et on sature par l'hydroxyde de soude ($\frac{1}{4}$ normal), en pétrissant le fromage au moyen d'une tige de verre au bout aplati, on donne un petit excès de la solution de soude, on chauffe au bain-marie une demi-heure en remplaçant l'eau évaporée et on sature par l'acide ($\frac{1}{4}$ normal). La différence en centimètres du volume de la solution de soude employée et de l'acide ($\frac{1}{4}$ normal), calculée sur 100 grammes de fromage représente l'acidité en degrés « Soxhlet-Henkel ». D'après le tableau XII, il est évident que la diminution de l'acidité chez les fromages phosphatés est moindre que chez les fromages citratés. Dans les 4 échantillons des fromages phosphatés, la diminution fait en moyenne 6, et pour les 2 fromages citratés environ 23° S.-H. (en calculant sur la matière sèche).

Il est très intéressant que l'extrait aqueux des fromages montre le contraire. J'ai préparé cet extrait en faisant macérer un poids connu de fromage dans un ballon jaugé, à 100 cm³, le tout plongé dans l'eau bouillante pendant une demi-heure. Après refroidissement, j'ai rempli au trait de jauge, et le liquide mélangé et filtré donnait l'extrait dans lequel j'ai déterminé l'acidité. La fusion a élevé l'acidité. Pendant que l'extrait du fromage naturel (4 échantillons) oscillait entre 66°8-90°1 dans la matière sèche, l'extrait des fromages phosphatés (3 échantillons) montre 142°8-163°7. C'est la conséquence de l'hydrolyse de la molécule de la paracaséine, où se trouve l'acide phosphorique, car, cet acide libéré, augmente l'acidité, ce qui se manifeste dans la solution diluée plus que dans les fromages solides, vu que la basicité des albuminoïdes est affaiblie par dilution. Donc, on peut aussi, par la détermination de l'acidité de l'extrait du fromage, différencier les fromages fondus phosphatés des fromages naturels. Quant aux fromages citratés, en considérant que le citrate de sodium neutre n'attaque pas la molécule de paracaséine aussi profondément que le phosphate de sodium, on peut penser que l'acidité de l'extrait sera moindre que celle des fromages phosphatés. En effet, elle a oscillé entre 78°4-90°9 S.-H., donc, elle n'était un peu plus élevée que dans les fromages naturels.

LITTÉRATURE.

- [1] *Journal of Dairy Science*, 1930, 203.
- [2] *Milchwirtschaftliche Forschungen*, 1931, 197.
- [3] *Congrès Mondial de Laiterie*, Rome 1934, V, 91.
- [4] VYKOUKAL. *Věstník Csl. Akademie Zemědělské*, 1933, 496.