



L'EMPLOI ET LES EFFETS DU SEL DANS LE BEURRE ET LA MARGARINE

William Clayton

► To cite this version:

William Clayton. L'EMPLOI ET LES EFFETS DU SEL DANS LE BEURRE ET LA MARGARINE. *Le Lait*, 1927, 7 (70), pp.913-927. <hal-00894885>

HAL Id: hal-00894885

<https://hal.science/hal-00894885v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- W. CLAYTON. — Emploi et effets du sel dans le beurre et la margarine 913
- L. SOEP. — Le vert janus en face du bleu de méthylène dans l'essai à la réductase selon Barthel 927
- C. LIND. — Les enzymes du lait et leur utilisation pour apprécier le chauffage du lait 935
- L. AUGER. — Recherches sur l'influence de la sécrétion lactée sur l'organisme. Le syndrome hypoglycémique et la fièvre vitulaire de la vache (*fin*) 946

Bibliographie analytique :

- 1^o Les Livres 957
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 960

Bulletin bibliographique :

- 1^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 976

Documents et informations :

- M. BEAU. — La situation laitière. 980
- W. DORNER. — Quelques réflexions sur les moyens de rendre le travail scientifique plus efficace et en particulier sur la bibliographie 984
- Ch. PORCHER. — Au sujet de l'article précédent 990
- Les nouveaux appareils en laiterie : Un appareil continu pour le séchage de la caséine 990
- Ch. PORCHER. — La Journée du Lait à la Société de Pathologie comparée 992
- La création d'une Ecole municipale d'hygiène à Paris 998
- La race hollandaise pie-noire au Congrès international de Paris. 999
- Deux nouveaux journaux de laiterie 1000
- Comment on peut laver un million de bouteilles chaque jour. 1001
- La production laitière de la France 1002
- La loi italienne sur la répression des fraudes du beurre et du fromage 1003

MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

L'EMPLOI ET LES EFFETS DU SEL DANS LE BEURRE ET LA MARGARINE

par William CLAYTON, D.Sc., F.I.C. (2)

L'emploi du sel comme préservatif dans le beurre et la margarine a pris une importance sans précédent, étant donnés les règlements prohibant l'incorporation de tout autre préservatif. Il est utile, par conséquent, de passer en revue la question entière du salage du beurre et de la margarine aux points de vue bactériologique, physique et chimique.

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Travail paru dans *Research Bulletin* n^o 1 — Novembre 1926, *The Salt Union Limited*, Research Department, Weston Point, Runcorn.

Un examen des ouvrages sur ce sujet montre que très rarement il est mentionné « salé » avec indication de la pureté du sel, encore moins de son analyse.

Il est important, par conséquent, d'éclaircir la question de l'influence des impuretés communes dans le sel, tels que chlorure de magnésium, chlorure de calcium, sulfate de sodium et sulfate de calcium.

Des recherches dans ce laboratoire ont montré que le sel pur et le sel contenant quelques-unes de ces impuretés jusqu'à 0,25 %, étaient pratiquement équivalents en ce qui concerne la proportion de sel limite qui empêche les moisissures intervenant dans la détérioration de la margarine. Le sulfate de calcium, cependant, est à éviter, comme étant insoluble et, s'il se trouve en excès, il est de nature à donner une sensation de sable, lorsque la margarine est dégustée. L'auteur de cet ouvrage a analysé un échantillon de sel gemme d'Allemagne offert à une fabrique de margarine, et a trouvé qu'il contenait 4,76 % de sulfate de calcium. Un tel sel ne peut convenir pour la margarine ou le beurre de première qualité.

La présence du chlorure de magnésium ou du chlorure de calcium dans le sel le rend sujet à devenir humide, et, par conséquent, en séchant, de se coller en morceaux.

Toutes ces choses considérées, un sel pur qui répond le mieux aux besoins des industries laitières doit donner l'analyse moyenne suivante :

Chlorure de sodium	99,83 %
Sulfate de sodium	0,15 %
Chlorure de magnésium	—
Sulfate de calcium	—
Carbonate de sodium	—
Bicarbonate de sodium	0,02 %
	<hr/>
	100,00 %

Le présent travail est divisé, pour plus de commodité, en s'inspirant des points de vue suivants :

a) *bactériologique* :

- I. La présence des bactéries dans les sels pour l'industrie laitière ;
- II. La quantité de sel limite tolérant les bactéries ordinaires ;
- III. La quantité de sel limite tolérant les moisissures ;
- IV. L'influence du sel dans le développement de la rancidité.

b) *physique* :

La grosseur du grain du sel pour l'industrie laitière.

c) chimique :

L'influence du sel sur les propriétés physiques du beurre et de la margarine.

a) POINT DE VUE BACTÉRIOLOGIQUE

I. La présence des bactéries dans les sels laitiers. — Il est maintenant reconnu que le sel peut provoquer de l'infection bactérienne, et seul le sel stérile doit être incorporé dans les produits laitiers. RAPIN (1) trouva des bactéries et des moisissures dans du « sel laitier raffiné » et il suggéra que ceci était la cause de plusieurs ennuis dans les laiteries.

HOOD et WHITE (2) indique que le sel peut aussi être une source de contamination quand il n'a pas été proprement traité. Même lorsque le beurre contient un petit pourcentage de sel, un grand nombre de moisissures peuvent être incorporées dans le beurre de cette manière. Ils donnent l'analyse d'un sel laitier, lequel contenait, par gramme, 16 moisissures, pas de levures et 560 bactéries.

L'expérience de HUNZIKER (3) montre que « les analyses bactériologiques du sel dans des fûts cachetés ont montré qu'un tel sel peut être soit entièrement stérile, soit contenir moins de 10 germes par gramme. Cependant, quand les fûts sont ouverts dans la laiterie et laissés découverts et exposés à l'humidité et à l'air impur pendant un certain temps, le sel devient humide, et, souvent il contient un grand nombre de bactéries, particulièrement du genre des micro-organismes qui donnent au beurre un goût rance et de fromage, de plus des moisissures sont apportées.

WEIGMANN (4) a trouvé que le sel (mis en tas sans être couvert) pouvait contenir jusqu'à 32.000 germes par gramme, y compris les microbes liquéfiantes et non liquéfiantes, bacilles alcaligènes, des ferments lactiques, des levures, le *B. mycoides*, des moisissures et des formes sporulées.

Des espèces semblables étaient présentes dans du sel laitier examiné par WOLFF (5), qui y trouva 315.000 micro-organismes par gramme. Suivant ANDOUARD (6), même les types pathogènes ont été isolés du sel laitier, et il recommande la stérilisation du sel à 130°/140° C.

Le sel traité par le procédé sous le vide est stérile et, dans tous les cas, est séché dans des séchoirs rotatifs avant d'être automatiquement placé dans des sacs propres. Tout sel, dans les fabriques de margarine doit être mis dans un endroit propre et sec. Les sacs ne doivent être ouverts que lorsque cela est nécessaire et les récipients contenant le sel doivent être munis de couvercles en parfait état. La chance d'infection postérieure est alors réduite au minimum.

II. Quantité de sel limite tolérant les bactéries ordinaires. — Un ouvrage très important a été fait sur la quantité de sel limite tolérant les micro-organismes ordinaires dans l'air et l'eau (6a). BREUILL (7) indique que, en général, les bactéries qui ne prennent pas le Gram montrent une grande résistance aux sels halogènes qu'elles absorbent fortement, tandis que les types qui prennent le Gram les absorbent moins et sont plus susceptibles. Les résultats suivants sont intéressants :

B. radicosus tolère le chlorure de sodium jusqu'à une concentration de 3 % sans que sa croissance en soit gênée.

Sarcina rosacea. La concentration limite de chlorure de sodium est 2 à 3 %.

B. constrictum. La concentration limite de chlorure de sodium est 5 à 6 %.

Micrococcus flavus et *Micrococcus luteus* (type dissolvant la gélatine lentement) montrent une croissance marquée dans 0,5 % de chlorure de sodium ; pour une inhibition marquée, 6 à 10 % de chlorure de sodium sont nécessaires.

Traitant de l'influence du chlorure de sodium sur la sporulation des bactéries et la résistance des spores, SMIRNOV (9) trouve que les spores du *B. mycoides* deviennent plus petites quand le sel contenu dans le milieu est en quantité plus grande ; 5 à 10 % de chlorure de sodium arrêtent complètement le développement de l'organisme. *B. subtilis* est tant soit peu plus résistant, mais il est intéressant de noter que la présence du chlorure de sodium diminue la résistance des spores à la chaleur à 100° C.

B. coli, dont la croissance augmente normalement lorsque le pH du milieu s'élève au-dessus de l'ordre de pH = 5,4 jusqu'à pH = 7,8, est stimulé par 1,16 % de chlorure de sodium avec un pH de 5,3 à 8,3. Bien que l'organisme ne croît pas dans l'eau peptonée avec un pH = 4,8, la présence de sel lui permet de croître promptement (10). WINSLOW et FALK (11) indiquent 5 % de chlorure de sodium sont mortels au *B. coli*.

Les bactéries lactiques présentent un intérêt spécial. ORLA-JENSEN trouva que très peu d'espèces examinées par lui étaient affectées défavorablement par 2,5 % de chlorure de sodium, quelques types se développant mieux avec cette concentration de sel qu'avec 0,5 %. Une concentration de 5,5 % de chlorure de sodium cause plus ou moins d'inhibition. 10,5 % arrête complètement la croissance.

J'ai recherché la tolérance au sel du *Streptococcus lactis*, en employant 2 % de gélatine lactosée contenant des quantités variables de sel, et à une température de 37° C. Une excellente croissance se produisit dans la solution sans sel et la croissance a été également très bonne avec 1 % et 2 % de chlorure de sodium. Puis, la culture alla en diminuant et la

croissance étant très faible, lorsqu'il y eut 10 % de chlorure de sodium. Le rapport de la quantité de sel vis-à-vis des bactéries lactiques sera discuté ultérieurement, lorsque je traiterai la question des changements dans le beurre et la margarine, pendant l'emmagasiner.

GILTNER et BAKER (12) étudièrent l'effet du chlorure de sodium sur la flore du beurre, trouvant que 12 % de chlorure de sodium ne retarde pas la croissance dans tous les cas, et que quelques bactéries peuvent même résister à 20 % de chlorure de sodium. Les streptococcus ont été trouvés sensibles au chlorure de sodium, tandis que les staphylococcus et micrococcus ne l'étaient pas. 8 % de chlorure de sodium est cependant considéré comme limitant l'activité physiologique de la plupart des bactéries.

III. Quantité de sel imite tolérant les moisissures. —

Les techniciens de l'industrie du lait ont été naturellement très intéressés par la question de la tolérance au sel des moisissures et levures, et un nombre considérable de recherches ont été faites dans cet ordre d'idées.

De nombreuses expériences ont été faites par moi dans mon laboratoire, en employant les types suivants : *Mucor mucedo*, *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *Oidium lactis*, *Cladosporium herbarum* et *Cladosporium butyri*. Des bouillons de culture préparés avec 10 grammes de mie de pain, 25 cc. d'eau, 0,2 % d'acide citrique, et des quantités variables de chlorure de sodium pur, ont été stérilisés à l'autoclave et ensemencés avec la moisissure, ensuite on portait à l'étuve à 22° C. Il était évident que lorsque la concentration de sel augmentait, la croissance de la moisissure diminuait et quand la concentration de sel atteignit 14 à 16 %, (en milieu aqueux), la croissance fut complètement arrêtée. Des échantillons conservés pendant douze mois ne montrent pas encore de développement avec une concentration de sel de 16 %. Or, pour obtenir une saumure à 16 %, il est nécessaire que, dans une margarine contenant 16 % d'eau, 2,5 % de sel soit ajouté. Le sel est soluble seulement dans la partie aqueuse. Si cette quantité de sel ne convient pas au point de vue vente, l'emploi de moins de sel exige une moins grande quantité d'eau dans la margarine. Ainsi, pour une humidité de 13 %, le sel doit être ajouté à raison de 2 % pour donner une saumure d'une concentration de 16 %.

La question de réduire l'humidité contenue dans la margarine, dans le but d'augmenter le pouvoir conservatif du sel ajouté, est ainsi un sujet de prix de revient et de bénéfices.

Des ouvrages publiés par de nombreux auteurs indiquent les résultats ci-dessus (12a). THOM (13) a examiné la tolérance vis-à-vis du sel des *penicillia*, en employant le milieu de Czapekas et en variant les quantités de chlorure de sodium. Les plus bas pourcentages de sel retardèrent la

croissance, mais pour arrêter la croissance, 15 % de chlorure de sodium furent nécessaires. Le tableau suivant donne ses résultats :

TABLEAU I.

Effets de la concentration du chlorure de sodium sur le développement de moisissures du genre Penicillium.

	Témoins		5 % ⁺ Na Cl.		10 % ⁺ Na Cl.		15 % ⁺ Na Cl.	
	Nombre de jours							
	7	34	7	34	7	34	7	34
<i>P. camemberti</i>	0,8	1,0	0,7	1,0	0,3	0,6	0,2	0,8
<i>P. italicum</i>	0,8	1,0	0,3	—	0,0	0,4	0,0	0,1
<i>P. expansum</i>	0,9	0,7	0,8	1,0	0,5	0,8	0,1	0,4
<i>P. roqueforti</i>	0,6	1,0	0,4	0,7	0,3	0,6	0,1	—
<i>P. commune</i>	0,8	1,0	0,7	1,0	0,1	0,7	0,1	0,8
<i>P. chrysogenum</i>	0,8	1,0	0,9	1,0	0,4	0,6	0,3	0,8
<i>P. viridicatum</i>	0,8	1,0	0,9	1,0	0,4	0,8	—	—
<i>P. cit. glabrum</i>	0,9	1,0	0,8	1,0	0,3	0,6	0,2	—
<i>P. cyclopium</i>	0,8	1,0	0,6	1,0	0,4	1,0	0,2	0,9
<i>P. solitum</i>	0,9	1,0	0,9	1,0	0,5	0,9	0,2	0,8
<i>P. piscarium</i>	0,9	1,0	0,9	1,0	0,4	1,0	0,2	0,9
<i>P. lanosum</i>	0,7	1,0	0,7	1,0	0,3	0,6	0,2	0,8

1,0 — colonie normale, représenté par son développement. De moins importantes croissances ont été enregistrées en dixièmes sur les observations de l'auteur. La germination des spores, sans développement ultérieur d'une colonie, est enregistrée arbitrairement à 0,1.

Les levures semblent très tolérantes au sel ; elles peuvent rester dans des solutions contenant 24 % de chlorure de sodium, pendant plusieurs mois sans perdre leur pouvoir de se développer. Quand des milieux nutritifs sont employés, 4 % de chlorure de sodium sont nécessaires pour arrêter le développement des levures.

IV. L'influence du sel sur le développement de la rancidité. — L'influence du sel sur l'activité bactérienne dans le magasinage du beurre a été étudiée par WASHBURN et DAHLBERG (15). Les chiffres suivants représentent les bactéries (par mille) par cc. de beurre gardé à — 15° F. (— 26° C.) et 56° F. (+ 14° C.), salé et non salé. Moyenne de 6 beurres :

TABLEAU II.

Na Cl.	Début	15° F. (— 26° C.)			58° F. (+ 14°) 20 jours	
		113 jours	284 jours	304 jours	Augment.	Diminut.
0	6.117	126	220	2.613	2.393	—
2,63 %	2.729	328	696	53	—	643

Les températures basses jouent un rôle si important pour empêcher le développement bactérien que l'antisepsie du sel n'agit que secondairement. Le *Bacterium lactis acidi* résistait mieux que les autres organismes. Les levures et les moisissures ne se développaient pas à cette basse température. Pendant les 20 jours où il fut tenu à 58° F. (+14° C.), des changements marqués se produisirent dans le milieu bactérien. Les conditions de température et d'humidité furent favorables à la croissance des bactéries et à la décomposition générale.

Dans les échantillons non salés, *B. lactis acidi*, *Oidium lactis* et deux espèces de ferments se développèrent et portèrent le nombre de germes à 2.395.000 par centimètre cube, soit 1.088 %, tandis que dans les échantillons salés, le sel empêcha toute croissance bactérienne, et il y eut une décroissance de 643.000 unités par centimètre cube, ou 92 %. Le seul organisme qui apparut régulièrement dans chaque échantillon de beurre fut *B. lactis acidi*. Le pourcentage moyen est indiqué dans le tableau suivant :

TABLEAU III.

Pourcentage d'accroissement du B. lactis Acidi pendant l'emmagasinage.

Na Cl.	Au début	113 jours	284 jours	304 jours
0	82,19	98,98	99,69	99,60
2,63	96,50	99,83	99,59	100,00

Etant donné que le pourcentage des *B. lactis acidi* augmentait pendant l'emmagasinage, ils disparurent moins rapidement que les autres organismes. A la fin de l'expérience, chaque échantillon de beurre salé était une pure culture de *B. lactis acidi*, tandis que le beurre non salé contenait aussi une moyenne de 3.000 levures et 5.300 *Oidium lacti* par centimètre cube.

En résumé :

1° Le sel, à l'exclusion de sa propriété antiseptique, hâta la détérioration du beurre.

2° Quand il fut gardé à -15° F. — 26° C.), le beurre non salé se conserva aussi bien que le beurre salé.

3° Les bactéries, dans le beurre non salé, décurent plus rapidement à -15° F. qu'elles ne le firent dans le beurre salé, et augmentèrent plus rapidement à 58° F.

4° L'acidité des beurres non salé et salé augmenta uniformément à -15° F., mais à 58° F. l'accroissement fut plus grand dans le beurre non salé.

5° L'humidité disparut du beurre salé, mais non du beurre non salé, à -15° F.

FETTICK (16) ensemena du beurre salé et stérile avec des cultures de micro-organismes et trouva que, avec 3 % de chlorure de sodium, plusieurs moisissures, *B. fluorescens liq.* et les bactéries lactiques pouvaient se développer. Il recommande 3 % de sel comme préservatif, dans la pratique générale. L'ouvrage de FETTICK, intitulé « Recherches quantitatives et qualitatives sur les bactéries, ferments et moisissures dans le beurre, par rapport au sel contenu et à la durée de l'emmagasinage », résume des recherches étendues.

Les tableaux suivants sont tirés de cet ouvrage :

TABLEAU IV.

1906	Nombre d'organismes dans un gramme de beurre	
	Salé	Non salé
11 janvier	25,408	29,303.
21 " 	23,539	72,782
1 ^{er} février	242,588	400,178
10 " 	290,868	409,372
20 " 	317,540	417,639
4 mars	338,196	500,210
13 " 	327,938	559,771
27 " 	320,291	604,853
10 Avril	302,430	643,040
27 " 	297,027	658,732
14 mai	272,411	632,432

TABLEAU V.

1926	Salé		Non salé	
	Bactéries et levures	Moisissures	Bactéries et levures	Moisissures
11 janvier	24,624	784	28,616	687
21 "	22,789	750	63,407	9,375
1er février	202,261	327	346,428	53,750
10 "	290,627	241	310,247	99,125
20 "	317,432	108	308,014	109,625
4 mars	338,114	82	301,422	198,788
13 "	327,938	—	296,342	263,429
27 "	320,291	—	287,221	317,632
10 avril	302,430	—	260,636	382,404
27 "	397,027	—	247,100	411,632
14 mai	272,411	—	235,130	397,302

Le développement des moisissures et des bactéries des genres *coli* et *aerogenes*, dans le beurre salé, a été étudié par FETTICK. Des organismes variés furent ensemencés séparément dans le beurre stérile (eau = 14 %), mélangé avec des pourcentages différents de chlorure de sodium stérile. Après incubation pendant une semaine à 17° C., des calculs furent faits sur des échantillons et les résultats sont donnés ci-dessous :

TABLEAU VI.

Calculs des colonies développées sur du beurre contenant différents pourcentages de chlorure de sodium.

	0 %	1/2 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
<i>Oidium lactis</i>	?	630	295	15	3	—	—	—
<i>Mucor mucedo</i>	?	1.400	700	120	17	—	—	—
<i>P. glaucum</i>	130	40	32	18	7	—	—	—
<i>B. fluor. liq.</i>	270	60	41	15	9	—	—	—
<i>B. acidii lactici</i> (Kiel).	329	332	341	310	127	—	—	—
<i>B. acidii lactici</i> (Köln)	272	257	264	212	131	—	—	—
<i>B. fragariae</i>	?	1.380	1.080	100	13	4	—	—
<i>B. carotae</i>	?	932	135	98	17	3	—	—
<i>B. lactis viscosus</i>	310	170	150	30	19	12	—	—
<i>B. prodigiosus</i>	484	120	25	5	7	6	—	—
<i>B. cyanogenus</i>	?	?	2.000	1.900	1.740	1.008	16	—
<i>B. lactis saponacei</i>	?	?	?	?	1.932	1.004	210	29
<i>Streptothrix chromogena</i>	1.108	360	340	150	20	20	15	15
<i>B. coli</i>	?	?	?	?	?	2.070	800	700
<i>B. aerogenes</i>	?	?	?	?	?	2.100	1.650	1.200
<i>B. subtilis</i>	?	1.859	642	550	310	200	150	40
<i>B. putrificus</i>	2.800	2.937	2.811	2.740	1.942	800	300	270

COMMENTAIRE DU TABLEAU VI : les plus sensibles au chlorure de sodium sont *Oidium lactis*, *P. glaucum* et *Mucor mucedo*. Dans le beurre contenant 2 % de chlorure de sodium, la décroissance est remarquable. 3 % de chlorure de sodium permet la croissance seulement ici et là, tandis que 4 % de chlorure de sodium empêche entièrement la croissance. Les bactéries lactiques sont tant soit peu plus tolérantes au sel : le beurre contenant 3 % de chlorure de sodium donna quelques cultures montrant bien un certain nombre de colonies, mais 4 % empêcha entièrement les organismes lactiques. *B. fragariae*, *B. carotae*, *B. lactis viscosus* et *B. prodigiosus* tolèrent le sel mieux que le précédent. Ces quatre germes peuvent être isolés du beurre contenant 4 % de chlorure de sodium en plus grand nombre ; les colonies les plus développées répondent à *B. lactis viscosus* et *B. prodigiosus*. Sont encore plus tolérants au sel *B. cyanogenus*, *B. lactis saponacei* et *Streptothrix chromogena*. Le *B. Cyanogenus* peut se développer dans du beurre contenant 5 % de chlorure de sodium ; les deux autres, dans du beurre contenant 6 % de chlorure de sodium.

Les plus tolérants au chlorure de sodium furent *B. coli*, *B. aerogenes*, *B. subtilis*, *B. putrificus* et les levures qui donnent un goût de bois.

Bien que des organismes peuvent se développer dans du beurre contenant 6 % de chlorure de sodium, l'action défensive d'une telle concentration est aisément constatée par le plus petit nombre des colonies.

Des résultats de ces recherches, il apparaît qu'un bon beurre salé garde un goût de fraîcheur plus longtemps que s'il n'était pas salé, étant donné que le chlorure de sodium arrête la croissance des bactéries. 2,5 % de chlorure de sodium est suffisant pour arrêter complètement ceux des organismes responsables de plusieurs défauts du beurre (*B. fluor. liq.*, *Oidium lactis*, *P. glaucum*, *Mucor mucedo*). Plus de 2,5 à 3 % de chlorure de sodium a une action nuisible. C'est une vieille observation, inexplicable jusqu'à présent.

Les expériences démontrent que 4 à 5 % de chlorure de sodium détruit les bactéries lactiques (qui communiquent un bon goût et un bon arôme dans le beurre) et ainsi les bactéries indésirables gagnent du beurre dans le beurre détérioré. Les bactéries lactiques, comme cela est bien connu, forment la plus grande partie de la flore bactérienne du beurre frais ; elles limitent la croissance des organismes indésirables.

Si les bactéries lactiques meurent, le libre développement des bactéries dangereuses se produit. Ainsi, il est nécessaire d'ajouter au beurre juste ce qu'il faut de chlorure de sodium pour que les espèces lactiques prépondérantes ne soient pas détruites, mais leur croissance simplement ralentie, et pour arrêter en même temps la croissance des germes indésirables.

GRAY et MC KAY (17) trouvèrent que, dans le cas du beurre emmagasiné à des températures variant entre -10° F. et $+32^{\circ}$ F., le beurre légèrement salé comptait en moyenne 2,16 points en plus que le beurre très salé. Ainsi, le beurre légèrement salé se garde mieux.

Un résultat semblable fut obtenu par HUNZIKER, MILLS et SPITZER (18), travaillant à -6° F. : « Ces faits, alors, prouvent l'évidence du fait, que tandis qu'une petite quantité de chlorure de sodium peut, et doit retarder l'action de quelques microbes indésirables, tels que certains moisissures et levures, et en même temps permettre l'activité des bactéries désirables, telles que les espèces lactiques, et, en conséquence, a une tendance à améliorer la qualité de conservation du beurre, l'effet opposé peut être obtenu avec du beurre très salé. Mais l'action du chlorure de sodium sur la qualité de conservation du beurre est aussi régie et modifiée, dans une grande étendue, par la température à laquelle le beurre est emmagasiné. Les bactéries, pour prospérer dans la nourriture qu'elles trouvent dans le beurre, doivent avoir cette nourriture sous la forme liquide.

« Quand le sérum du beurre, contenant le caillé et le sucre est congelé, les bactéries cessent de pouvoir l'utiliser et leur activité s'arrête. Lorsque le beurre est emmagasiné au point de congélation de l'eau ou au-dessus, la partie liquide dans le beurre salé et le beurre non salé est une solution. Dans le beurre salé, la saumure liquide a une influence ralentissante sur quelques-unes des bactéries, tandis que dans le beurre non salé, leur développement n'est pas arrêté. Il est évident, par conséquent, que, aux températures ordinaires, le beurre non salé s'abîmera plus rapidement que le beurre salé, fait qui est amplement justifié dans l'industrie et la manutention du beurre.

« Mais il n'en est pas ainsi quand le beurre est emmagasiné à une température de -6° à -10° F. A de telles températures, l'humidité dans le beurre non salé est rendue solide, fait qui rend impossible le développement bactérien ultérieur. Dans le beurre très salé, le point de congélation de la saumure est proche de la température d'emmagasinage. La saumure, en conséquence, reste liquide pendant un temps relativement long, et les micro-organismes pouvant résister à la saumure concentrée peuvent continuer leur travail. » Le beurre non salé et le beurre légèrement salé ne perdent pratiquement aucune humidité pendant l'emmagasinage au froid, tandis que le beurre très salé peut en perdre de 1,5 à 3 %.

Dans une recherche faite par SAYER, RAHN et FARRAND (19) sur l'emmagasinage du beurre dans la chambre froide, il fut trouvé que la décroissance des bactéries lactiques était étroitement en rapport avec la quantité de chlorure de sodium. Le tableau suivant donne le nombre moyen de bactéries lactiques survivantes, en pourcentage du chiffre initial :

TABLEAU VII.

Chlorure de sodium Concentration dans la phase aqueuse du beurre	Echantillons emmagasinés					
	6 mois			9 mois		
	A	B	C	A	B	C
9,4	7,9	7,8	17,3	2,4	3,6	3,5
16,8	16,3	17,0	7,5	6,7	5,7	5,9
25,1	23,5	20,0	19,8	8,6	8,9	9,1

A = emmagasiné au froid à — 7° C., saumure refroidie;

B = » » — 10° C., saumure refroidie;

C = » » — 6° C., air refroidi.

« Evidemment, la plus haute concentration du sel conserve mieux les bactéries. Ceci est probablement dû au fait que le point de congélation du beurre faiblement salé est plus élevé que celui du beurre très salé. L'emmagasinage au froid congèle quelques-unes des solutions et retarde ainsi le développement. »

Le sel n'a aucune influence sur l'activité du bacille tuberculeux dans le beurre au-dessus d'une période de six mois (20). SCHROEDER et COTTON (21) infectèrent du beurre salé avec des bacilles tuberculeux et trouvèrent qu'un magasinage de 160 jours dans un cellier, sans glace, n'affaiblissait pas les propriétés infectieuses des organismes inoculés.

Suivant HUNZIKER (22), « la forte salaison du beurre, comme elle est habituellement pratiquée dans les fermes où le beurre est fabriqué, n'est pas un remplaçant adéquate à la pasteurisation, et la pasteurisation est indispensable comme une garantie contre les germes de maladies. »

BROWNE (23) a fait une observation intéressante concernant la décomposition de la caséine en présence du sel, par les micro-organismes du beurre. Un échantillon de beurre fraîchement baratté fut divisé en deux parties, et une partie fut alors salée. Le taux de l'azote total (amino-acides et ammoniacque) fut de 5,71 %. Après un magasinage de 241 jours, à — 6° C., le taux de l'azote ci-dessus a augmenté de 7,59 % dans l'échantillon non salé, et de 8,19 % dans l'échantillon salé.

Suivant WEIGMANN (23a), la multiplication des bactéries dans le beurre non salé continue pendant 106 jours, mais seulement pendant 62 jours dans le beurre salé commercial.

b) POINT DE VUE PHYSIQUE

La grosseur du grain de sel dans l'industrie laitière. — Le sel peut être mélangé au beurre et à la margarine, soit en solution, soit à sec. Sans aucun doute, la méthode humide est la meilleure en tant que la distribution uniforme et la solution complète sont assurées.

La restriction est la variation d'humidité contenue dans la margarine après le malaxage ou le travail, laquelle interdit l'addition d'une quantité fixée de saumure.

L'emploi du sel à sec est presque universel dans la pratique. Puisqu'une rapide solution et une distribution uniforme sont nécessaires, avec le minimum de travail ou de malaxage, un sel d'une grosseur appropriée est désirable. Le travail ou le malaxage doivent tendre à dissoudre tout le sel sans interruption, car le sel aggloméré contenu dans une enveloppe grasseuse occasionne un produit graveleux.

Suivant HUNZIKER (24), « il est très important que le sel soit présent sous la forme de cristaux de forme et de taille appropriées. Les cristaux doivent être de grosseur moyenne. Quand les cristaux sont trop gros, ils se dissolvent avec une difficulté relative, rendant le beurre graveleux et nécessitant un travail supplémentaire du beurre. Leur distribution aussi doit être uniforme, les cristaux individuels sont, par la suite, à l'écart et ainsi, leur action sur la caséine et l'expulsion du petit-lait sont inégales, et le mélange de la saumure et de l'eau dans le beurre est lent et relativement incomplet. Ceci, tour à tour, contribue à donner une couleur inégale au beurre. Quand les cristaux sont trop fins, le sel est sujet à se mettre en pâte, ce qui rend sa distribution difficile. De très petits cristaux empêchent l'expulsion du petit-lait, car les gouttes de petit-lait que chaque cristal peut prendre sont si petites que leur expulsion complète et rapide en est gênée. » HUNZIKER recommande le sel qui passe au travers d'un crible ayant 25 à 30 mailles par pouce. Il préfère aussi le sel très soluble (forme rhomboïdale et pyramidale).

Des expériences faites pour la *Salt Union Ltd.*, montrent que les cristaux cubiques, passant par une maille de 60, sont les plus appropriés pour la margarine et donnent complète satisfaction dans la pratique.

c) POINT DE VUE CHIMIQUE

L'influence du sel sur les propriétés du beurre et de la margarine. — Etant donné que le beurre et la margarine sont des émulsions de globules d'eau dans une masse homogène de graisse, l'incorporation du sel trouble l'équilibre.

Par les changements, dans la tension superficielle entre l'huile et l'eau, lesquelles sont aidés par un phénomène d'osmose, les globules d'eau tendent à se réunir et un produit strié et maigré peut en résulter. La question a été étudiée en détail par HUNZIKER (25).

Quand du beurre non salé est travaillé, les nombreux petits globules d'eau ne changent pas de diamètre, mais le beurre est un peu plus blanc. Avec l'addition de sel, cependant, le travail occasionne la fusion des gouttelettes d'eau, et l'apparence opaque et blanchâtre du beurre se transforme en une apparence claire, plus translucide, jaune. Le travail continue mène à une réduction progressive des gouttelettes d'eau

(nouvelle saumure contenant jusqu'à 16 % de sel), jusqu'à ce qu'une séparation uniforme soit obtenue. Le beurre regagne plus ou moins son opacité blanchâtre originale. D'excellentes micro-photographies ont été publiées par HUNZIKER, montrant les changements survenus dans la grosseur des gouttelettes pendant le travail de la salaison du beurre.

La marbrure du beurre, occasionnée par le blanchiment de la surface, est fréquente quand le beurre est conservé dans l'eau. Cela est dû à l'échange osmotique des fluides ; il peut être entièrement évité en conservant le beurre salé dans une saumure à 25 % (26).

HUNZIKER et HOSMAN (27) ont calculé le nombre des gouttelettes d'eau dans le beurre salé et non salé aux différents stades du travail. « Le beurre salé présente des gouttelettes d'eau plus grandes et en plus petit nombre que le beurre non salé ».

TABLEAU VIII.

Taille des gouttelettes d'eau (Diamètre)	Nombre moyen de gouttelettes d'eau dans un champ arbitraire du microscope	
	Salé	Non salé
Moins de 2 microns :	450	1.160
Entre 2 et 5 microns :	63	80
Au-dessus de 5 microns :	7,5	0,5

L'addition de sel à la margarine lors du stade d'émulsion a été suggéré comme un moyen d'assurer la distribution uniforme et réduire le travail postérieur. Pourvu que l'émulsion soit bien faite et bien séchée et refroidie, comme sur les tambours réfrigérants, la méthode réussit parfaitement. Là où la méthode « humide » de refroidissement est employée, il en résulte une perte de sel par solution, et un contrôle quantitatif, mais non satisfaisant, peut être exercé. Le sel n'est pas un agent émulsionnant, et quoique son effet en présence du lait et du caillé n'ait pas été étudié, il opère généralement de manière à « briser » les émulsions.

J'ai trouvé que le sel ne troublait pas l'équilibre dans une émulsion de margarine, aussi longtemps qu'une agitation appropriée prévalait, et c'est là tout ce qui importe avant le refroidissement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Milch. Ztg.*, 20, 433 (1911).
- [2] *Canadian Dept. Agric. Bull.* 48, New Series (1925), p. 13.
- [3] *The Butter Industry* (1^{re} éd. 1920), p. 329.
- [4] *Milch. Zentralblatt*, 44, 364 (1915).
- [5] *Milch. Zentralblatt* 43, 545-51 (1914).
- [6] *Ann. fals.*, 6, 52-8, (1913).

- [6a] Cf. *Marshall's « Microbiology »* (London, 1919), p. 417.
- [7] *Z. f. Immunitätsforsch. u. exp. Therap.*, 29, 343-8 (1920).
- [8] SPERLICH. *Centr. Bakt. Parasitenk.* II, 34, 405-30 (1912).
- [9] *Jour. Microbiol.* Petrograd, 3, 77-8, 273-90 (1916).
- [10] HOLM and SHERMAN. *J. Bact.*, 7, 465-70, 583-8 (1922); *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, 21, 311 (1924).
- [11] *Abs. Bact.*, 3, 5, (1919).
- [12] *Michigan Agr. Stat. Rept.* (1915), p. 209.
- [12a] CLAYTON. *Margarine* (London, 1920), p. 127.
- FISCHER et GRUENEERT. *Zeits. Nahr. Genussm.*, 22, 553 (1911).
- [13] *Storrs Agric. Exp. Stat. Bull.* 79 (1914), 387-94.
- [14] BOKORNY. *Centr. Bakt. Parasitenk.* II abt., 35, 118-97.
- PETERSEN. *Arch. Hyg.* 37, 171 (1900).
- [15] *J. Dairy Sci.*, 1, 114-26 (1917).
- [16] *Centr. Bakt.*, II Abt., 22, 32 (1909).
- [17] *U. S. Bur. Anim. Ind. Bull.* 84 (1906), p. 17.
- [18] *The Butter Industry*, p. 340.
- [19] *Centr. Bakt.* II Abt., 22, 22 32 (1909).
- [20] MOHLER, WASHBURN et ROGERS. *U. S. Dept. Agric., Bur. Anim. Ind., Annual Rept.* (1909), pp. 179-85.
- HEWLETT. *Manual of Bacteriology* (London, 1921) pp. 409 et 749.
- [21] *U. S. Dept. Agric., Bur. Anim. Ind., Circ.* 153 p. 38.
- [22] *The Butter Industry*, p. 343.
- [23] *Science*, 42, 319 (1915).
- [23a] *Mykologie der Milch*, (1911), p. 210.
- [24] *The Butter Industry*, p. 334.
- [25] *J. Dairy Sci.*, 3, 77-106 (1920).
- [26] *The Butter Industry*, p. 519.
- [27] *J. Dairy Sci.*, 3, 103 (1920).
- [28] *Trans. Farad. Soc.*, 16, Appendix 22-6 (1921).

LE VERT JANUS EN FACE DU BLEU DE MÉTHYLÈNE DANS L'ESSAI A LA RÉDUCTASE SELON BARTHEL

par Léo SOEP

Laboratoire du Service de contrôle des Denrées alimentaires à Amsterdam

S'il était possible de mesurer l'importance d'un sujet par le nombre de pages qu'on a bien voulu y consacrer dans les livres et les périodiques, l'épreuve de la réductase occuperait, sans doute, une des premières places. Rien qu'une Bibliographie complète comprendrait plusieurs centaines de rappels de travaux. Tout bien considéré, il faudrait commencer en 1844 avec une notice de HELMHOLTZ, qui observe que les bactéries de la putréfaction sont capables de réduire le tournesol (Loc. cit. CHRISTIANSEN, voir plus bas). Ainsi que des recherches récentes l'ont démontré (BARTHEL, entre autres) l'action réductrice que le lait exerce sur les matières colorantes, spécialement sur le bleu de méthylène, doit être spécialement attribuée à des influences bactériennes. Il est bien vrai