

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Batna 2, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de
microbiologie et de biochimie
Intitulé du Master : Microbiologie appliquée

Microbiologie agroalimentaire

II- Microbiologie des principaux produits alimentaires

2-La microbiologie du lait

Dr. BOUAZIZ Amira
Année universitaire : 2021/2022

2- La microbiologie du lait

Le lait est, de par sa composition, un aliment de choix : il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87 % d'eau. Son pH est de 6,7. Il va être un substrat très favorable au développement des micro-organismes. Le lait est utilisé sous de nombreuses formes et il est la matière première de nombreux produits alimentaires.

2.1 Flore microbienne du lait

2.1.1 Flore originelle

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/mL). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis (Mamelle de bête laitière) et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus*) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines » mais leur action est de très courte durée (1 heure environ).

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade: ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : streptocoques pyogènes (*Streptococcus*), corynebactéries pyogènes, staphylocoques, etc.

Les germes banaux du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait. Les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxications graves qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs.

2.1.2 Flore de contamination

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines diverses :

1. Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, *Clostridium*, éventuellement Entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*), etc.
2. Sol: *Streptomyces*, *Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques, etc.;
3. Air et eau : flores divers dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées etc
4. Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, *Clostridium*

butyriques (ensilages).

5. Equipement de traite et de stockage du lait : microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*), *Leuconostoc*, etc.

Cette flore est souvent spécifique d'une usine.

6. Manipulateurs : staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectorations, de contaminations fécales,

7. Vecteurs divers (insectes en particulier): flore de contamination fécale.

Parmi ces micro-organismes, il en est d'inoffensifs, d'autres de dangereux du point de vue sanitaire, d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait.

2.2 Action de la flore du lait

2.2.1 Aspect sanitaire

Des germes pathogènes peuvent être présents dans le lait : certains sont capables de se multiplier, d'autres sont simplement transmis (dans ce dernier cas on ne les retrouvera qu'en faible quantité). La plupart des maladies graves citées ici ne sont toutefois transmises qu'exceptionnellement par le lait.

La tuberculose due aux *Mycobacterium* du lait est rare ; les brucelloses sont plus fréquentes, en particulier à partir du lait de chèvre (*Brucella melitensis* s'y développe abondamment). Des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes peuvent être causées par les Salmonella, des toxi-infections ou intoxications par les staphylocoques. Des mycotoxines peuvent aussi être présentes dans les produits laitiers, soit qu'elles proviennent d'animaux ayant consommé des aliments contaminés, soit qu'elles proviennent du développement direct de moisissures (*Penicillium cyclopium*, *viridicatum* ou *stoloniferum*) dans les poudres de lait.

2.2.2 Aspect qualitatif

De nombreux micro-organismes peuvent se développer abondamment dans le lait en entraînant par leur action des modifications de texture et de goût. Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il a subis.

-Surissement et acidification avec coagulation :

Le pH normal du lait est de 6,6. La plupart des micro-organismes du lait sont capables de fermenter le lactose en produisant une acidification qui entraîne la coagulation de la caséine. Les germes incriminés sont variables en fonction du type de contamination du lait et de la température de stockage.

De 10 °C à 37 °C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Lactococcus lactis* (ex *Streptococcus lactis*).

Au-dessus de 37 °C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* (ex *Streptococcus faecalis*) ou *Lactobacillus bulgaricus*.

-Proteolyse

Elle est favorisée par un long stockage à basse température. La proteolyse peut se manifester directement par l'odeur et par une légère alcalinisation du lait : les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*

- « Filage »

Il peut être dû à des agents non bactériens (excès de crème, coagulation de la lactalbumine par chauffage), à une action microbienne indirecte (passage de leucocytes et de fibrine dans le lait consécutivement à une mammite) ou à une action microbienne directe. Il est causé alors par les capsules mucilagineuses de bactéries telles que *Alcaligenes viscosus*, *Micrococcus*, *Enterobacter* ou *Leuconostoc*, qui se développent à faible température.

- Autres dégradations

Les Pseudomonadaceae et les sporulées (*Bacillus cereus*) peuvent dénaturer la matière grasse par oxydation des acides gras insaturés, hydrolyse, ou les deux. D'autres germes, *Pseudomonas fluorescens* ou *Alcaligenes faecalis*, peuvent provoquer une alcalinisation importante avec formation d'urée, d'ammoniac et de carbonate. *Lactococcus lactis var maltigenes* peut donner au lait un goût de caramel. Enfin des micro-organismes pigmentés peuvent entraîner des colorations parasites : bleue (*Pseudomonas syncyanea*), jaune (*Flavobacterium*) ou rouge (*Brevibacterium erythrogenes*).

2.3 Les différents types de laits.

Traitements industriels et incidence sur la flore

Du point de vue qualitatif, on peut définir à la production plusieurs types de lait : le lait normal, les laits anormaux qui proviennent d'une modification physiologique de l'animal producteur (colostrum, lait de rétention, lait de mammite, etc.) et les laits altérés qui subissent une modification les rendant impropres à la consommation avant ou après la traite. Seul le lait normal peut être commercialisé pour la consommation humaine : il peut être mis sur le marché en l'état (lait cru) ou il peut être traité industriellement pour obtenir une modification de composition ou une conservation accrue.

La composition microbiologique ainsi que les risques encourus du point de vue sanitaire ou qualitatif sont très variables selon la nature du lait. Les analyses et les normes de composition seront donc différentes pour les divers produits cités.

2.3.1 Lait cru

La flore du lait cru est abondante et susceptible d'évoluer rapidement. Il faut donc abaisser sa température à moins de 10 °C le plus rapidement possible, au mieux, dans l'heure qui suit la traite. Le lait recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle est, soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant le transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée. Le lait cru est commercialisé en vrac ou après conditionnement. Il doit toujours être maintenu au froid. La durée de conservation de ce lait est courte en raison de la possibilité du développement des germes psychrophiles (quelques jours). Le lait cru présente également un grave danger potentiel sur le plan sanitaire à cause de la possibilité de transmission d'un germe pathogène.

2.3.2 Laits traités par la chaleur

Les traitements industriels peuvent consister en une modification de composition (lait écrémé ou lait demi-écrémé par opposition au lait entier) et en un traitement thermique destiné à éliminer les éventuels germes pathogènes et à prévenir l'altération rapide et spontanée du lait. La thermisation est un traitement thermique modéré qui réduit la charge microbienne, en particulier celle de la flore psychrophile : elle est réalisée à 63-65 °C pendant 15 à 20 secondes. Ce traitement laisse subsister les sports et diverses formes végétatives et il est insuffisant pour éliminer les germes pathogènes.

La pasteurisation est un traitement thermique qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives de micro-organismes banaux et celle de tous les micro-organismes pathogènes.

La pasteurisation inactive en outre la phosphatase du lait cru ainsi que d'autres enzymes. Ceci permettra de contrôler son action. Le lait pasteurisé peut être obtenu de plusieurs façons :

- par pasteurisation à basse température (30 minutes à 65 °C) (à peu près abandonnée): LTLT (low temperature, low time)

- par pasteurisation à haute température, de 15 secondes à 72 °C à quelques secondes à 95 °C:HTST. Il peut être livré à la consommation en vrac ou conditionné. Ce lait doit être

conservé à une température inférieure à 10 °C (il n'est pas stable à température ordinaire). Sa conservation est limitée (quelques jours).

La stérilisation consiste en la destruction de toutes les formes pathogènes ou toxigènes, mais également de toutes les formes revivifiables. Le lait stérilisé est obtenu par 20 minutes de chauffage à 120 °C dans un emballage étanche. Il peut se conserver très longtemps à température ambiante. Ce traitement entraîne des modifications de couleur et organoleptiques.

Le traitement UHT (à ultra haute température) consiste à mettre le lait pendant 1 ou 2 secondes ou moins à 140-150 °C. Ce traitement détruit la plupart des formes végétatives, ce qui permet une stabilité accrue. Lorsque ces laits sont conditionnés non aseptiquement, ils ont l'appellation de lait pasteurisé ; ils doivent être stockés à basse température (6 °C) et ne se conservent que quelques jours. Lorsque ces laits sont conditionnés aseptiquement dans des récipients étanches, ils se conservent plusieurs mois à température ambiante : ils peuvent alors prendre l'appellation de lait stérilisé.

2.3.3 Lait concentré

Après pasteurisation, le lait est soit évaporé, homogénéisé et stérilisé dans un emballage étanche, par exemple 2,5 secondes à 150 °C (lait concentré non sucré), soit sucré pendant ou avant l'évaporation et emballé sans stérilisation (lait concentré sucré). Dans le premier cas, il s'agit d'une stérilisation ayant détruit les micro-organismes, dans le deuxième cas d'une stabilisation par le sucre : il n'y a qu'inhibition du développement. Le lait concentré sucré peut être altéré par des moisissures, des levures (*Zygosaccharomyces rouxii*) ou des microcoques, en particulier lorsqu'il est en vrac.

2.3.4 Lait sec

Le lait peut être séché sur cylindres ou par atomisation (il subit au préalable une pasteurisation). Le lait sec n'est pas stérile, il est stabilisé par déshydratation (obtention d'une faible activité d'eau a_w) : les traitements subis laissent subsister des bactéries sporulées aérobies ou anaérobies mésophiles ou thermophiles (respectivement *B. coagulans*, *B. stearothermophilus*; *Clostridium butyricum* ; *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Desulfotomaculum nigrificans*). Si l'humidité augmente, les laits secs peuvent être dégradés par ces bactéries ou par d'autres germes ayant contaminé au moment du conditionnement (levures et moisissures, Enterobactéries dont *E. coli*, microcoques et streptocoques B hémolytiques). Des problèmes sanitaires liés à la présence de certaines de ces bactéries, de *Staphylococcus*,

Bacillus cereus, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, ainsi qu'à celle de mycotoxines sont rares. Des produits comme le lactosérum séché ou les poudres de caséine ont un comportement similaire.

2.4 Produits lactés frais

On place dans cette catégorie les laits fermentés (qui seront traités avec les fromages; de même les produits congelés à base de lait seront traités plus loin) et les desserts lactés. D'un point de vue microbiologique, il est intéressant de classer les produits en fonction de leur pH, inférieur ou supérieur à 4,5 : dans ce dernier cas, la stabilité microbiologique est plus difficile à maintenir et impose une conservation au froid très stricte.

Les desserts lactés sont des produits variés fabriqués à partir de lait pasteurisé. Ce traitement thermique élimine tout risque lié aux bactéries pathogènes du lait mais il peut y avoir recontamination pendant la fabrication, recontamination par l'environnement ou les autres matières premières. Les accidents de fabrication sont surtout liés à la présence de levures et moisissures ainsi que de bactéries sporulées : ils sont minimisés par le maintien à basse température et favorisés par toute rupture de la chaîne du froid. Dans ces produits, le niveau des entérocoques est un bon marqueur d'hygiène.