

les données de la 3^e colonne du tableau 4. On constate que le lait chauffé à 79° et le lait chauffé à 85° pendant 5 minutes donnent tous les deux des réactions négatives, mais une addition dans ces laits de 5% de lait cru, provoque des réactions positives respectivement en 35 secondes et 10 minutes. Cette expérience prouve que le lait pasteurisé à 79°, tout en donnant une réaction négative, contient encore une certaine quantité de peroxydase.

De tels laits réagissent positivement avec la teinture de gaïac, quand ils contiennent 1% de lait cru.

Pour les mêmes raisons, les laits chauffés avec notre pasteurisateur à 78°, 79° et 80°, donnent une réaction négative et additionnés de 1% de lait cru ils donnent une réaction positive. D'autre part, comme nous l'avons montré, ces températures de chauffage sont suffisantes pour une bonne pasteurisation du lait.

Dans ces conditions, le contrôle biochimique (teinture de gaïac) pratiqué journallement sur tous les laits pasteurisés, complété par des analyses bactériologiques périodiques (tous les 2-3 jours) garantit la production d'un vrai lait hygiénique.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] A. TAPERNOUX. *C. R. Soc. de Biol.*, CXIV, n° 32, 1933.
- [2] PIEN et BAISSE. *Le Lait*, n° 139, 1934.
- [3] J. PHILIPPE. Thèse Doct. Vét., Lyon, 1935.
- [4] M. GUITTONNEAU. *L'Industrie laitière*, n° 17, 1936.
- [5] KAY et GRAHAM. *The Journal of Dairy Research*, vol. VI, n° 12, 1935.
- [6] ORLA-JENSEN et WINTER. *Le Lait*, n° 143, 1935.
- [7] G. GORINI. *Le Lait*, n° 139, 1934.
- [8] G. GORINI. *C. R. du 8^e Congrès mondial de Laiterie à Rome*, 1934.
- [9] Chr. BARTHEL. *Die Methoden zur Untersuchung von Milch und Molke-reprodukten*. P. Parey, éditeur.
- [10] CALMETTE, NÈGRE et BOQUET. *Manuel technique de microbiologie et sérologie*. Masson & Cie, édit.
- [11] CLERC et LEIBOVITCH. *Congrès national d'Industrie laitière*, Nancy, 1936.
- [12] B. VAN DER BURG. *Le Lait*, n° 117.
- [13] MASEK. *Le Lait*, n° 159, 1936.
- [14] G. S. INIKHOV. *Biochimie du lait (en russe)*, Léningrad.

CONSIDÉRATIONS SUR LE LAIT CAILLÉ BULGARE DE BREBIS (1)

(Kisselo Mleko ou Kvasseno Mleko)

par le D^r I. KVATCHKOFF

Nous nous proposons d'étudier dans ce travail le véritable lait aigre (kvasseno mleko) qu'on prépare exclusivement avec du lait de brebis. Le mot « yougourth », dont on se sert dans la littérature

(1) *Revue d'Hygiène et de Médecine préventive*, t. LVIII, n° 6, juin 1936.

étrangère en Europe et en Amérique pour désigner un produit similaire, obtenu avec le lait de vache, même avec de la présure bulgare « maya », n'est employé chez nous que par la population turque. Il a certainement une origine arabe, comme aussi le mot « maya ».

Le terme yougourth employé communément dans certaines localités de mon pays indique bien du lait aigre, mais sert à désigner le produit similaire, obtenu par l'acidification spontanée du lait, versé ordinairement dans un pot. On obtient cette sorte de lait aigre par l'addition de lait frais sur le lait caillé et on a un produit filant, presque liquide, d'une acidité très prononcée et d'une odeur forte de vinaigre, surtout quand il date de plusieurs jours.

Il est probable que le Turc en Asie ne connaissait que le yougourth et plus tard il a appris des Bulgares la technique de la préparation du vrai kvasseno mleko, comme du reste le Grec l'a appris plus tard.

Avant d'exposer nos recherches sur le lait caillé bulgare, ainsi que les travaux effectués en Bulgarie sur ce sujet, qu'il nous soit permis de faire observer que toutes les études, du reste très nombreuses, n'ont porté en France, en Allemagne, en Amérique et même en Russie que sur le produit appelé yougourth, provenant exclusivement de lait de vache. Les travaux de tous les savants étrangers ne se rapportent qu'au lait caillé de vache de leurs pays. C'est ce qui explique la divergence de leurs résultats, même en employant pour le caillé le maya bulgare, tandis que dans le vrai lait caillé bulgare de brebis le principal agent microbien est toujours le bacille bulgare qui paraît jouer un rôle plus spécifique que celui du yougourth.

METCHNIKOFF a attribué l'action du lait caillé bulgare à la production de l'acide lactique, véritable agent microbicide.

On s'est préoccupé en Europe de fabriquer des poudres, des tablettes, des pastilles de yougourth, peut-être dans le but de conserver sa flore microbienne ; cependant R. OEHLER, dans son étude, publiée en 1911 dans *Zentralbl. für Bacteriol.*, affirme qu'il n'y a pas trouvé de bactéries du lait à l'état vivant. A titre d'essai, nous nous sommes servis en Allemagne d'une pareille poudre sans aucun résultat ; le lait ne se caille pas, ce qui semble prouver l'absence de bactéries vivantes.

PASTEUR, en 1857, a le premier décrit une bactérie dans le yougourth qu'il appela *Bacterium acidolactici*, mais cette bactérie en forme de bâtonnet ne paraît pas être l'agent principal de l'acidification du lait. LEIHMANN l'a dénommée *Bacterium lactis acidii*. Plus tard, LAFAR trouva la même bactérie dans l'enzyme alcoolique et lui donna le nom de *Bacillus acidificans longissimus*.

S. KONIG, dans son ouvrage *Untersuchung von Nahrungs Gemüsmite und Gebrauchsgegenstanden* (Berlin, 1914), décrit de la façon suivante la préparation du lait caillé :

On fait bouillir le lait jusqu'à réduction à moitié de son volume, puis on le laisse refroidir à 40° à 45° C., dans un pot en terre, auquel on ajoute la présure et qu'on recouvre avec une peau. Après huit à neuf heures le lait est caillé. Ce produit est assez liquide et l'on s'en sert à titre de boisson sous le nom de chutly-yougourth (en Albanie). La présure est appelée maya chez les Turcs et podkvassa chez les Macédoniens et les Bulgares ; elle est connue sous le nom de kechk chez les Syriens et les Afghans. Ce yougourth, préparé en Europe occidentale, contient 0,3 à 0,5 % d'acide lactique. PROKROWSKY trouve dans le lait bulgare caillé 0,5 à 0,91 % d'acide lactique et il pense que cette proportion d'acide existe quand les bactéries du lait sont relativement très pures.

GRIGOROFF constate la présence dans la microflore du maya de diplocoques et de longues bactéries, capables de produire de l'alcool.

FÜHRMANN trouve dans le maya bulgare de longs et fins bâtonnets, des streptocoques et des champignons. Les streptocoques seraient capables de produire non seulement de l'alcool, mais de peptoniser et de coaguler le lait, conditions indispensables pour obtenir du bon lait caillé.

Tous les essais pour obtenir une culture pure de maya sont restés vains jusqu'à présent. Dans le commerce, on vend du maya obtenu par la dessiccation du petit-lait du yougourth ; celui-ci est riche en bactéries.

On affirme de même que le lait caillé gras allemand (buttermilch) serait identique au lait caillé bulgare. Le Buttermilch, en opposition au Magermilch, est du lait non écrémé et avec tout son beurre, que l'on laisse s'acidifier spontanément.

S. KONIG donne l'analyse suivante du lait caillé d'après SCHOL :

Parties constituantes	Lait	Lait
	de commerce (pour 100)	bouilli (pour 100)
1. Matières sèches	12,98	11,92
2. Quantité totale de l'azote	0,558	9,512
3. Caséine et azote d'albumine. Azote soluble. Albumine et azote soluble. Azote protéosine. Peptone azote	3,37	2,73
4. Matières grasses	"	"
5. Lactose	3,66	4,18
6. Acidité générale titrée comme acide lactique	1,56	0,81
7. Acide acétique	0,025	0,093
8. Cendres	0,82	0,76
9. Alcool	0,28	0,0

En Egypte, il existe une boisson lactée, semblable au Képhyr, appelée Roba, qu'on prépare avec du lait de vache, du lait de buffesse et du lait de chèvre avec du maya des mêmes produits. On le prépare en faisant bouillir le lait et en y ajoutant le maya quand il est refroidi à 40° C. Après six heures de caillage, le Roba est tout prêt. Il contient des streptobacilles, des diplocoques et des espèces pures de mycodermes. Ceux-ci provoquent une fermentation donnant du glucose, saccharose et maltose, tandis que les autres espèces de bactéries produisent une faible fermentation acide dans le Roba.

L'araka ou ayran, que l'on prépare en Sibérie, en Turkestan et en Tartarie, est une boisson alcoolique dérivée du lait. D'après ZALESKI, on laisse le lait s'acidifier spontanément dans de grands pots ; on lui fait subir une distillation par cornue ordinaire. Le premier produit distillé contient de 7 à 8% d'alcool et possède une saveur désagréable, due à la présence des acides volatils. Après une seconde distillation l'araka devient plus riche en alcool et acquiert un goût assez agréable.

Le champagne lacté et punch lacté est aussi une boisson alcoolique, que l'on prépare, d'après APPEL, par un mélange de képhyr et de koumys en leur ajoutant du sucre, du miel et des extraits de diverses racines, on l'additionne de mycodermes et de la sorte on obtient une boisson douce et écumeuse, appelée galacmüse ou champagne lacté.

Voici l'analyse de quelques laits d'après KONIG :

Parties constituantes	Lait	Lait	Lait	Lait
	de vache d'après Reinhardt %	de vache d'après König ‰	de brebis bulgare ‰	de brebis d'après König ‰
1. Eau	87,5	»	72,34	75,43
2. Matières sèches	12,5	12,98	»	»
3. Lactocaséine	2	»	9,87	7,19
4. Lactoalbumine	0,50	»	2,19	1,46
5. Sucre de lait	»	3,66	»	3,26
6. Matières grasses	4,80	3,37	10,30	11,91
7. Acide lactique	»	1,56	»	»
8. Alcool	0,07	0,28	»	»
9. Cendres, matières minérales	»	0,82	0,57	1,27

Le streptocoque Gram positif, relativement plus grand que le streptocoque du lait caillé par le maya, coagule le lait en donnant un caillé de consistance beaucoup plus faible et de l'acide lactique en abondance, presque pas d'acide acétique et des traces de CO² ; il se développe bien dans le lactosérum en y produisant un coagulum trouble ; il se développe peu sur pomme de terre, décompose le saccharose, le lactose et l'insuline.

Pour LÜERSEN et KÜHN (*Zentralbl. für Bacteriol., II. Abt., 1920*), le *Streptococcus lactis* constitue dans 90 à 99 % des cas la microflore du lait caillé bulgare connu sous le nom de prokicha acidifié spontanément.

D'autres germes et en particulier l'*Oidium lactis* prennent part au processus d'acidification spontanée. Généralement, il apparaît trop tôt ; bien souvent même le lendemain de l'emprésurage. Il se développe à la surface sous forme d'une couche de moisissure incolore assez dense. Cette moisissure ne paraît pas avoir une influence notable sur la qualité du produit, puisqu'elle apparaît sous la forme d'une couche mince à la surface quand le processus de l'acidification est déjà terminé.

A. SISIN et BARHAN, dans leur ouvrage *Hygiène du lait*, 1929, étudient diverses préparations lactées, utilisées en U. R. S. S., appelées prostokvacha, varenz, madjun.

La prostokvacha est préparée industriellement avec une culture pure du *Streptococcus lactis acidii* mélangée à une petite quantité de bacille bulgare.

Le bacille bulgare donne une haute production d'acide (jusqu'à 3,25 % d'acide lactique), tandis que les bactéries ordinaires du lait ne donnent que 1 % du même acide. Le bacille bulgare, à cause de cette propriété, a été particulièrement recommandé par METCHNIKOFF. Pour corriger et diminuer la forte acidité et le goût désagréable du lait caillé exclusivement par le bacille bulgare, METCHNIKOFF lui-même recommande le mélange de celui-ci avec le *Bacterium lactis acidii* et on appelle lacto-bacille l'union des deux agents.

S. A. KOROLEFF, dans son ouvrage *Bases techniques de microbiologie des produits du lait*, Moscou, 1932, attribue un rôle prépondérant aux bactéries acides du lait et notamment au *Bacterium casei*, variété la plus typique du groupe thermophile. A part le *Streptoc. lactis* et le bacille bulgare, le lait caillé bulgare possède d'autres ferments, dont la présence prolonge la vitalité des deux microbes, tandis que d'autres succombent. D'autre part, les ferments jouent un grand rôle dans la formation du goût spécifique du lait caillé et les expériences ont démontré :

1° Que séparément, les cultures pures de *Streptoc. lactis* et du bacille bulgare donnent un caillage avec un goût insuffisamment aigre.

2° Que les deux mélanges communiquent un goût très aigre.

3° Que la présence des ferments diminue le goût acide, comme cela a lieu dans l'acidification naturelle, et le rend plus délicat et plus agréable. De même les ferments, par leur présence, complètent les sensations gustatives en ce qui concerne la gazéification et l'arôme. Et c'est justement pour cela que le lait bulgare est caracté-

térisé par la présence de ces trois éléments. L'auteur reconnaît que l'action et l'influence des qualités de la race exercent une répercussion sur les propriétés elles-mêmes du lait aigre, même quand les variétés de la microflore ne diffèrent pas bien.

Pour cet auteur, le Koumys différerait du lait aigre bulgare en ce qu'il contient à peu près la même quantité d'acide lactique, mais en revanche toujours beaucoup plus d'alcool et de CO², tandis que dans le lait bulgare l'alcool ne dépasse pas 0,1% et possède des traces très faibles de CO². Au bout seulement de deux jours le Koumys possède 1% d'alcool et de l'acide carbonique est dégagé en abondance, ce qui constitue sa particularité caractéristique. Aussi dans le Koumys, il y a très peu de matières azotées.

Suivant KOROLEFF, le lait filant « Taëtte » de Scandinavie aurait pour agent principal la variété filante du *Streptoc. lactis*, ainsi qu'une variété de *Bacter. casei*, ressemblant en partie au bacille bulgare, avec un optimum de 33° C. et un maximum de 45° C. sans donner de colonies ramifiées et cessant son développement au-dessous de 10° C. Il renferme aussi un ferment, le *Saccharomyces* Taëtte, qui produit aux dépens du sucre de lait jusqu'à 2,5% d'alcool. Le Taëtte possède une acidité de 100° Ternier et quelquefois jusqu'à 300° avec un processus légèrement acide de 0,3 à 0,5%. Le processus de maturation dure lui-même trois à cinq jours et, exposé ensuite à une température de 10° C., il conserve pendant dix mois toutes ses qualités alibiles.

Le lait filant hollandais « Lange Wei » est caillé avec une présure contenant exclusivement la variété membraneuse du *Streptoc. lactis* ou streptocoque hollandais, qui a été trouvé par BOEKEL et qui sert pour la fabrication du fromage exclusivement.

Dans ces préparations lactées, le rapport quantitatif entre le processus lacto-acide et alcoolique change le caractère des produits, quant à leur consistance. Plus le développement des ferments alcooliques est actif, plus la consistance est faible et plus le produit prend la forme de Koumys.

D'après GRIGOROFF (*Jahresbericht den Gesundheitsorganismen*, 1905), l'agent du lait caillé est le bacille bulgare. Il est Gram positif, immobile avec des dimensions très variées, forme de véritables chaînes, ne donne pas de spores; il est aérobie avec un optimum de développement à 45-50° C. Il décompose le sucre de lait en acide lactique, lévogyre et ne peptonise pas la caséine; cultivé dans du lait, il le précipite et ne produit point de gaz. On le cultive très bien dans le lactosérum et dans d'autres milieux nutritifs et il se développe fort peu. Sur l'agar, avec du lactose, il donne des colonies d'un blanc grisâtre. La présence de certains saccharomycètes et de streptocoques du lait paraît être favorable à son développement. Cet

auteur admet tout un groupe de variétés de bacille bulgare telles que le bacille acidolactique, qui, durant son développement, forme des corpuscules métachromatiques. Ordinairement, ce n'est que dans le lait caillé avec de la présure contenant le bacille granuleux que le produit possède un goût un peu fade, sans que l'on sente la présence de CO². L'optimum de son développement est de 40° à 42° C. D'après certaines recherches, le bacille bulgare vivrait en symbiose avec le streptocoque acide du lait Gram positif et le diplocoque que l'on trouve généralement dans tout lait caillé. Indépendamment de cela, dans les laits caillés, on découvre très souvent la présence de saccharomycètes, dont quelques-uns sont capables de décomposer le lactose. L'expérience prouve que la présence simultanée de streptocoque et du diplocoque avec le bacille bulgare est nécessaire pour obtenir du lait caillé normal. Le développement des deux premiers, et notamment du streptocoque B et du diplocoque C, exige une température de 32° à 40° C. Quelques-uns de ces microbes sont thermophiles.

Pour SATAWA, de Prague, le bacille bulgare (Metchnikoff) joue le rôle principal dans la production du lait aigre. Celui-ci est obtenu en faisant bouillir le lait jusqu'au tiers de son volume, et en ajoutant à la température de 45° C. de la présure d'ancien lait aigre, ou bien de la culture spéciale du bacille lui-même. A cette température, le lait se caille au bout de quatre à six heures et on possède alors un produit contenant approximativement 1 % d'acide lactique et possédant un goût agréable et rafraîchissant. Des diplocoques prennent aussi part au processus d'acidification.

MARCOFF, de Sofia, dans son ouvrage *Microbiologie appliquée*, 1925, donne certains détails intéressants, tout en confirmant l'étude de GRIGOROFF.

« On ignore, dit cet auteur, à quelle époque le lait caillé fut transporté dans notre pays. D'après certaines données, ce produit aurait son origine dans les montagnes Rhodopes ou dans quelques localités, où, il y a deux cents ans, des bergers nomades auraient utilisé les racines fraîches de « Tchernokos » (*Inula Helenium*) (1) pour préparer de la présure. Dans ce but, ils auraient pressé ces racines fraîches pour en obtenir le suc. Celui-ci mélangé à du lait frais non bouilli acidifierait le mélange au bout de quelques heures et aurait

(1) Aujourd'hui même, quand on n'a plus sous la main de la présure, on emploie ces mêmes racines. Elles ont une odeur forte de mastic et les fabricants de tabac s'en servent pour donner du parfum au tabac à fumer en faisant bouillir les racines et avec le liquide obtenu on asperge le tabac.

Quand on n'a pas de racines du Tchernokos, on se sert du levain dans le même but. Nous nous sommes également servi du levain pour en vérifier l'action sur le lait. Il est intéressant de faire connaître que dans plusieurs maisons, on s'en sert dans les villages pour détruire l'odeur de l'humidité, causée par leur situation près des rivières.

servi de présure pour préparer du vrai lait caillé. Il est à présumer qu'en même temps que le lait précipitait par les enzymes végétales de la racine, certaines variétés du type *Bacterium bulgaricum* s'y mélangeaient et au cours du temps se sont adaptées à vivre dans le lait. Elles sont ainsi devenues l'agent producteur du kvasseno mleko (lait caillé bulgare).

Dans ses recherches bactériologiques, MARCOFF confirme pleinement les études de GRIGOROFF et il nous semble superflu de les relater en détail. Il donne dans son ouvrage l'analyse de quelques laits et de produits lactés d'après REINHARDT que nous reproduisons également.

Parties constituantes	Lait de femme %	Lait de vache %	Lait de vache %	Lait d'après Combe %	Lait d'après Combe %	Lait caillé d'après Combe %
1. Eau	87,58	87,50	99,09	88,50	91,87	73,89
2. Matières sèches	12,42	12,50	9,91	11,49	8,13	26,31
3. Lactocaséine	0,80	2,00	»	2,98	0,80	2,70
4. Lactoalbumine	1,21	0,50	»	2,28	0,30	0,98
5. Peptone et albumose	3,41	3,60	3,91	0,05	1,09	3,75
6. Graisses	6,37	4,80	11,02	3,10	1,12	7,20
7. Sucre de lait	»	»	4,24	2,78	0,39	9,40
8. Acide lactique	»	»	0,80	0,81	0,96	0,80
9. Alcool	0,03	0,07	»	0,70	3,19	0,20
10. Minéraux	»	»	0,74	0,79	0,33	0,38

a) Z. K. YATCHEVA, de Sofia, dans sa brochure *Des streptocoques saprophytes et pathogènes par rapport à leur classification*, 1932, étudie les streptocoques du lait :

D'après l'auteur, le streptocoque du lait caillé ne se développe point, ou fort peu, dans du bouillon peptonisé et dans l'agar ordinaire. A froid, à une température de 12° C., il ne réduit pas le papier de tournesol et le bleu de méthylène dans le lait. La glycérine, le sang et la bile arrêtent son développement. Dans le bouillon de viande avec 1% de peptone, du sucre et du sel de cuisine, il ne se développe pas. Il pousse bien sur pommes de terre. Toutes les races produisent de l'acide benzoïque, de l'hypurate de soude en petite quantité. Toutes également décomposent le saccharose et le lactose et 1/6 seulement des races décomposent l'insuline.

b) Les streptocoques du lait spontanément acidifié sont en général moins exigeants dans leur développement. Tous sans exception troublent les milieux nutritifs liquides et se développent dans le bouillon ordinaire, dans l'agar ainsi que dans l'agar glycérimé, ascitique et bilié. A froid, à 10° C., ils réduisent le papier tournesol et le bleu de méthylène. Dans le bouillon de viande avec 1% de

peptone et de lactose et 2% de NaCl, ils se développent bien. Leur développement est faible sur pomme de terre. La moitié des races produisent, aux dépens de l'hypurate de soude, de l'acide benzoïque. Toutes fermentent le saccharose, le lactose et l'insuline.

Contrairement à l'assertion de BELENSKY et POPOVA, il existe des races de streptocoques qui donnent des colonies vertes.

Pour YATCHEVA, tous les streptocoques pathogènes ne coagulent pas le lait. Pendant sept jours, à la température de 97° C., le quart des streptocoques étudiés ne coagulent pas le lait ; sur 50 races de streptocoques pathogènes seulement 8 réduisent le lait au papier de tournesol et 5 au bleu de méthylène. Les streptocoques pathogènes ne donnent pas d'acide benzoïque par l'hypurate de soude. Ce fait a été également démontré par AYERS et RUPP par rapport aux streptocoques hémolytiques pathogènes de l'homme.

A. KANTARDJIEFF, de l'Université de Sofia, dans son travail sur *La flore bactérienne du lait caillé bulgare*, 1931, est arrivé aux conclusions suivantes relativement à la spécificité du bacille bulgare. Pour cet auteur, il n'existe dans le lait caillé bulgare qu'un seul lacto-acide *Thermobacterium*. Le *Kornchenbacillus* de LÜERSEN et KUHN et le *Thermobacterium* Orla-Jensen ne sont que des dénominations différentes.

Les recherches de KANTARDJIEFF ont porté sur 28 échantillons de provenances différentes de lait caillé par la simple addition de présure à du lait bouilli et refroidi à 40° C., comme cela se fait couramment dans notre pays.

1. Dans tous ces échantillons, prédominaient les streptocoques thermophiles qui, dans 19 d'entre eux, étaient de dix à cent fois plus nombreux que le *Thermobacterium bulgaricum* ; dans 9 échantillons, le streptocoque prédominait également sur le *Thermobacterium bulgaricum*, mais pas d'une façon aussi prononcée. Dans un seul échantillon, le *Thermobacterium bulgaricum* prédominait de 10% sur le streptocoque thermophile. Il est intéressant de faire connaître que ce seul échantillon avec une telle prédominance de *Thermobacterium bulgaricum* provenait d'une laiterie bien connue par les amateurs de lait caillé, ainsi que par de nombreux magasins de Sofia pour son lait exquis.

L'auteur a isolé et examiné 20 thermobactéries, 45 streptocoques thermophiles, 2 ferments lacto-sucrés et 2 streptobactéries. Les 20 premières thermobactéries étaient sans exception de l'espèce *Thermobacterium bulgaricum*. Avec ces microorganismes isolés et bien déterminés, il a caillé du lait de brebis : 1° par le *Thermobacterium bulgaricum* seul ; 2° par le streptocoque thermophile ; 3° par le streptocoque thermophile et le *Thermobacterium bulgaricum* en combinaison ; et 4° par le *Thermobacterium bulgaricum* en combi-

naison avec le streptocoque thermophile et *Saccharomyces lactis*. Les connaisseurs déclarèrent à l'unanimité que : 1° le lait caillé avec le streptocoque thermophile en possède bien le goût, mais ne satisfait pas aux qualités du bon lait caillé ; 2° le lait caillé avec le *Thermobacterium bulgaricum* en combinaison avec le streptocoque thermophile possède le goût du lait ordinaire ; 3° le lait caillé avec le *Thermobacterium bulgaricum* en combinaison avec le streptocoque thermophile et le *Saccharomyces lactis* possède le goût du lait caillé ordinaire, mais dégage une odeur de terre glaise et 4° l'échantillon préparé avec de la culture pure de *Thermobacterium bulgaricum*, possède seul le goût et l'arôme du meilleur lait caillé.

Nos laitiers sont d'accord pour reconnaître que le *Thermobacterium bulgaricum* en culture pure produit le meilleur lait caillé. Dans la pratique courante, le bacille bulgare possède d'autres avantages et notamment, tout en ayant une température optima haute et tout en produisant plus d'acide lactique que le streptocoque thermophile, le lait caillé, avec sa culture pure par l'exposition au froid, peut être conservé plus longtemps sans devenir trop acide. L'acide formé dans le lait est lévogyre et le plus souvent l'acidité ne dépasse pas 1,55 à 2,45 %.

Les avantages à juste titre attribués par les médecins au *Thermobacterium bulgaricum* dénotent qu'on peut dans les hôpitaux et les cliniques s'en servir en employant sans plus de frais, ni de perte de temps, la culture pure de bacille bulgare pour la préparation du véritable lait caillé bulgare.

Le *Bacterium bulgaricum* est une anaérobie facultative, Gram positif, avec un optimum de température de 40° à 44° C., et sa culture pure coagule le lait au bout de douze heures.

Il est à noter que les expériences du professeur KANTARDJIEFF portent exclusivement sur le lait de brebis bulgare.

La revue succincte que nous venons de faire des travaux des auteurs étrangers nous conduit à admettre que tous reconnaissent une action spécifique du bacille bulgare ou de ses variétés indépendamment du nom qu'ils leur donnent. Ils ont tous opéré sur du lait de vache de leur pays respectif. Ces dernières années, plusieurs se sont servis de culture pure de bacille bulgare provenant de lait de brebis ou bien de lait caillé bulgare. Ils nous semble que les deux produits, pendant leur transport, subissent des changements dans leur composition. A notre avis, ces changements sont considérables pour le lait caillé, c'est pourquoi les expériences entreprises à l'étranger laissent à désirer au point de vue du résultat final, ne permettant pas une conclusion positive et définitive ; c'est de là que proviennent des désaccords entre les auteurs sur la spécificité

du bacille. Il est hors de doute, d'autre part, que le lait de vache dans les divers pays ne possède pas une composition chimique identique, d'autant plus que le lait d'une même vache dans les différentes périodes de sa vie et durant les diverses phases de la lactation n'est point le même. Alors, n'est-on pas en droit d'admettre que tous ces laits de vache, tellement différents par leur composition et même par leurs propriétés alibiles, ne sauraient donner des produits identiques, même quand on opérerait comme présure avec la culture pure du bacille bulgare possédant toutes ses propriétés spécifiques ? En France, en Amérique, en Allemagne et surtout en Russie des savants se sont occupés du lait caillé — qu'ils ne connaissent que sous le nom impropre de yougourth — surtout au point de vue microbiologique et tout en discutant sur le rôle spécifique du *Bacterium bulgaricum*, dont ils ne trouvaient que des variétés dans les produits examinés, il n'est nulle part question du véritable lait caillé bulgare de brebis dans lequel le vrai bacille existe en permanence. Il paraît donc que le vrai microbe a été étudié par METCHNIKOFF qui énonça sa théorie sur la vieillesse, se basant sur ses observations et sur la spécificité du microorganisme.

De leur part, LÜERSEN et KÜHN ont bien trouvé dans le lait caillé ce même microbe, qu'ils appelèrent *Bacterium bulgaricum*. Celui-ci, à peu près à la même époque, fut l'objet d'une étude très détaillée par GRIGOROFF.

D'autre part, le fait que les laits de vache, coagulés à l'étranger même avec de la culture pure de bacille bulgare, ne possèdent pas le vrai bacille, semble fournir la preuve que celui-ci est un microbe autochtone spécial au lait bulgare de brebis auquel il s'est adapté depuis longtemps, en conservant sa spécificité ?

À l'appui de cette assertion, l'étude minutieuse de YATCHEVA, comme nous venons de le voir, est venue démontrer, que même le streptocoque du lait caillé par la présure ordinaire et celui du lait spontanément acidifié, diffèrent notablement. Comme certains auteurs l'affirment, il est probable que la nature du processus chimique qui intervient est le même, qu'il s'agisse d'une prise en masse comme dans la fermentation spontanée, ou d'une floculation comme dans la précipitation provoquée par la présure, mais YATCHEVA nous montre bien qu'un des agents spécifiques du processus lui-même dans les deux cas n'est pas le même et par conséquent les résultats ne sont pas identiques.

Ch. PORCHER, dans *Le Lait* (n° 119, page 1006), écrit : « La coagulation par les acides s'observe dans la pratique en laissant le lait s'acidifier spontanément sous l'influence de la culture de la flore lactique qu'il contient toujours. Le lait étant au repos et à une température convenable, il se fait un apport lent d'acide lactique en

tous les points de la masse, par le développement graduel de la fermentation acide. S'agit-il de la fermentation courante, il faut douze heures et quelquefois davantage pour obtenir la prise en masse du lait. Si l'on substitue au ferment lactique ordinaire des microbes plus acidogènes, comme ceux du yogourth, en quatre heures, aux environs de 45° C., nous obtenons une prise en masse, le caillé est ferme, élastique, mais sans synérèse, c'est-à-dire sans présenter de rétraction spontanée, aucun sérum ne s'en écoule. »

Il est à remarquer que, dans la pratique courante, même le lait de brebis laissé à l'acidification naturelle ne se prend pas en masse et au contraire reste toujours filant. Le même lait bouilli et refroidi à 45° C., acidifié par la présure ordinaire, ne donne plus un caillé ferme ; il reste filant, aqueux et ne diffère presque pas du précédent par ses propriétés physiques, quoique présentant une acidité moindre et un goût un peu sucré au début. C'est par une pratique séculaire qu'on est parvenu en Bulgarie à ajouter la présure diluée ou non au lait frais bouilli et refroidi à 40-42° C., mais pas au delà. L'usage du thermomètre n'est point connu à cet effet dans la pratique journalière ; on se contente de plonger le bout du doigt dans le lait pour préciser le moment opportun à verser la présure et au bout de quatre heures on a toujours du bon lait caillé de brebis. Durant l'emprésurage, le lait est laissé au repos absolu, à une température convenable et recouvert ou non d'une couverture en laine. Il est intéressant de remarquer que, durant l'emprésurage, le lait ne doit point être agité, ni même changé de place ; il ne caille pas alors dans ces conditions. Dans le lait caillé de brebis normal, jamais il ne s'écoule de lactosérum. Celui-ci ne survient que plusieurs jours après, tandis que dans le lait caillé de vache, même avec une teneur de 6 % en beurre, le liquide ne manque pas et augmente les heures suivantes.

Pendant plusieurs mois j'ai fait des expériences avec notre lait de brebis caillé dans le but de pouvoir obtenir un produit qui pourrait au moins durant une semaine conserver toutes ses qualités physiques et alibiles, afin d'assurer son transport à l'étranger. J'ai fait des expériences dans divers récipients en fer-blanc et en carton de contenance jusqu'à 1 kilogramme. Je faisais le caillage dans les récipients eux-mêmes ou bien je les remplissais de lait caillé dans des vases en terre glaise et je les exposais pendant plusieurs jours à des températures très variées. Je ne puis pas relater en détail toutes ces expériences. Je me contenterai de donner les conclusions auxquelles je suis arrivé :

1° Le degré d'acidité du lait caillé dès le moment de sa prise en masse par la présure ordinaire, est en rapport avec la température

extérieure ; plus celle-ci est haute, plus l'acidité initiale est grande. Elle varie de 0,80 % à 1,15 % au début.

2° Par une température ambiante de 18-20° C., le second jour l'acidité monte d'emblée, et les jours suivants elle augmente peu, pour atteindre à la fin de la semaine son maximum qui, dans nos expériences, ne dépasse pas 2,28 % et vers le neuvième jour commence à baisser, la fermentation acide cessant et étant remplacée par la fermentation alcoolique.

3° Le froid ne détruit point le bacille bulgare et beaucoup d'autres bactéries ; il arrête le développement du bacille. Pendant l'action du froid l'acidité ne change pas, mais aussitôt cessée, elle commence par augmenter.

J'ai exposé des échantillons de lait caillé à la température de 2° à 10° C. pendant quatre jours sans que l'acidité qui était au début 1,17 % augmenta. Les mêmes échantillons, soumis à une température de 14° C. durant les quatre jours suivants, conservèrent le même degré d'acidité, mais transportés au laboratoire par une température extérieure de 28° C., au bout de vingt-cinq minutes, celle-ci monta à 1,25 %. Un échantillon de lait caillé en boîte de fer-blanc, analysé quarante-cinq minutes après sa sortie du frigorifique et par une température extérieure de 29° C., donna 1,40 % d'acide lactique, c'est-à-dire une augmentation de 0,30 %.

Du kvasseno mleko, dans des récipients en carton, possédant une acidité de 1,17 % et laissé au frigorifique pendant quatre jours à une température de 3° C., ne montra pas de changements dans le taux de l'acide lactique, tandis qu'un autre échantillon de ce produit gardé à la maison pendant ces quatre jours par une température de 18-20° C. a acquis une acidité de 1,92 %, tout en conservant également comme le premier sa densité, sa saveur agréable et sans séparation de lactosérum, qui, du reste, dans le lait caillé de brebis est toujours limpide et non jaune verdâtre comme dans le lait de vache ou de bufflesse. Celui-ci, dans les quatre jours suivants, soumis aux mêmes conditions, développa une acidité de 2,26 % sans séparer aucun liquide.

4° Au-dessous de 12° C. l'acidité du lait caillé reste stationnaire. Elle augmente plus par le séjour du lait caillé pendant les cinq à six jours consécutifs à une température de 12° C. à 14° C. en conservant toutes les qualités physiques du produit.

5° La différence dans le degré d'acidité du lait caillé de brebis n'est pas appréciable au goût. Ainsi un caillé possédant moins d'acide lactique peut paraître plus aigre et moins agréable au goût, qu'un autre avec une acidité supérieure.

Il paraît que le lait de brebis possède par sa composition et ses

propriétés quelque chose de spécifique que nos organes ne sont pas en état de déceler, mais dont seul l'organisme humain bénéficie.

6° Par la présure ordinaire, le lait de chèvre ne donne jamais une masse ferme mais toujours filante et s'acidifiant assez vite ; celui de vache s'oppose relativement plus à l'acidification, donne un caillé assez dense, mais laissant suinter presque dès le début du lacto-sérum qui augmente à mesure que le lait diminue dans le récipient. Le lait de bufflesse donne un caillé excellent, très gras, mais, dès l'emprésurage, un lacto-sérum jaune verdâtre nage au-dessus. Le lait de brebis, caillé dans des conditions normales, donne une masse ferme, moins grasse que celle du lait de bufflesse, d'un goût exquis, ne produisant de lacto-sérum que vers la fin de la semaine ; quand il est conservé relativement à une basse température il peut durer en bon état plus que les trois précédents. Son acidité dans nos expériences n'a pas dépassé 2,28 %.

7° Contrairement aux assertions de GRIGOROFF et de KOROLEFF, KANTARDJIEFF a démontré que l'association du bacille bulgare au streptocoque et au diplocoque du lait n'est pas nécessaire et que pour obtenir du bon lait caillé de culture pure, le bacille bulgare est pleinement suffisant et donne les meilleurs résultats à tous points de vue. D'après les études de KANTARDJIEFF, le lait de brebis est caillé au bout de douze heures par la culture pure de bacille bulgare. Dans la pratique journalière, comme nous venons de le dire, le même lait est caillé au bout de quatre heures par la présure ordinaire.

En collaboration avec TODOROFF, directeur de l'Institut Bactériologique de notre ville, nous avons constaté que le lait de vache caillé avec de la culture pure de streptocoques du lait, au bout de cinq heures est prêt ; il possède une acidité relativement plus faible que celle provoquée par la présure ordinaire et un goût douceâtre. Un tel lait ne possède pas le goût du véritable lait caillé par la présure.

Tous les auteurs étrangers reconnaissent bien que le bacille bulgare possède une physionomie à lui propre ; dans les laits de vache sur lesquels ils ont opéré, même en se servant de présure ordinaire, ou de culture pure du dit bacille, ils n'ont trouvé que des variétés de celui-ci dans les yougourths.

KOROLEFF dit qu'une forme de *Bacterium casei* qui habite l'intestin de l'homme et est appelée *Bacterium acidophilum* d'après de récentes recherches en Amérique, est identique au bacille bulgare.

D'autres auteurs américains, tout en reconnaissant que le bacille bulgare habite bien l'intestin de l'homme, affirment qu'on y trouve également en plus grand nombre le *Bacterium acidophilum* qui,

par sa nature, n'est autre que le bacille bulgare ayant accommodé son existence aux conditions de l'intestin.

Suivant KOROLEFF et d'autres auteurs, le lait possède une « phase bactéricide » due au sang dont il dérive. Dans les mamelles, le lait ne contient que fort peu de bactéries puisque le tissu des mamelles lui-même possède des propriétés bactéricides, lavé continuellement par le sang agissant dans le même sens. Le lait brut seul possède ces propriétés et il suffit de le chauffer à 55° C. pendant une heure, ou à 70° C. pendant vingt minutes pour qu'il les perde.

La durée de la phase bactéricide est en rapport : 1° avec les propriétés individuelles du lait lui-même pour chaque trayon de la vache et change suivant la période de la lactation ; 2° avec la densité de la flore propre au lait : plus le nombre des bactéries est élevé dans le lait au début de la phase bactéricide, plus cette durée est courte ; 3° avec la température.

Mais, d'autre part, l'action bactéricide spéciale du kvasseno mleko bulgare de brebis n'est pas douteuse. Ainsi des cultures de bacilles bulgares, introduites dans les fistules, y exercent une influence manifestement favorable et en déterminent la cicatrisation dans un bref délai.

Les mêmes cultures sont employées à Vienne contre les otites suppurées et y donnent un résultat très satisfaisant.

Dans la médecine populaire chez nous on se sert également du kvasseno mleko pour les maladies des yeux et des oreilles avec de bons résultats. On se sert également du kvasseno mleko qu'on applique directement sur des plaies blafardes de mauvaise nature et dans les brûlures, et la guérison ne se fait pas attendre longtemps.

On emploie le même lait dans beaucoup de localités chez nous, avec beaucoup de succès, contre les ictères. A cet effet, on enduit tout le corps du malade avec une espèce d'onguent de kvasseno mleko mélangé avec une certaine quantité de chlorhydrate d'ammoniaque. Le malade est placé dans un bain turc ; on lui frotte tout le corps avec cette espèce d'onguent et, au bout d'une demi-heure à peu près, il commence à s'écouler avec la transpiration cutanée du malade un liquide jaunâtre. Il suffit généralement de trois à quatre bains de ce genre pendant une dizaine de jours environ pour que toute trace de jaunisse disparaisse.

Contre les diarrhées en général, et particulièrement contre les diarrhées estivales, on se sert chez nous du kvasseno mleko que les bonnes femmes administrent au malade.

Comme nous l'avons également constaté dans nos expériences, l'action d'une température relativement basse — environ 10° C. — suspend la fermentation lactique du kvasseno mleko. KANTARDJIEFF recommande tout particulièrement une température relative-

ment basse pour la conservation pendant quelques jours du lait de brebis caillé avec la culture pure de bacille bulgare.

Dans nos expériences, nous avons constaté que le lait de brebis caillé avec de la présure ordinaire du même jour et soumis les trois à quatre premiers jours à une température aux environs de 12° C., conserve son acidité du début et le même lait exposé ensuite à une température plus haute, par exemple, 14° C. et même au delà, ne s'acidifie pas d'une manière notable les jours suivants.

La traite des brebis en Bulgarie, ayant lieu dans des conditions déplorables, le lait est souillé par toutes sortes d'impuretés. D'après HARDING, dans le lait pasteurisé, les bactéries thermophiles ne sont pas détruites. Au contraire, un grand nombre persiste et on a constaté pour cela un changement du goût du lait et de son caillage, au cours des préparations culinaires, parfois en quelques heures. Il est non moins vrai que, par le chauffage, tous les microorganismes peuvent être détruits, mais celui-ci, risquant de produire des modifications profondes dans la nature du lait, on se contente généralement de le pasteuriser à une température de 67° C. pendant trente minutes et le refroidir ensuite immédiatement. D'autre part, la pasteurisation n'est applicable qu'au lait produit selon toutes règles de l'hygiène, puisque la pasteurisation ne peut ni épurer le lait, ni remédier aux changements chimiques produits par les bactéries.

Il nous semble donc qu'il ne peut être question de pasteurisation du lait de brebis dans un but hygiénique. On devrait se contenter de le filtrer et le faire bouillir pendant quinze à vingt minutes et lui ajouter la présure d'usage quand il est refroidi à 40-42° C. pour qu'il caille normalement. Pour conserver au lait caillé de brebis une acidité relativement stable, pour plusieurs jours, on l'exposera, aussitôt la floculation terminée, aux environs de 10 à 12° C., température à laquelle la fermentation lactique est seulement suspendue et peut-être quelques ferments sont détruits, mais tous les facteurs biochimiques nécessaires et utiles du lait sont pleinement conservés.

A l'aide d'une température relativement basse, comme nous venons de l'indiquer, on peut conserver le lait de brebis caillé pendant plus d'un mois, ce qui est un grand avantage pour tout usage. Il nous semble donc que le kvasseno mleko bulgare peut être préparé dans le pays même et expédié dans le plus bref délai à l'étranger dans des wagons frigorifiques.

Actuellement, chez nous, le double agnelage se rencontre rarement. Ainsi, à partir du mois d'octobre jusqu'au mois de décembre, il n'y a pas de lait de brebis et on emploie le lait de bufflesse. Mais nous sommes d'avis que la reproduction ovine peut être organisée de façon à donner du lait durant toute l'année.

Le prix du lait de brebis chez nous aujourd'hui ne dépasse guère en moyenne 0 fr. 80 le litre et le pays en possède une production annuelle de 2.500.000 hectolitres en moyenne, dont presque la moitié pourrait être utilisée en lait caillé pour l'exportation. De la sorte, on posséderait à l'étranger du véritable kvasseno mleko bulgare avec toutes ses qualités diététiques et thérapeutiques, soit pour les hôpitaux, soit pour l'usage personnel.

REVUE

UN PROCÉDÉ AUTOMATIQUE POUR LA FABRICATION DE LA POUDRE DE LAIT

par G. GÉNIN

Ingénieur chimiste E. P. C.

Dans la préparation des produits alimentaires, ainsi que dans les nombreuses fabrications de produits chimiques, le contrôle des opérations les plus délicates peut être aujourd'hui réalisé par des appareils entièrement automatiques dont l'emploi permet d'obtenir des économies substantielles. En effet la présence de ces appareils autorise une réduction du personnel, permet de rendre continues de nombreuses fabrications et évite, par un contrôle meilleur des opérations, des malfaçons et des pertes de matière.

Parmi les produits que les industries alimentaires sont appelées à traiter, il en est peu d'aussi délicat que le lait, et la fabrication de la poudre de lait est une opération qui porte non seulement sur une matière première difficile à traiter, mais qui en outre est une opération délicate à mener en elle-même. Par exemple, les risques de surchauffe peuvent détruire les vitamines essentielles du lait et en même temps entraîner une décomposition de la caséine et favoriser l'apparition d'un goût défectueux du produit.

De nombreuses méthodes de concentration et de déshydratation du lait ont été déjà décrites. Beaucoup d'entre elles permettent d'obtenir des produits satisfaisants. Parmi ces méthodes, le mode opératoire connu sous le nom de procédé Douthitt a été un de ceux employés avec le plus de succès. Il est décrit dans les brevets américains 1.078.848 de 1913, 1.107.784 de 1914, 1.157.935 de 1915, 1.266.013 de 1918 et 1.392.656 de 1921.

Mais ce procédé, comme tout procédé reposant sur l'emploi de la température, nécessite un contrôle très précis, si on veut éviter les risques de surchauffe. Rappelons qu'il consiste essentiellement à concentrer partiellement le lait par un courant d'air chaud, puis à compléter la déshydratation en pulvérisant le lait épais dans une