

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

SANTOS OVEJERO, D ^r MIGUEL DIEZ et R. PASCUAL. — Une altération bactériologique du lait condensé . . .	481
M. ANQUEZ. — Le refroidissement du lait à la production . . .	490
C.N.C.E.R.N.A. (C.N.R.S.) — Travaux et recherches sur le lait et les produits laitiers. . .	502

REVUE :

G. GÉNIN. — Le lait et l'industrie laitière dans le monde . . .	514
---	-----

Bibliographie analytique :

1° Les livres . . .	520
2° Journaux, Revues, Sociétés savantes . . .	529
3° Brevets . . .	556

Bulletin bibliographique :

1° Les livres. . .	558
2° Journaux, Revues, Sociétés savantes . . .	559
3° Brevets . . .	565

Documents et informations :

Décret n° 55-771 du 21 mai 1955 relatif aux laits destinés à la consommation humaine . . .	567
Le lait de consommation aux U.S.A.	580
Les sous-produits de l'industrie laitière	583
Beurre de crème congelée . . .	585
Contrôle de la production du lait en Angleterre et au Pays de Galles	585
Le plomb dans les aliments en Angleterre	586
Du lait vendu en cartons à Stockholm	586
Consommation du beurre et de la margarine	586
Consommation du lait et des produits laitiers en France. . .	587
Le réglage thermique des appareils de pasteurisation . .	588
Addition de matières étrangères aux aliments	590
Communiqué	592

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

UNE ALTÉRATION BACTÉRIOLOGIQUE DU LAIT CONDENSÉ (2)

par

Professeur SANTOS OVEJERO
Dr. MIGUEL DIEZ et Dra. R. PASCUAL

de la Faculté Vétérinaire de Leon (Espagne)

Tous les procédés de conservation du lait ont pour but unique de détruire la vie microbienne du produit, en faisant de celui-ci un milieu impropre à sa multiplication. Ces procédés, qui ont permis

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) De la *Revista de Lechería española*, 1954, n° 12, 83.

au commerce international du lait conservé de régulariser son approvisionnement et l'emmagasinage aux époques de production abondante, peuvent être classés, selon PELLET, sous l'aspect de leur influence, en agents de conservation physique, chimique et microbienne. Ces derniers tendent à arrêter le développement des germes et l'altération microbienne du lait.

Parmi les facteurs inhibiteurs ou régulateurs du développement microbien qui, techniquement, sont intéressants pour l'élaboration des produits dérivés du lait, les facteurs physiques sont d'un très grand intérêt et constituent la base de la conservation du lait condensé. La concentration ou dessiccation partielle du lait, en privant les germes d'une eau abondante, demeure un de ses facteurs vitaux, et, en réduisant la vie microbienne, nous favorisons la conservation du produit.

Le lait concentré, qui contient moins d'eau que le lait pur ou naturel, se conserve pendant un temps relativement plus long que ce dernier. Le sucre participe dans le lait condensé, avec la dessiccation, au même but, et, en modifiant la pression osmotique du milieu de développement microbien, il produit la plasmolyse ; c'est ainsi que les germes se dessèchent, perdent leur vitalité et sont détruits. La perte d'humidité due au changement de la pression osmotique provoquée par le sucre en solution produit la dissolution du plasma vital microbien.

Pour que l'action microbicide de la plasmolyse atteigne son plus haut degré, il est nécessaire que la proportion du sucre soit voisine de 57%, y compris le saccharose et le lactose, ce qui pose un problème technique très intéressant, car, en atteignant le maximum de concentration, le sucre du lait peut cristalliser et donner un produit de consistance sableuse, ce qui justifie le soin avec lequel doit être menée la fabrication, afin d'éviter ce défaut de structure.

De plus, il ne faut pas oublier que les températures d'évaporation couramment employées sont insuffisantes pour détruire les microorganismes et que la plasmolyse déterminée par l'addition du sucre, quoiqu'elle détruise les germes, n'est ni décisive ni complète. De plus les bidons ne sont pas stérilisés, et de nombreux germes, cause d'altérations, sont transmis par leur contact avec le lait. Il est donc justifié d'effectuer la condensation dans les meilleures conditions d'hygiène et d'observer pendant tout le travail les normes d'hygiène et de propreté les plus strictes.

En employant des matières premières en bon état et en ayant soin que le matériel de fabrication offre toutes garanties de propreté, on obtiendra un produit sain pouvant être conservé longtemps et transporté facilement.

Si nous tenons compte que le lait n'est pas un produit stérile, nous verrons qu'il est nécessaire d'employer des matières premières hygiéniques et nous devons veiller à ce que les opérations de fabrication ne soient pas la cause de contaminations de caractère microbien, qui se produisent parfois pendant l'emmagasinage, par suite du contact des ustensiles avec le produit.

Dans la pratique, on a cherché à résoudre le problème au moyen de la pasteurisation préalable du lait, car la stérilisation, si elle améliore la qualité hygiénique, est préjudiciable à sa valeur nutritive et à sa richesse en vitamines.

Le lait devant servir à la condensation doit non seulement être frais, mais aussi être recueilli dans les meilleures conditions d'hygiène, pour éviter la présence de microbes sporulés, lesquels, tels que le *Bacillus cereus*, le *Butyricus* et le *Coagulans*, identifiés par nous dans l'étude de l'altération du lait condensé, sont fréquemment la cause de son altération pendant la période d'emmagasinage. Il est ensuite difficile de détruire ces germes pendant la fabrication et, si le temps et la température sont favorables, ils se multiplient en occasionnant des préjudices correspondants. Et puisque la contamination par le sucre est la cause la plus probable du bombement des boîtes de lait condensé, on tiendra le sucre à l'abri de l'humidité et des insectes.

Le transport du lait et sa livraison à l'industrie pour la condensation se feront le plus rapidement possible, afin de profiter du pouvoir bactéricide du lait qui représente la véritable défense naturelle du produit.

Mais, l'hygiène de la fabrication dépendra non seulement de la matière première et des conditions du milieu, mais aussi des outils employés. La stérilisation et la désinfection systématique et complète du matériel seraient de puissants moyens d'éviter les altérations du produit concentré. Le lait, en se déposant et s'accumulant dans les coins des appareils de fabrication, procure aux germes de contamination un excellent milieu de culture, lesquels, à la faveur de l'humidité, peuvent s'étendre et amplifier les foyers d'infection.

L'industrie laitière a préconisé (DUSAULT) l'emploi de lampes bactéricides, pour la stérilisation des locaux, du matériel (ARNOLD et GARRET) et du lait et, en ce qui regarde les laits condensés, afin d'éviter la contamination par les germes de l'air.

CULLOCH considère que l'une des plus intéressantes applications des irradiations par les rayons ultra-violet dans l'industrie alimentaire est la destruction bactérienne dans le sucre utilisé pour les conserves. Pour ZANZUCHI et DELINDATI, les rayons ultra-violet ont de nombreuses applications dans l'industrie des conserves, non seulement pour détruire les germes de contamination de celles-ci,

mais encore pour stériliser les boîtes avant leur remplissage et pour désinfecter le milieu ambiant.

Parmi les altérations que peuvent présenter les boîtes de lait condensé, celle que l'on considère comme la plus grave est la fermentation gazeuse, qui se caractérise à l'extérieur par un bombement des boîtes, provoqué par la pression interne produite par le gaz. La cause directe la plus probable est généralement la contamination du sucre. On a indiqué les *Torulas* comme les germes principalement producteurs de cette altération, ainsi que l'a démontré PETHYBRIDGE et l'ont confirmé SONCKE KNUDSEN et HISCOX. La présence de ferments butyriques a été signalée en plusieurs occasions.

L'altération que nous avons étudiée sur un lot de souches préparées consécutivement, a présenté les caractéristiques suivantes :

1. Aspect des boîtes.

On a remarqué une profonde altération des boîtes, avec une importante formation de gaz, une rupture du rebord du récipient sur de nombreuses boîtes et la sortie du lait à l'extérieur avec une forte gazéification.

2. Aspect du contenu.

Les caractères organo-optiques du lait condensé sont profondément altérés. Le lait est coagulé ou fortement condensé, avec fermentation gazeuse. Il présente des grumeaux sombres, d'une couleur tirant sur le marron, d'une dureté uniforme et distribués de façon irrégulière dans tout le lait. Le produit ne présente pas d'homogénéité. On voit des signes de cristallisation du saccharose.

3. Analyses effectuées.

On a réalisé les essais suivants :

- a) Analyse chimique du lait condensé ;
 - b) Inoculation au rat des grumeaux obscurs ;
 - c) Analyse bactériologique du lait condensé ;
 - d) Résistance des germes isolés à la chaleur en solutions sucrées ;
 - e) Exposition de ces derniers à la lumière ultra-violette.
- a) *Analyse chimique du lait condensé.*

On a obtenu les résultats ci-après :

Eau	21 %
Saccharose	40 %
Lactose	11 %
Matière grasse	7,5 %

b) *Inoculation au rat des grumeaux obscurs.*

On a inoculé à deux lots de deux rats blancs, ayant reçu, chacun 0,3 cm³ d'émulsion des grumeaux, par voies intramusculaire et intrapéritonéale, respectivement, avec les résultats suivants :

TABLEAU N° I

Rat N°	Voie	Dose cm ³	Mort après : jours
1.....	Intramusculaire	0,3	4
2.....	Intramusculaire	0,3	9
3.....	Intrapéritonéale	0,3	2
4.....	Intrapéritonéale	0,3	3

L'autopsie, après vérification des épreuves bactériologiques par examen direct et des cultures n'a révélé aucun germe. Ceci nous incline à penser à une inter-action de protéines et d'acides d'une part et de sucre d'autre part, selon le critère de MARADINE, avec la collaboration des germes de contamination isolés que nous décrirons en temps opportun. Nous croyons pouvoir rejeter une origine basée sur la réaction de l'acide lactique du lait sur le métal, puisque l'emploi de récipients de même fabrication, après que l'on eût réalisé dans les installations de la fabrique les rigoureuses mesures de désinfection préconisées, n'a donné lieu à aucune nouvelle altération.

c) *Analyse bactériologique du lait condensé.*

On a identifié comme germes ayant provoqué l'altération étudiée, le *Bacillus cereus*, le *Bacillus butyricus* et le *Bacillus coagulans*. Le deuxième est considéré comme agent de la fermentation gazeuse et les autres comme déterminants de l'ampleur de la condensation et de la solidification que présente le lait.

On n'a identifié la présence d'aucun type de levure.

Les caractères morphologiques, biochimiques et biologiques des germes isolés qui ont été étudiés sont mentionnés dans les tableaux II, III et IV.

d) *Résistance des germes isolés à la chaleur en solutions sucrées.*

On a préparé des émulsions des trois germes avec une solution saline physiologique, une solution de sucre commercial à 20 %, une semblable à 40 % et une autre à 60 % et elles ont été soumises à l'action de la chaleur (températures de 60-80-100° C.) pendant une heure.

Après le chauffage, pour prouver ses effets, on a démontré la vitalité microbienne par les résultats exposés dans les tableaux V, VI, VII et VIII.

e) *Exposition des germes identifiés à la lumière ultra-violette.*

En tenant compte de ce que l'emploi des lampes bactéricides a été proposé, parmi d'autres applications, à l'industrie laitière pour la destruction bactérienne dans les solutions sucrées des laits condensés, ainsi que pour la stérilisation des récipients les contenant, on a essayé de se servir de l'intensité de l'action destructrice sur les germes de contamination identifiés. On a employé une lampe à rayons ultra-violet de 125 V, 650 W, 8,5 Amp.

En laissant agir la lampe placée à 80 et à 40 centimètres de distance sur des plaques de Petri semées en surface avec les germes n° 1-3 et en solution sucrée à 20%, en une couche très fine pour la souche n° 2, les résultats ont été ceux indiqués par les tableaux IX et X.

TABLEAU N° II

Souche n° 1. — Identifiée comme *Bacillus cereus*.

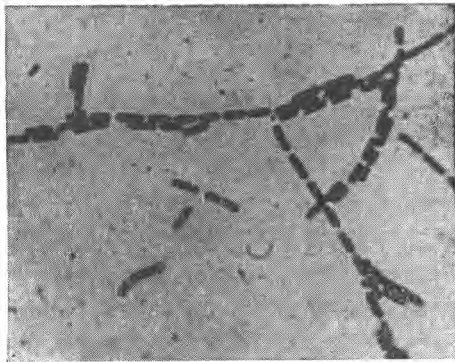
Morphologie. — Bacilles de 3-4 × 1 micron, en chaînes.

Flagelles : existent.

Capsule : néant.

Spores : centrales et ellipsoïdales.

Coloration. — Gram-positif.



B. cereus

Culture. — En agar commun, colonies grandes et moyennes, irrégulières et blanchâtres.

En bouillon commun, trouble avec pellicule.

En gélatine, liquéfaction.

Dans du lait, il peut, ou ne peut pas, coaguler avec peptonisation rapide.

Fermentations. — Acidifie le glucose, le maltose, la dextrine, le saccharose et la saliciline.

Il n'acidifie pas le xylose, le raffinose, l'inuline, le manitol et l'arabinose.

Métabolisme. — Les nitrates ne sont pas réduits en nitrites.

Dans le milieu de Voges-Proskauer il se produit de l'acétyl-méthyl-carbinol.

En agar-sang, il y a hémolyse.

TABLEAU N° III

Souche n° 2. — Identifiée comme *Bacillus butyricus*.

Synonymie *Clostridium butyricus*.

Morphologie. — Bacilles de $4-5 \times 1$ micron, isolés.

Flagelles : existent.

Spores : on en a trouvé des traces.

Capsules : néant.



B. butyricus

Coloration. — Gram-positifs pouvant devenir gram-négatifs.

Culture. — En agar, commun en profondeur, il rompt le milieu, avec des colonies bi-convexes, de couleur blanc jaunâtre.

En bouillon commun, il croît peu, dégageant du gaz et se trouble ; additionné de glucose, il est plus abondant.

Fermentations. — Produit de l'acide et du gaz avec le glucose, le lactose, le saccharose, l'esculine, la salicine et le mannitol.

TABLEAU N° IV

Souche n° 3. — Identifiée comme *bacillus coagulans*.

Synonymie *Bacillus thermoacidurans*, *Bacillus dextralacticus*.

Morphologie. — Bacilles de $2-3 \times 0,5-1$ microns isolés ou en courtes chaînes.

Flagelles : existent.

Capsule : néant.

Spores : terminales ou subterminales.

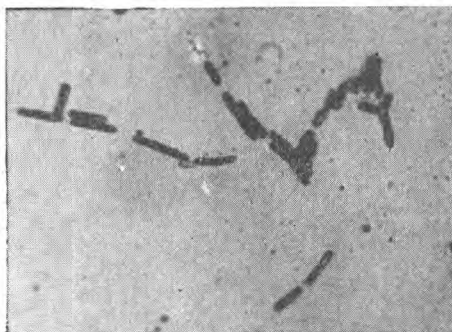
Coloration. — Gram-positif.

Culture. — En agar commun, colonies petites ou moyennes, rondes, relevées et lisses.

En bouillon commun, il y a du trouble.

En gélatine, pas de liquéfaction.

Le lait est coagulé.



B. coagulans

Fermentations. — Acidifie le glucose, le lactose, le saccharose, la dextrine, le maltose, le galactose et l'arabinose. Il n'acidifie pas le xylose. Pour le mannitol, il y a doute.

Métabolisme. — Les nitrates ne sont pas réduits.

En milieu de Voges-Proskauer il se produit de l'acétyl-méthyl-carbinol.

En agar-sang, il y a hémolyse.

TABLEAU N° V

Germe	Emulsion en solution saline physiologique, chauffée pendant 1 heure à :		
	60°	80°	100°
<i>B. cereus</i>	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas
<i>B. butyricus</i> ..	Résiste peu	Résiste peu	Ne résiste pas
<i>B. coagulans</i> ..	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas

TABLEAU N° VI

Germe	Emulsion en solution sucrée à 20%, chauffée pendant 1 heure à :		
	60°	80°	100°
<i>B. cereus</i>	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas
<i>B. butyricus</i> ..	Résiste peu	Résiste peu	Ne résiste pas
<i>B. coagulans</i> ..	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas

TABLEAU N° VII

Germe	Emulsion en solution sucrée à 40%, chauffée pendant 1 heure à :		
	60°	80°	100°
<i>B. cereus</i>	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas
<i>B. butyricus</i> ..	Résiste peu	Résiste peu	Ne résiste pas
<i>B. coagulans</i> . .	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas

TABLEAU N° VIII

Germe	Emulsion en solution sucrée à 60%, chauffée pendant 1 heure à :		
	60°	80°	100°
<i>B. cereus</i>	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas
<i>B. butyricus</i> ..	Résiste peu	Résiste peu	Ne résiste pas
<i>B. coagulans</i> . .	Résiste bien	Résiste bien	Ne résiste pas

TABLEAU N° IX

Germe	Distance 40 cm., avec une durée d'exposition de :		
	15'	30'	60'
<i>B. cereus</i>	Ne croît pas	Ne croît pas	Ne croît pas
<i>B. butyricus</i> ..	Ne croît pas	Ne croît pas	Ne croît pas
<i>B. coagulans</i> . .	Ne croît pas	Ne croît pas	Ne croît pas

TABLEAU N° X

Germe	Distance de 80 cm., avec une durée d'exposition de :		
	15'	30'	60'
<i>B. cereus</i>	Croît	Ne croît pas	Ne croît pas
<i>B. butyricus</i> ..	Croît	Ne croît pas	Ne croît pas
<i>B. coagulans</i> . .	Croissance peu abondante	Ne croît pas	Ne croît pas

CONCLUSIONS

1. On a étudié une double altération du lait condensé, consistant en coagulation et fermentation gazeuse.

2. Le germe identifié comme cause de la fermentation est le *Bacillus butyricus*.

3. Les germes identifiés comme causes de la coagulation sont le *Bacillus cereus* et le *Bacillus coagulans*.

4. Comme conséquence de la résistance à la chaleur des germes de contamination précités, on démontre la nécessité d'une fabri-

cation hygiénique, aussi bien en ce qui a trait aux facteurs dépendant des matières premières qu'au milieu et aux ustensiles.

5. La recherche des germes sporulés dans les laits mélangés destinés à l'industrialisation, ainsi que dans les solutions sucrées, constitue une épreuve biologique de grande utilité pour éviter bon nombre d'altérations du lait condensé.

6. Comme résultat de l'action des rayons ultra-violetes sur les germes qui sont la cause de ces altérations, leur emploi est considéré comme utile pour la destruction bactérienne des solutions sucrées, en mince couche, employées pour la préparation des laits condensés et pour la stérilisation des récipients les contenant.

7. La désinfection du matériel avec des substances chimiques inoffensives d'un fort pouvoir bactéricide est fondamentale dans les diverses phases de concentration et mise en boîtes du lait.

LE REFROIDISSEMENT DU LAIT A LA PRODUCTION (1)

par

MICHEL ANQUEZ

Ingénieur Principal du Génie Rural

Chef Adjoint de la Section Technique du Froid

.....

Le premier principe essentiel à respecter est la propreté. On ne le répètera jamais assez. Mais, mieux que des affirmations gratuites, les chiffres parlent. En voici donc quelques-uns : ils sont extraits d'expériences entreprises par M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Microbiologie et de Recherches Laitières, à Jouy-en-Josas. Le lait d'une même traite a été récolté de deux façons différentes : une partie en suivant des soins d'hygiène scrupuleux, le reste sans soins particuliers. Chacune de ces deux parties a été divisée en deux lots, l'un étant refroidi immédiatement après la traite (de 36° à 14°5 en 13 minutes), l'autre étant abandonné à la température ambiante (20° environ). Au bout de 17 heures, le lait récolté sans précautions et non refroidi était caillé et son acidité Dornic s'élevait à 59° : le lait qui avait fait l'objet de soins particuliers d'hygiène, mais qui n'avait pas été refroidi donnait, au test alcool, de meilleurs résultats que le lait refroidi, mais traité sans précautions spéciales (le temps de coagulation du premier était, à une température de 24°, de 5 heures ; celui du second était de 3 heures).

(1) Conférence prononcée au Centre de perfectionnement technique (Maison de la Chimie, janvier 1955, *Revue générale du froid*, 1955, 32, n° 3, 253).