

LE PHÉNOMÈNE DE « L'EXTENSIBILITÉ » DES FERMENTS (1)

par

W. M. BOGDANOW

Institut de Recherches scientifiques en Industrie laitière
(Leningradskaya obl. Pouchkine, ul. Truda, I).

Le phénomène que nous décrivons ici est tout différent de ceux qui ont été mentionnés jusqu'à présent en littérature.

Selon les données de HAMMER, l'extensibilité des ferments serait principalement occasionnée par le *Streptococcus lactis*. Ces races se distinguent par un caractère de nette aérobiose et une tendance à former des chaînes. Elles naissent en raison d'une dissociation des races primitives non muqueuses. Ordinairement ces nouvelles races ne sont pas trop stables ; ainsi après s'être mêlées aux races normales, elles ne tardent pas à être bientôt expulsées par ces dernières.

Le ferment que nous nous proposons d'étudier, nous fut envoyé de Sibérie par M^{me} A. N. RUDOMETKINA, bactériologiste, et en 1932 avait déjà servi au défunt Professeur S. A. KOROLEFF et à ses collaborateurs comme objet d'une étude sommaire. Le résultat de leurs observations les fit conclure que la flore microbienne du ferment consiste en deux éléments : 1^o de la race muqueuse et 2^o du diplocoque mobile, n'appartenant pas au groupe de bactéries d'acide lactique.

Nous résolûmes d'inclure dans notre travail l'étude de la symbiose des bactéries, comprises dans le ferment, et prenant avec cela, vif intérêt à ce que ledit ferment puisse être utilisé d'une manière pratique en industrie laitière.

Caractéristique du ferment

La couche superficielle du ferment présente une coloration jaune-orange clair se détachant nettement du reste du coagulum ; consistance très extensible, goût aigre, odeur de malt très prononcée ; l'acidité du ferment frais oscille entre 90° et 100° Thörner (2).

Dans la préparation microscopique d'un ferment l'on aperçoit clairement un grand nombre de chaînes et des diplocoques.

Analyse de la flore microbienne du ferment

Lors de l'ensemencement sur gélose-viande peptonisée l'on découvrit deux types de colonies très différentes : 1^o les unes

(1) Traduit par O. KARAKANOWSKY.

(2) Le degré Thörner vaut 2 ½ degrés Soxhlet-Henkel.

grandes et de forme irrégulière ; 2° les autres petites, aux bords bien définis.

De ces colonies l'on préleva le matériel suivant :

I. Le streptocoque à longue chaîne, immobile, Gram positif ; longueur des éléments épars 0,6 à 0,8 μ , grosseur, 0,5 μ .

La coagulation du lait après un minime ensemencement, à 30° (1 anse de platine pour chaque tube à essais) s'accomplit en 14-16 heures, son acidification à 95-100° T. (1) en 24 heures et à 110-115° T. après 7 jours.

La coagulation commence toujours dans la couche superficielle ; avec cela, le phénomène s'exprime en deux phases : 1° la « mucosification » (consistance du lait parfaitement liquide) et 2° la coagulation proprement dite.

Il arrive parfois que la coagulation du lait ne soit pas complète et que sous la première couche coagulée le lait ait gardé sa fluidité. La limite séparant les deux couches montre en ce cas une ligne transparente très distincte.

La température la plus élevée du développement atteint à peu près 25° T.

La croissance sur gélose-viande peptonisée est excessivement bonne. Les colonies profondes sont grandes et ont une forme peu régulière ; elles rappellent les colonies du *Bact. casei*. Celles de la surface sont encore plus grandes : l'on distingue une ébauche de lignes dans leur structure (probablement due à la présence des chaînes).

La culture portée sur agar-viande-peptone a l'aspect d'un filament.

L'ensemencement en gélose profonde révèle une croissance meilleure au sommet de la piqure.

D'autre part, la culture trouble le bouillon et il se forme un dépôt. Anaérobie facultatif, ce germe fermente la dextrine et le maltose.

Le lait prend une forte odeur de malt.

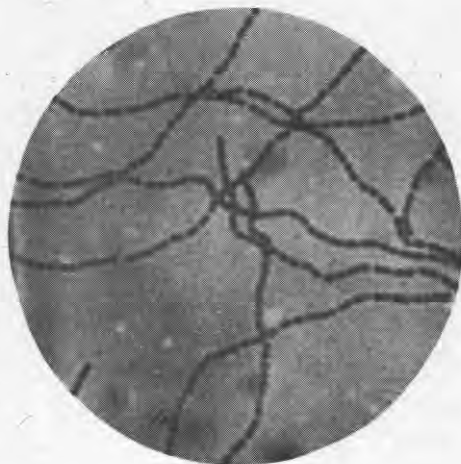


Fig. 1. — Streptocoque.

En se basant sur les caractéristiques énumérées, la souche en question doit être classée avec le *Strep. lactis*, var. maltigènes (d'après la classification de HAMMER et BAKER).

II. Le diplocoque, dont la forme des cellules ne diffère nullement de celle des cellules du streptocoque lactique, possède une mobilité très active (notons le déplacement non seulement des cellules isolées, mais des longues chaînes aussi).

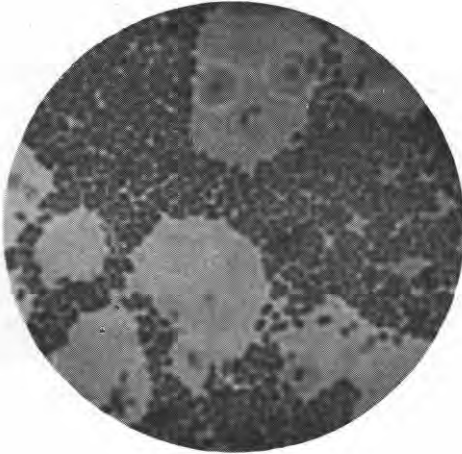


Fig. 2. — Diplocoque.

Par leur dimension, les cellules du diplocoque se rapprochent de celles du streptocoque ; elles prennent la coloration de Gram, et ne provoquent aucune acidité du lait et ne l'altèrent nullement. Il se cultive sur gélose-viande peptonisée en formant de fines colonies, plutôt arrondies en surface, tandis que les colo-

nies profondes semblent être des petites barques aux bords bien tracés.

Par leur forme, les colonies du diplocoque rappellent celles du *Streptococcus lactis*.

Avec l'acidification du milieu la croissance s'améliore grandement.

Les propriétés d'aérobiose se manifestent vivement : lors de l'ensemencement par piqûre, il se forme un voile et pendant la croissance dans le bouillon de viande peptonisée il se forme aussi un voile superficiel, lequel s'élève bien haut sur les parois du tube à essais.

Etude de la symbiose

La combinaison donnée ne saurait être jugée accidentelle, puisqu'elle est l'illustration nette de la symbiose. Cela s'est confirmé clairement lors des observations faites à propos de la stabilité du streptocoque durant son chambrage au thermostat sous 30° C. en combinaison avec le diplocoque, sans opérer en culture pure (tableau n° 1).

TABLEAU I

Combinaison	Après l'ensemencement	1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	5 ^e jour
Streptocoque ...	500.000	220.000.000	300.000.000	200.000	14.500
Strept. diplocoque	700.000	200.000.000	547.000.000	—	750.000.000
Combinaison	10 ^e jour	15 ^e jour	30 ^e jour	60 ^e jour	
Streptocoque ...	—	—	—	—	
Strept. diplocoque	120.000.000	50.000.000	37.000.000	6.000.000	

Ainsi, comme nous voyons, la culture pure du streptocoque se montra instable pendant le chambrage au thermostat et, au bout de 10 jours, disparut complètement ; cependant, en combinaison avec le diplocoque durant 2 mois, elle garda son activité et sa vitalité.

L'étude prolongée de ces cultures a, d'autant plus, confirmé nos conclusions : la culture pure du streptocoque s'affaiblissait assez vite par repiquages successifs et perdait son extensibilité. Par contre, la combinaison bactérienne déployait une stabilité extraordinaire ; les conditions du laboratoire, auxquelles elle fut soumise pendant dix ans, ne lui diminuèrent en rien son activité fermentatrice. Son extensibilité resta tout aussi intacte, sans s'être modifiée une seule fois.

Maintes fois il arriva que, pendant plusieurs mois de travail,



Fig. 3. — Consistance du Ferment.

le repiquage du ferment ne fut pas renouvelé, et, cependant le ferment ne perdait pas son activité : il suffit d'en introduire une anse dans le tube à essais contenant le lait, pour que la coagulation s'y produise en 16-18 heures.

Il se produisit un changement remarquable dans l'acidité du ferment pendant sa conservation de longue durée.

Ordinairement la coagulation du lait, à 25-30° C., s'accomplit en 10-12 heures, mais après 24 heures l'acidité oscille entre 110 et 120° T. ; elle se maintient 30-40 jours avec des modifications insignifiantes, après quoi elle commence à baisser, et, 90 jours plus tard, elle revient à son point de départ, c'est-à-dire à 18-20° T. Un chambrage prolongé devrait sans doute conduire à un abaissement d'acidité encore plus prononcé. Le phénomène en question se rapporte exclusivement à la combinaison bactérienne, puisque la culture pure du streptocoque ne provoque rien de pareil pendant la conservation. Parallèlement à la réduction de l'acidité du ferment, advient un changement du coagulum en lui-même : une peptonisation de la couche superficielle commence, et elle décompose peu à peu, complètement, la caséine. Avec cela le ferment prend une odeur de fromage ; cependant, on ne note pas d'amertume dans le goût.

Un tel phénomène marque la grande activité protéolytique de la symbiose, ce qui a été confirmé pleinement durant la vérification des différentes combinaisons bactériennes (tableau n° II).

TABLEAU II

Combinaison	Protéolyse	Commentaires
<i>Strept. lactis</i>	17,0	Les chiffres du tableau II indiquent la quantité de centimètres cubes 1/10 N de la solution d'alcool KoH, ayant servi à la neutralisation des produits de désagrégation des albumines (peptones, amino-acides) sur 100 cm ³ de ferment. Chambrage du ferment, 30 jours à 30° C.
Strept. du ferment	14,0	
Le ferment	48,0	
<i>Strept. lactis</i> +		
le Diplocoque du ferment	35,0	

Les données ci-dessus mentionnées démontrent l'énorme activité protéolytique du ferment, surpassant presque de trois fois celle des streptocoques lactiques ordinaires. L'intensification de la protéolyse résulte de l'addition du diplocoque mobile au streptocoque du ferment (ou au *Strep. lactis* habituel). Lequel de ces deux composants

du ferment provoque une protéolyse aussi intense ? Cette question n'est pas encore résolue. Il se peut que ce soit le diplocoque qui prépare le milieu propice au développement vif de l'activité fermentatrice du streptocoque, ou bien serait-ce le streptocoque qui stimule l'activité du diplocoque. Le plus probable est, que tous deux jouent un rôle.

A examiner la symbiose donnée au point de vue de son utilisation possible en industrie laitière, l'on a raison de supposer que son emploi en qualité de ferment en fromagerie (peut-être en telle ou autre combinaison avec les races communes du *Strep. lactis*) est pratiquement réalisable.

La présence d'une odeur de malt chez le ferment ne devrait point éveiller quelques défauts du goût et de l'odeur du fromage, puisque cette odeur disparaît complètement lors d'un chambrage prolongé.

L'étude des propriétés du ferment présente un énorme intérêt pratique. En fromagerie, le travail scientifique devrait être dirigé essentiellement vers le raccourcissement possible des délais de la maturation des fromages. La résolution de

ce problème exigerait, en premier lieu, une sélection de races *Strept. lactis*, douées d'une activité protéolytique extrême. Les races capables d'une protéolyse élevée (*Strept. liquefaciens*) ne sauraient être utilisées en pratique, puisqu'elles transmettent une amertume au produit.

La symbiose, que nous venons de décrire, est une combinaison précise des propriétés bactériennes, indispensables au « ferment » employé en fromagerie.

Tout en possédant la capacité de créer l'acidité désirée, le ferment, quoique doué d'un haut pouvoir protéolytique, ne transmet aucune amertume au produit.



Fig. 4. — Modification du caillot durant le chambrage.

a) Ferment frais b) Ferment âgé de 3 mois.

Conclusions

1. Le ferment extensible, dont nous avons donné la description, est une symbiose stable du *Strept. acidi lactici* (*Strept. lactis*, var. maltigènes) et du diplocoque, celui-ci n'appartenant pas au groupe des bactéries lactiques.

2. La symbiose bactérienne possède une grande activité protéolytique. Pendant le chambrage prolongé du ferment, son acidité baisse graduellement, donnant lieu à une forte peptonisation de l'albumine.

3. L'utilisation pratique dudit ferment en fromagerie est parfaitement acceptable.

LITTÉRATURE

- [1] S. A. KOROLÉFF. Les bases de la microbiologie technique en laiterie, 1932. Gossizdat-Moskwa.
- [2] B. W. HAMMER. Observations on the ropiness in Butter Cultures. *Journal of Dairy Science*, vol. XIII, n° 1, 1930.
- [3] B. W. HAMMER et P. M. BAKER. Classification of the *Strept. lactis* group. *Agric. Exp. St.*; Iowa, St. College of Agr., Dairy Section, Ames, Iowa, 1926. *Research Bull.*, n° 99.

RELATIONS DE DENSITÉ DANS LES PRODUITS LAITIERS

par

JEAN PIEN

et M^{lle} G. MAURICE

Ingénieur-Chimiste I. C. R.

Chimiste

Docteur ès Sciences.

des Laboratoires des Fermiers

Directeur des Laboratoires
des Fermiers Réunis.

Réunis.

Dans la pratique du contrôle industriel rapide du lait ou des produits laitiers (crèmes, lait écrémé, laits concentrés...) il est toujours nécessaire de connaître le taux de matière grasse au litre ou au kilogramme, la densité et, souvent aussi, l'extrait sec.

Ces trois éléments sont indispensables pour l'examen sommaire de la composition du lait en nature ; deux au moins le sont également pour certaines applications industrielles telles que le contrôle de la richesse des crèmes en poids ; dans tous les autres cas il faut évidemment toujours disposer au moins de l'un d'entre eux.

Or, il arrive que certaines de ces déterminations sont difficiles à réaliser ou même totalement impossibles dans le cas de la pratique courante de ce contrôle industriel. Il en est ainsi, non seulement du dosage direct des extraits secs, qui nécessite un examen de laboratoire proprement dit, mais encore de la détermination de