



HAL
open science

XIIe Congrès International de Laiterie, Stockholm (août 1939). LES PROCESSUS MICROBIOLOGIQUES DANS LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS

A. T. R. Mattick

► **To cite this version:**

A. T. R. Mattick. XIIe Congrès International de Laiterie, Stockholm (août 1939). LES PROCESSUS MICROBIOLOGIQUES DANS LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS. *Le Lait*, 1950, 30 (298), pp.507-521. hal-00928025

HAL Id: hal-00928025

<https://hal.science/hal-00928025>

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.

- A. NÉVOT. Contrôle bactériologique pratique des denrées alimentaires d'origine animale. *Ed. Méd. Flammarion*, Paris 1947.
- P. RINJARD. Les brucelloses et le lait. *X^e Congrès mondial de Laiterie*, Rome-Milan, 1935, in *Le Lait*, 1935, **15**, 915-928.
- M. SEELEMANN et A. FLINT. Die Gruppe C der hämolytischen Streptokokken. *Zentr. f. Bakt., Orig. I*, 1942-1943, **149**, 236-250.
- M. SEELEMANN et A. PFEFFER. Zum Nachweis der *Brucella abortus* Bang in der Milch. *Zeits. Infekt. Haust.*, 1939, **55**, 264-282.
- J. M. SHERMAN. The Streptococci. *Bacteriol. Rev.*, 1937, **1**, 1.
- H. SMITMANS et T. ESCHBAUM. Beitrag zum Nachweis von *Abortus Bang*-Bakterien in der Milch denech Tierversuch. *Zeits. Infekt. Haust.*, 1941, **57**, 302-310.
- N. STAMATIN, A. TACU et D. MARICA. L'activité hémolytique et coagulante des staphylocoques isolés à partir des infections humaines ou animales. *Ann. Inst. Past.*, 1949, **67**, 178-180.
- G. THEULIN et G. DASPET. Recherche de l'infection brucellique des vaches laitières par hémo et lacto-agglutination (méthode rapide). *Bull. Acad. Vét.*, 1946, **19**, 298-310.
- G. THEULIN et R. VUILLAUME. Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, 2^e édit., Paris, 1948.
- J. VERGE. Sur la présence du bacille de Koch dans les laits et les produits dérivés du lait. Etat actuel des recherches effectuées en France. *Rev. Path. comp.*, 1947, **47**, 37-38.

XII^e Congrès International de Laiterie

Stockholm (août 1939)

LES PROCESSUS MICROBIOLOGIQUES DANS LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS

Rapport général présenté

par

A. T. R. MATTICK

Malgré les limitations évidemment imposées par le sujet « Les processus microbiologiques dans le lait et les produits laitiers », les rapports soumis sont également remarquables pour l'hétérogénéité des problèmes étudiés que pour leur excellence ; en arrangeant ce résumé, il a donc été quelque peu difficile de préserver une séquence strictement logique. Néanmoins comme le sujet « Streptocoques lactiques et bactériophage » a évidemment été d'intérêt général, il sera traité d'une façon plus détaillée.

Bactériophage

Pour un temps considérable, particulièrement depuis que du lait pasteurisé est employé pour la production en gros du fromage, le manque d'acidité des levains a causé des pertes et des difficultés considérables dans les fromageries.

De nombreuses explications de ce phénomène ont été suggérées et de nombreuses méthodes ont été essayées, mais sans succès, pour le combattre. On a échangé pour exemple les levains ou on les a remplacés par des souches fraîches. En 1935 WHITEHEAD et COX trouvèrent que ce défaut du levain était causé par une lyse bactériophagique des streptocoques lactiques sensibles, empêchant ainsi la formation de l'acide lactique nécessaire pour la fabrication correcte du fromage. Un autre rapport fut présenté par WHITEHEAD et HUNTER au Congrès mondial de Laiterie de 1937. Depuis ce temps, des difficultés causées par le bactériophage ont été rapportées de nombreux pays et il y a peu de doute que ce défaut est responsable pour la majorité des interruptions soudaines et bien connues dans la fabrication des fromages. Il est vrai que d'autres phénomènes ont causé des difficultés d'un genre différent mais ceux-ci seront discutés plus tard.

Principalement, grâce à son effet, favorisant la production de fromage d'une qualité et d'un goût uniformes, la pasteurisation du lait est devenue récemment d'application générale. Il en résulte une destruction totale ou partielle des souches « sauvages » (wild) des streptocoques lactiques, capable de produire l'acidité nécessaire même en présence d'une attaque bactériophagique du levain il est donc possible que les faillites soient devenues plus marquées qu'auparavant, quoiqu'elles aient toujours existé.

HUNTER a démontré que les phages dont il est question ont une spécificité de souche notable et, en conséquence, les streptocoques du levain seraient en général attaqués de préférence et, en l'absence des streptocoques « sauvages », la production d'acide lactique pourrait cesser complètement.

La responsabilité du bactériophage pour la faillite de levain étant établie, on procéda à l'établissement de la source d'infection. WHITEHEAD et ses collègues crurent au début que le bactériophage provenait du levain lui-même, mais démontrèrent plus tard qu'il est transporté dans l'air, principalement par le brouillard provenant des écrémeuses de petit-lait.

Cette contamination était intense même dans les laboratoires des fromageries commerciales, mais, grâce à des précautions rigides (aseptiques), des cultures de levain non contaminé purent être conservées. Il était possible de se servir dans une fromagerie d'un

levain nouveau de souche unique pendant plusieurs semaines ou même plusieurs mois, mais à la fin, soudainement, le bactériophage apparaissait dans le petit-lait, et une forte concentration de particules s'accumulait rapidement dans l'air avec danger pour le levain. Même quand l'usage d'un levain était abandonné, on pouvait trouver le phage spécifique dans la fromagerie après plusieurs mois. Le phage persiste longtemps et NICHOLS et WOLF l'ont isolé d'un fromage âgé d'un an. Ainsi, si le levain est encore disponible, il est possible d'attribuer au phage les difficultés de production du fromage, longtemps après l'événement. Il suit que ces difficultés peuvent être transmises d'une année à l'autre si les levains utilisés sont sensibles au bactériophage persistant.

WHITEHEAD et HUNTER, dans leur rapport à ce Congrès suggèrent que les phages sont disséminés d'une façon très générale et qu'ainsi une culture exposée de levain en croissance peut être contaminée par le bactériophage spécifique.

On sait bien que les eaux d'égout sont une bonne source de bactériophage pour nombre d'organismes et MAZÉ a rapporté l'isolement, de l'excrément de porc, de bactériophages spécifiques pour souches de levains employés dans une fromagerie annexe. Il considère les fèces comme leur source.

Dans son rapport à ce Congrès, le Dr MIKLIK a décrit l'isolement, à partir des excréments de poule, de bactériophages actifs contre plusieurs souches de streptocoque lactique. Il était nécessaire pour la propagation du phage d'établir dans l'intestin des conditions permettant la croissance active des streptocoques. Le lait écrémé inoculé avec les souches était mélangé avec la nourriture et neutralisé avant d'être donné aux poules. Les tubes de bouillon inoculé avec les échantillons des fèces étaient incubés à 30° C. pendant dix-huit heures et neutralisés de temps en temps, car une acidité élevée empêche le développement du phage.

Après plusieurs passages en bouillon la résistance à l'acidité du bactériophage isolé de cette manière dépassa même celle des streptocoques lactiques. Le Dr MIKLIK étudia la résistance des bactériophages dans le bouillon à la chaleur et trouva qu'ils n'étaient inactivés complètement qu'après chauffage instantané à 90° C. ou après une demi-heure à 80° C. Ces résultats s'accordent en général avec ceux de NICHOLS et WOLF (1945). Il s'ensuit que pour assurer l'absence de phage dans le lait de levain il est nécessaire de le chauffer à une température qui donne une bonne marge de sûreté. Il semble très possible d'après les travaux de MAZÉ, MIKLIK et d'autres que le lait de ferme puisse être contaminé par des bactériophages provenant des fèces des animaux nourris avec des produits laitiers.

Ayant identifié le bactériophage comme la cause principale des faillites du levain, WHITEHEAD et ses collègues procédèrent à l'étude des méthodes pratiques pour la protection des levains contre la contamination. Ils instituèrent une manipulation soignée des cultures de levain par le personnel des fromageries, mais comme leurs mains et vêtements étaient inévitablement contaminés par le bactériophage du petit-lait, des précautions minutieuses furent nécessaires pour assurer le succès. En effet, il fallut maintenir la culture mère de la même façon que dans les laboratoires de bactériologie. Les cultures de souche unique qui possèdent en usage pratique les avantages d'activité élevée et de régularité sont néanmoins plus sujettes aux faillites soudaines que les cultures de souches mixtes. Il fut aussi nécessaire d'établir à distance de la fromagerie, un bâtiment avec une atmosphère sans bactériophage pour la propagation de la culture mère et des levains en gros. Même avec ces précautions, il était nécessaire de sceller les vases contenant le levain en gros, mais à la fin cette méthode réussit. Le coût cependant était très élevé. A présent, la prise d'air pour les vases de levain se fait par tuyau à l'extérieur de la fromagerie et l'air est libéré de bactériophage par filtration, par la chaleur, ou par rayons ultra-violet. En utilisant ces précautions d'une manière variable selon les circonstances locales il est maintenant possible de préserver des cultures à souche unique sans contamination bactériophagique même quand l'air est fortement contaminé.

Les résidus de petit-lait dans les cuves à fromage de la fromagerie sont bien entendu les sources les plus dangereuses de contamination du lait, et les auteurs Néo-Zélandais suppriment ce danger par un traitement journalier des cuves et de l'outillage avec une solution d'hypochlorite (400 p. p. m.).

Une autre source très sérieuse d'infection du lait, qui probablement ne se borne pas à la Nouvelle-Zélande, est le transport du petit-lait à un grand nombre de fermes dans des bidons à lait. Il est impossible, dans la pratique, de faire stériliser ces bidons avant d'y remettre du lait.

On s'est donc servi du fait que des souches uniques activées de *Str. cremoris* adaptées à la manufacture du fromage sont sensibles seulement à des bactériophages plus ou moins spécifiques. Une série de cultures non apparentées est donc maintenue et deux cultures cultivées séparément comme levain et mélangées dans la cuve, sont employées chaque jour.

De cette manière les faillites ont été presque entièrement éliminées en Nouvelle-Zélande. Le système de rotation d'une série de souches uniques du levain cultivé séparément et mélangé dans la cuve a aussi été décrit par MATTICK, NICHOLS et WOLF. ANDER-

SON et MEANWELL dans leur rapport à ce Congrès décrivent leur processus pour l'entretien et le contrôle de levains utilisant une rotation de cultures non apparentées. Ils se servent d'une chambre à levain séparée et font des éprouves régulières pour la présence de bactériophage actif contre chacune de leurs souches qui sont aussi employées en rotation (ANDERSON et MEANWELL). L'effet direct sur chaque culture est évalué par l'addition de 0,1% de chaque préparation de bactériophage à une culture de chaque souche de streptocoque lactique et en observant l'acidité développée dans un certain temps ; les résultats sont comparés avec ceux obtenus avec des cultures de lait sans bactériophage.

Le bactériophage naissant est décelé en ajoutant 0,1% de la préparation de bactériophage à un mélange contenant 1% de la culture en éprouve et 1% de la culture d'essai du bactériophage. Si l'activité de ce mélange est inférieure à celle de la culture d'éprouve par elle-même on juge que le bactériophage naissant est présent. Les bactériophages naissants ne sont pas rares et ils doivent être décelés pour éviter les faillites. HUNTER (1946) a récemment décrit des souches de streptocoques lactiques portant le phage et ANDERSON et MEANWELL et NICHOLS et HOYLE (1949) ont confirmé leur existence. Il n'est pas encore certain si ces souches seraient vraiment lysées ou si elles résisteraient à l'attaque de tous les phages. ANDERSON et MEANWELL décrivent aussi leur méthode pour maintenir et propager des levains, y compris l'emploi des aérosols rapporté aussi par WOLF, NICHOLS et INESON (1946). NICHOLS et HOYLE (1949) ont trouvé que la dessiccation à vide était une méthode satisfaisante pour la préservation des levains. Ces auteurs dans le même rapport ont décrit leurs travaux étendus sur la classification par phages des streptocoques lactiques, la préparation de phages adaptés, l'importance de souches à phage et l'exploration de dessins (« patterns ») de types sérologiques.

Streptocoques inhibiteurs

WHITEHEAD (1933) pendant ses recherches sur les causes de faillite du levain isola certains streptocoques produisant des substances ressemblant aux protéines qui inhibaient des organismes de proche parenté et démontra que le levain était inhibé par la substance thermostable résultant de leur croissance dans le lait à fromage, MEANWELL (1943) a aussi rapporté leur présence et HOYLE et NICHOLS les isolèrent du levain et les trouvèrent parmi des souches autrement adaptées à l'usage pratique. Ils recommandèrent l'examen de toutes les souches pour leur pouvoir inhibiteur préalablement à leur incorporation dans les levains. Leur observation explique

peut-être le fait qu'une souche peut rapidement devenir dominante dans un levain.

ANDERSON et MEANWELL dans leur rapport à ce Congrès décrivent une méthode de routine d'épreuve pour souches inhibitrices et l'isolement de souches de *Str. lactis*, résistantes aux substances inhibitrices mais ne les produisant pas elles-mêmes. Ces souches ont été employées avec succès dans les fromageries. MATTICK et HIRSCH dans leur rapport à ce Congrès mentionnent les substances antibiotiques produites par *Str. lactis*, en particulier la nisine et une autre substance, diplococcine, décrite simultanément par OXFORD. La substance, nisine, de MATTICK et HIRSCH inhibe en grande dilution beaucoup de souches de *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pneumococcus*, *Neisseria*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Actinomyces* et *Erysipelothrix*. On l'a trouvée effective *in vivo* contre les streptocoques staphylocoques, *Clostridium* et *Mycobacterium*. Récemment, de nombreux cas d'infection du pis (*Str. agalactiae*) ont été traités avec la nisine et on a trouvé que 95 % des cas furent guéris du point de vue clinique et bactériologique, après une seule introduction de 1 ml. de nisine à l'huile dans chaque quartier. Les infections staphylococciennes des pis réagissent aussi d'une façon satisfaisante.

Des résultats encourageants ont été obtenus dans une tuberculose expérimentale et dans des infections clostridiennes.

MATTICK et HIRSCH (ce Congrès) ont brièvement revu le progrès de l'identification des streptocoques lactiques communs par les méthodes physiques et surtout sérologiques. SHATTOCK a étudié les streptocoques fécaux communs dans les produits laitiers et a décrit une méthode élégante utilisant un désintégrateur mécanique pour la préparation de sérums du groupe D et d'extraits à but sérologique. Elle réussit à éviter les anomalies qui se présentent dans les études sérologiques du *Str. bovis* et décrit une méthode pour différencier les types de *Str. faecalis* du *Str. lactis*. Cette méthode emploie un bouillon tamponné à la glycine pour usage à pH 9,6 et à 45° C. Finalement, elle a remarqué que les types *Str. faecalis* produisent la décarboxylase de tyrosine qui n'est pas produite par *Str. lactis*. Ainsi l'observation originelle de GALE (1940) sur la production de la décarboxylase de tyrosine a fourni un moyen nouveau de différencier ces espèces si semblables de grande importance dans l'industrie laitière.

Nous avons déjà traité de la question importante d'activité, mais le rapport de STORRS et ANDERSON (ce Congrès) pour son approche fondamentale mérite une mention séparée.

ORLA-JENSEN a rendu un service inestimable par son travail sur les facteurs responsables pour la production d'acide par les

streptocoques lactiques, mais presque rien n'a été publié qui expliquerait les différences dans les taux de production si importants en usage.

STORRS et ANDERSON trouvèrent qu'un facteur influençant la croissance est présent dans le lait mais absent de la solution nutritive de Niven. L'extrait de levure ne remplaça pas entièrement le lait. En employant des extraits de levure et de la farine de poisson les auteurs déduisent que trois facteurs influençant l'activité sont peut-être impliqués. Le fait que les difficultés causées par le bactériophage ne se limitent pas au levain de fromage est illustré par le rapport (à ce Congrès) de NOVAK qui trouva les mêmes difficultés avec les levains pour beurre. Le phage isolé possédait la même spécificité que d'autres souches et la même résistance à la chaleur. Comme dans les fromageries la contamination de l'air était très marquée dans les laiteries et dans les fermes où le lait était ramassé, l'auteur suggère que les bactériophages du lait de mammité (*Str. mastitidis*) attaquent *Str. cremoris*.

Le beurre

DOLEZALÉK, en cherchant une méthode d'essai pour la sélection des meilleurs laits pour la production du levain pour beurre, trouva que les essais de fermentation faits sur les échantillons à 37° C. ne correspondent aucunement aux essais fait à 23° C. avec les échantillons stérilisés et inoculés. Il trouva aussi que le lait ne coagulant pas normalement à 23° C. n'était pas satisfaisant pour la préparation du levain et que la composition chimique du lait détermine sa convenance pour le même but.

SCHULZ a discuté une méthode intéressante pour la préparation et la distribution des cultures pures de levains de beurre contenant des souches appropriées de *Str. cremoris*, *Str. lactis* et *Str. citrovorus*. Il démontra que dans la préparation de levains de beurre il est important de considérer non seulement les propriétés des souches triées individuelles mais aussi des méthodes de manipulation et de propagation, et de faire régulièrement des essais de la culture elle-même.

KRENN et VALIK, et PETTE ont considéré la question intéressante et importante du mécanisme de développement du goût (flavour) dans le beurre. Depuis le travail de Van NIEL et ses collègues, on accepte généralement que le diacétyle est la substance responsable pour le goût du beurre de crème aigre. Ceci a été confirmé par PETTE dans des épreuves directes. Il trouva une relation directe entre le taux de diacétyle et les taux de goût et d'arôme établis par un groupe de juges, les échantillons riches en diacétyle étant préférés des deux points de vue. On considère que le lactose

(par exemple VIRTANEN) et l'acide citrique (par exemple BANG) sont des sources de substances aromatiques. KRENN et VALIK ont essayé de résoudre cette question en travaillant avec quatre souches de *Leuconostoc* (3 provenant de crème aigre et une de rinçures de légumes). Ils trouvèrent que ni le lactose ni l'acide citrique séparément ne donnait naissance au diacétyle ou à l'acétoïne ; les deux substances ensemble étaient nécessaires pour leur formation. Dans cette réaction le lactose peut être remplacé par plusieurs autres sucres et par les acides lactique et tartrique mais l'acide citrique ne peut pas être remplacé de cette façon.

L'acétoïne est aussi formé par *Aerobacter aerogenes* en partant du glucose seul mais pas de l'acide citrique quoiqu'elle soit formée d'un mélange de ces deux substances. Dans la décomposition du lactose, l'acide citrique réagit avec le méthyleglyoxal et l'acide kétoglutarique provenant de l'acide citrique sert comme accepteur d'hydrogène. L'aldéhyde acétique est le produit intermédiaire dans la formation de substances aromatiques par le *Leuconostoc*. Le *Leuconostoc* possède une carboxylase qui forme l'aldéhyde acétique en agissant sur l'acide pyruvique. Le *Str. lactis* ne possède pas cette carboxylase et convertit l'acide lactique seulement en acide pyruvique. PETTE souligne l'importance de l'inclusion de l'acide citrique dans toutes les épreuves sur la formation de substances aromatiques, ayant trouvé au préalable que des substances C₄ ne sont pas formées après épuisement de l'acide citrique.

PETTE dénie l'assertion que le diacétyle, l'acétylméthylcarbinol (acétoïne) et le butylène glycol sont interconvertibles et déclare cette opinion comme fausse pour les conditions dans les levains et dans la crème aigrissante. PETTE doute aussi que l'acétylméthylcarbinol soit le précurseur immédiat du diacétyle.

On croit généralement que l'oxygène est nécessaire pour la formation du diacétyle, mais la manière par laquelle il entrave la décomposition de l'acide citrique est encore discutée. Une substance, prodiacétyle, serait formée par oxydation et se décomposerait lentement pour former le diacétyle dans le beurre en conservation. Cette théorie est soutenue par l'observation que ni l'acétylméthylcarbinol ni l'acide pyruvique ni l'acétaldéhyde ni le méthyleglyoxal peuvent être oxydés dans les conditions existant dans les levains. Le diacétyle est détruit dans le beurre en formant du butylène glycol à la suite de réduction par des organismes du beurre y compris les levures.

Le potentiel O/R du levain détermine aussi la formation ou destruction du diacétyle. PETTE maintient que le diacétyle n'a pas d'effet nuisible sur le beurre conservé à basse température. ZOLLIKOFER et FUCHS ont examiné le pouvoir hydrolysant de bactéries

de nombreux groupes vis-à-vis de la matière grasse du beurre. Ils comparèrent la technique bien connue employant le sulfate de bleu de Nil avec la matière grasse du beurre ou la tributyrine en gélose avec la méthode modifiée (par FUCHS) quantitative de HISCOX, HARRISON et WOLF (1936). La plupart des organismes examinés hydrolysaient la matière grasse, mais apparemment les éthers d'acides gras de poids moléculaire bas étaient attaqués beaucoup plus intensément que les éthers d'acides gras plus élevés. Plusieurs espèces de *Pseudomonas* étaient activement lipolytiques et le même fait fut démontré à l'aide de la méthode de distillation pour des espèces alcaligènes. Les membres du genre *Micrococcus* et *Sarcina* variaient d'une façon marquée dans leur pouvoir lipolytique. Dans d'autres genres aussi le pouvoir lipolytique d'espèces individuelles variait beaucoup. La plupart des coliformes étaient faiblement lipolytiques à l'exception de *Serratia marcescens* qui était très active. Les auteurs démontrent la sélectivité des organismes étudiés pour plusieurs éthers d'acides gras. HIRTERANTA a donné un résumé excellent des processus microbiologiques dans le beurre en conservation.

Il remarque que les défauts chimiques apparaissent rapidement dans le beurre salé mais que ce sont les défauts d'origine microbologique qui causent le plus de difficulté dans le beurre neutre et frais. Il observe le fait important que les microorganismes du beurre sont principalement antioxydants et ainsi tendent à opposer les défauts de beurre dus à l'oxydation, mais que les organismes eux-mêmes (voir ZOLLIKOFER et FUCHS) peuvent causer des défauts. Avec du beurre conservé à des températures au-dessus de 0° il est impossible d'éviter les défauts microbiens.

PIRAUX et ANTOINES en cherchant à simplifier les méthodes de contrôle microbiologique furent amenés à étudier le pouvoir lipolytique des microorganismes des beurres belges. A l'aide d'un milieu contenant de la crème lavée, ils déterminèrent le pouvoir lipolytique de 172 organismes caséolytiques isolés du beurre. Dans leurs résultats qu'ils regardent comme préliminaires, à peu près 84 % des organismes étaient aussi lipolytiques, et les auteurs croient que dans d'autres cas la lipolyse était masquée par la caséolyse.

TALCE détermina par titration au formol de la solution de caséine, l'activité protéolytique, à des pH différents, d'organismes isolés du beurre. Cet auteur trouva que les membres du groupe *Subtilis, mesentericus* étaient protéolytiques au pH 6,0, 7,0 ou 8,0, et suggère que cette observation sert à expliquer le désaccord entre l'essai du pH et la perte de qualité dans le beurre.

Le fromage

DEMETER et JANOSCHEK ont étudié la production du fromage d'Emmental à partir du lait chauffé. DEMETER et ses collègues avaient rapporté préalablement que ce *Streptobacterium casei* joue un rôle dominant dans la maturation de cette sorte de fromage et qu'il existe seulement en nombres réduits dans le fromage de lait chauffé plus particulièrement dans le fromage produit au dehors de la région traditionnelle d'Emmental. Plusieurs autres auteurs ont trouvé que *Streptobacterium casei*, ajouté artificiellement, a un effet sur la maturation des fromages Backstein et Cheddar.

Les auteurs rapportent dans une série d'expériences avec du fromage de lait pasteurisé instantanément et inoculé avec une culture de *Streptobacterium casei* une amélioration, ce qui contraste avec leurs résultats antérieurs. Jugés par goût et arôme, à peu près 50% des fromages étaient de qualité. L'inoculation du lait en cuve avec une culture de *Str. thermophilus* était le meilleur moyen. L'addition de l'acide p. amino benzoïque pourrait aussi améliorer la qualité.

Les taches brunes ou brun-rose sont un défaut bien connu du fromage d'Emmental, qui a été étudié par VIRTANEN et KIURU et TOMKA. Ayant établi d'avance que le *Thermobacterium helveticum* est responsable de la maturation de ce fromage VIRTANEN et KIURU montrèrent qu'une couleur brun-rose était formée par l'action de cet organisme sur la tyrosine mais seulement en conditions d'aérobie. Ils conclurent que d'autres organismes ne prennent pas part à la production de ces taches brunes.

TOMKA aussi a travaillé sur la tache brune de l'Emmental et considère que le goût et l'apparence sont influencés par l'addition, au lait de fromage, de bactéries d'acide propionique, les taches brunes furent largement supprimées apparemment parce que en présence d'un grand nombre, la formation de colonies géantes avec coloration marquée est impossible. L'auteur ainsi est d'accord avec l'opinion préalable de BURN que les taches sont causées par les bactéries ordinaires d'acide propionique.

LIND, en travaillant avec les fromages Suisse et Emmental d'origine danoise, étudia particulièrement la production de gaz par les organismes coliformes comprenant les *Escherichia*, *Aerobacter* et les intermédiaires. Leur présence en grand nombre dans le lait de fromage est considéré comme due principalement à la contamination par les ustensiles de ferme et à la contamination après pasteurisation à la fromagerie. Un bon levain est efficace en supprimant leur croissance et en combattant leurs mauvais effets. Dans le fromage frais le nombre d'organismes coliformes peut atteindre

100 millions par gramme mais pendant la production, quand le fromage Emmental est à une température de 50° C., ils peuvent augmenter ou décroître. Evidemment ils varient dans leur résistance à la chaleur. L'examen des fromages Emmental et danois démontre que le nombre diminue rapidement avec le progrès de la maturation mais que dans des fromages mauvais ils peuvent augmenter pendant quatorze jours.

Les organismes coliformes stimulaient beaucoup la croissance de bactéries d'acide propionique et leur production d'acide volatil. Cet effet peut être désastreux en causant une production excessive de gaz dans le fromage au temps où sa condition physique ne s'accorde pas avec la formation normale des yeux.

Quoique ce ne soit pas un problème bactériologique, CSISZAR et TOMKA ont fait l'observation intéressante que la production de gaz dans le fromage enveloppé d'aluminium non protégé est due à l'interaction entre le métal et le sel ajouté pendant la production.

KIURU indique le peu d'information qui existe sur les facteurs affectant la vitesse de la fermentation à l'acide propionique dans le fromage d'Emmental. Il fermenta d'abord le lait (+ CaCO₃) à 42° C. avec le *Lactobacillus helveticus* et ajusta ensuite le pH à des niveaux différents.

Des cultures de *Propionibacterium* furent alors ajoutées et la fermentation fut continuée à 25°, l'évolution de CO₂ étant mesurée. Pour *Propionibacterium* le pH optimum fut trouvé à 6,0 et le minimum à 5,0.

Dans d'autres expériences sur le taux de fermentation on trouva que ces vitesses de fermentation propionique après la croissance de *Str. thermophilus* et *Lactobacillus helveticus* étaient à peu près les mêmes mais qu'elles étaient beaucoup ralenties après la croissance de *Lactobacillus lactis*. On attribua cette différence à la forme (d, l ou dl) des lactates produits par les organismes employés.

TOMKA a observé une amélioration d'arome quand les bactéries d'acide propionique étaient ajoutées dans la production expérimentale des fromages d'Emmental. En faisant croître des bactéries d'acide propionique dans le bouillon au lactate, il démontra que des substances aromatiques sont produites au début de la fermentation.

BARRET a étudié la dégradation de la caséine et suggère que le rapport azote soluble/azote total peut être appelé « coefficient de maturité » du fromage. En utilisant le fait que des organismes différents croissant dans des caillebottes d'acidité plus ou moins grande causent une maturation lente ou rapide, on peut produire des fromages de caractères différents. Au cours des recherches sur les organismes responsables pour la dégradation rapide de la caséine,

les activités d'une souche d'oidium et d'un « mycoderme » furent observées. Le « mycoderme » donna dans du lait stérile un rendement beaucoup plus grand d'azote aminé que l'oidium et attaqua sélectivement la caséine, sans toucher l'albumine ni la globuline. Ce fait pourrait servir de base pour une méthode d'estimation de caséine et d'albumine dans le lait. Il est aussi possible que le « mycoderme » pourrait être employé en fromagerie pour améliorer la maturation des fromages par exemple du Camembert.

KIURU l'a remarqué sur la fermentation butyrique capricieuse dans le fromage d'Emmental qui peut être excessive ou faillir complètement. Ceci indique un facteur inconnu dans cette fermentation de fromage. Pour cette raison, il étudia l'effet de la fermentation propionique. L'inoculation simultanée dans le milieu de culture de bactéries propioniques et butyriques causa le départ de la fermentation butyrique beaucoup plus tôt que quand les organismes propioniques étaient absents. On observa aussi que la fermentation butyrique commença beaucoup plus tôt en présence de sucre résiduel après une fermentation lactique, que quand l'acide lactique seul était présent.

Il apparaît clairement des rapports soumis à ce Congrès que dans la fabrication et la maturation des fromages d'Emmental, en particulier, des problèmes microbiologiques de très grand intérêt restent à résoudre.

Le lait

En Grande-Bretagne au cours des années récentes on a donné beaucoup d'attention aux essais de teneur en fraîcheur du lait cru ou pasteurisé, principalement pour assurer que le lait restera frais pour un temps raisonnable dans les maisons des consommateurs. L'absence de microorganismes pathogènes est assurée par d'autres moyens. Il est peut-être étonnant qu'un si petit nombre de rapports ait été soumis à ce Congrès car la numération par culture traditionnelle a été largement abandonnée en faveur d'autres essais. Mais PROVAN et ROWLANDS nous rappellent qu'avec le lait pasteurisé une numération élevée est d'habitude le résultat d'une contamination de la source de lait cru par des organismes thermoduriques. La proportion d'organismes thermoduriques ou autres dans le lait pasteurisé peut être évaluée par repasteurisation, dans le laboratoire, du lait pasteurisé en bouteille. De cette manière la numération par culture est encore d'importance. PROVAN et ROWLANDS trouvèrent que la teneur en fraîcheur et le nombre d'organismes thermoduriques ne sont pas corrélatifs. La contamination après pasteurisation avec des organismes qui encouragent active-

ment la faute est responsable pour le lait pasteurisé qui se conserve mal.

En vue de ce fait, les auteurs proposent un essai de réduction au bleu de méthylène pour évaluer la contamination après pasteurisation et la teneur en fraîcheur. Pour mesurer la teneur en fraîcheur il est nécessaire d'incuber les échantillons de lait à une température appropriée avant l'application des essais au bleu de méthylène, et PROVAN et ROWLANDS trouvèrent que de cette façon les essais s'accordaient en général d'une manière excellente avec les essais directs pour la teneur en fraîcheur. Ils proposent donc que pour le contrôle de routine du lait pasteurisé, les échantillons soient incubés à 18° C. jusqu'à 10 heures du matin le lendemain de la distribution et qu'un essai au bleu de méthylène soit accompli à 37° C. Si la couleur n'est pas réduite en 30 minutes, on peut s'attendre à ce que le lait se conservera d'une manière satisfaisante chez le consommateur. Une modification de cet essai est maintenant satisfaisante chez le consommateur. Une modification de cet essai est maintenant officielle en Angleterre et au Pays de Galles. Il est important de réaliser que l'essai proposé est en effet une mesure du point final de la teneur en fraîcheur, et qu'il diffère de cette manière de l'essai ordinaire de la réduction au bleu de méthylène.

HOFF a étudié les aspects plus fondamentaux de la réduction du bleu de méthylène dans le lait. La consommation d'oxygène par les bactéries lactiques fut déterminé au moyen d'une électrode à goutte de mercure. Il trouva que la consommation de l'oxygène ne dépendait pas de sa concentration dans le lait mais était proportionnelle au nombre des bactéries. Il fut impossible de déceler l' H_2O_2 d'origine bactérienne mais on trouva que dans le lait dépourvu d'oxygène il était facilement réduit.

Il serait intéressant d'observer le comportement d'organismes autres que les bactéries lactiques de la flore mixte du lait.

MCKENZIE, EGDELL, CLEGG et THOMAS ont collaboré pour contribuer à une revue excellente sur l'incidence et l'importance des organismes thermoduriques dans le lait cru. Les détails sont donnés de tests par pasteurisation au laboratoire et l'influence est décrite [des méthodes de manipulation du lait dans les fermes sur le nombre d'organismes thermoduriques. Les organismes résistant à la chaleur trouvés habituellement dans le lait sont décrits. Les auteurs soulignent que l'effet de ces organismes sur la teneur en fraîcheur du lait dépend plus de leurs types que de leur nombre.

NIKKILÄ a étudié la question de l'identité des organismes responsables pour le goût de malt dans le lait. Des auteurs nombreux avaient cru que *Str. lactis* et *Str. faecalis* étaient responsables de cette condition. Ayant démontré préalablement que l'acétaldéhyde est

la substance donnant le goût, NIKKILÄ suggère maintenant que l'organisme responsable est le *Leuconostoc*. Sans doute les Systématiques voudront vérifier cette affirmation.

Les produits laitiers

Malheureusement, un petit nombre de rapports sur les produits laitiers autres que le beurre et le fromage a été présenté, mais CROSSLEY a donné une revue admirable de la microbiologie du lait condensé. Il remarque que récemment la qualité bactériologique des produits s'est améliorée beaucoup en Angleterre, largement grâce aux meilleures conditions hygiéniques dans l'industrie. Les fermentations à levure sont maintenant presque inconnues et les défauts de conservation sont dus principalement aux ferments lipolytiques et protéolytiques d'origine microbienne. La méthode moderne de traitement rigoureux du lait par la chaleur tend à limiter ces défauts. La contamination après condensation peut être entièrement responsable de la présence des levures, moisissures et organismes coliformes causant la détérioration mais elle peut être contrôlée par des méthodes hygiéniques rigoureuses, particulièrement avec les machines à remplir et les boîtes. L'utilisation correcte du petit-lait est de grande importance et le rapport de JÄRVIK est ainsi intéressant. Dans un travail préliminaire sur la fermentation du petit-lait par une culture d'une levure fermentant le lactose et d'une moisissure de levure (КАММЕРФЕ) il trouva un rendement d'azote par litre de petit-lait beaucoup plus élevé avec une culture mixte qu'avec seulement la levure qui fermente le lactose. La moisissure de levure fermentait l'acide lactique et l'assimilait préférentiellement de lactate d'ammonium. Du petit-lait acidifié par le *Thermobacterium helveticum* et additionné d'une solution aqueuse d'ammoniaque fut fermenté avec succès par une culture mixte de la levure fermentant le lactose et de la moisissure de levure.

BIBLIOGRAPHIE

(Auteurs mentionnés autres que les Auteurs de rapports)

- ANDERSON et MEANWELL. *Journal Dairy Res.*, 1942, **13**, 58.
GALE. *Biochem. Journal*, 1940, **34**, 346.
HISCOX, HARRISON et WOLF. *Journal Dairy Res.*, 1936, **9**, 227.
HOYLE et NICHOLS. *Journal Dairy Res.*, 1948, **15**, 3, 398.
HUNTER. *Journal Hyg. Cambridge*, 1946, **44**, 264.
MATICK et HIRSCH. *Nature*, London, 1944, **154**, 551.
MATICK, NICHOLS et WOLF. *National Inst. for Research in Dairying, Shinfield, Reading*. Publication n° 794, 1944.
MAZÉ. *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 1941, **135**, 807.
MEANWELL. *Proc. Soc. Agric. Bact.*, 1943, **14**, 19.

- NICHOLS et HOYLE. *Journal Dairy Res.*, 1949, 16, 2.
 NICHOLS et WOLF. *Journal Dairy Res.*, 1944, 13, 302.
 NICHOLS et WOLF. *Journal Dairy Res.*, 1945, 14, 1 et 2, 93.
 A. E. OXFORD. *Biochem. Journal*, 1944, 38, 178.
 WHITEHEAD. *Biochem. Journal*, 1933, 27, 1793.
 WHITEHEAD et COX. *N. Z. J. Sci. Tech.*, 1935, 16, 319.
 WHITEHEAD et HUNTER. *Proc. World's Dairy Congress*, 1937, 2, 229.
 WOLF, NICHOLS et INESON. *Journal Dairy Res.*, 1946, 14, 3, 291.

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1^o LES LIVRES

Loftus Hill (G.), Ballard (S.) et Wilkinson (F.). — Rapport sur les essais du procédé Alfa de fabrication du beurre. Commonwealth of Australia Scientific and Industrial Research Organization. Dairy Research Section. Melbourne (Australie). 1950.

Le procédé Alfa a été créé en Allemagne et en Suède pendant les années de guerre ; mais n'a été porté à la connaissance des industries laitières des pays alliés que par les missions techniques et scientifiques ayant visité l'Allemagne après la guerre. A ce moment, les machines Alfa étaient déjà utilisées dans un assez grand nombre de fabriques de beurre allemandes et suédoises. Une de ces machines fut emportée en Australie en 1946 par le « Dairy Produce Board » qui l'installa à Lismore, en Nouvelle Galles du Sud.

La machine Alfa appartient aux types qui traitent la crème chaude à l'état liquide, et concentrent cette crème par centrifugation pour l'amener à la teneur en matière grasse exigée dans le beurre. Cette crème est salée puis refroidie et malaxée, ce qui solidifie la matière grasse et, en même temps, convertit la matière grasse en beurre, l'émulsion de globules de matière grasse en dispersion dans le lait écrémé étant inversée, ce qui donne une émulsion de gouttelettes de lait écrémé en dispersion dans la matière grasse de beurre solidifiée.

L'arrangement général de l'appareil Alfa est donné dans un schéma avec légende. Les appareils principaux sont la seconde centrifuge pour la crème ou concentrateur, l'unité de mélange et le transmutateur. L'arrivée à la cuve d'alimentation de la crème est généralement munie d'un flotteur afin de maintenir un niveau constant de crème pour l'alimentation du concentrateur. Le concentrateur de crème diffère d'une écrémeuse ordinaire. Une série de robinets à trois voies est reliée aux sorties de crème et de lait écrémé pour qu'on puisse renvoyer ces produits à la cuve d'alimentation aussi longtemps que des conditions convenables de fonctionnement ne sont pas atteintes. Le mélangeur en acier inoxydable d'une capacité de 55 litres est muni d'un agitateur rotatif et de deux dispositifs automatiques d'addition sur sa partie supérieure, un pour le sel et un pour l'arome. Le transmutateur se compose de trois cylindres horizontaux en acier inoxydable à bain-