

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

3- La microbiologie des laits fermentés et des fromages

Dr. BOUAZIZ Amira

Année universitaire : 2021/2022

3- La microbiologie des laits fermentés et des fromages

3.1 Généralités

Le lait peut être transformé, par des actions enzymatiques ou microbiennes, en produits ayant acquis de nouvelles qualités alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue.

On appelle lait fermenté, un lait pasteurisé, transformé seulement par l'action des micro-organismes et ne subissant pas d'égouttage : yaourt ou yoghourt, kéfyr, lait acidifié.

On appelle fromage un produit obtenu par égouttage, après coagulation du lait par la présure ou une protéase apparentée : un fromage peut être fermenté ou non.

3.1.1 Principe de fabrication

La transformation de la caséine joue un grand rôle dans l'élaboration de ces produits. Dans tous les cas, il y a coagulation de la caséine (« caillage »).

Cette coagulation est suivie d'une dégradation, plus ou moins poussée. Elle peut être obtenue de plusieurs façons.

- Action d'une flore lactique

C'est le cas des laits fermentés. Le lactose du lait est transformé en acide lactique : la coagulation se produit à pH 4,6. Le coagulum est pulvérulent, s'émiette facilement mais s'égoutte très difficilement. Cette action peut être spontanée ou induite par un levain lactique.

- Action de la présure

La présure est une enzyme de la caillette (partie stomacale) du veau obtenue par macération. Cette présure est rajoutée artificiellement à des taux variables ; elle agit au pH du lait et donne un coagulum. Ce coagulum est souple, élastique, imperméable, rétractile : l'expulsion de sérum s'effectue rapidement. La présure peut être remplacée par des enzymes microbiens (à partir de *Mucor miehei*, *Mucor pusillus*, *Enduthia parasitica*, etc.). Les fromages « frais » non fermentés sont fabriqués par la seule action de la présure.

- Action combinée de la présure et de la flore lactique

Selon l'action relative des deux procédés, on obtient un caillé ayant des caractéristiques différentes et qui perd plus ou moins facilement son eau et ses sels minéraux. C'est le cas de la plupart des fromages fermentés.

3.1.2 Procédés de fabrication

La fabrication des laits fermentés est simple. Le lait estensemencé et incubé : il n'y a pas d'égouttage ni d'affinage et la conservation se fait au froid.

La fabrication des fromages est plus ou moins complexe. Ils subissent des opérations diverses en fonction du type de fromage souhaité :

-égouttage : après le caillage, l'égouttage peut être spontané, amélioré par pressage, par découpage, brassage, filtration, centrifugation, etc.;

-salage : il est fréquent et peut être réalisé en surface ou dans la masse ; il modifie les conditions d'égouttage, assure une sélection de la flore en favorisant les halophiles et il est défavorable à la plupart des germes pathogènes ;

-cuisson : elle modifie les caractères de la pâte et assure une sélection de la flore thermorésistante.

Le chauffage réalisé pendant le brassage du caillé est relativement modéré (15 à 60 minutes à 52-55°C), ce qui permet à des germes non sporulés de résister;

- lavage de la croûte : il permet l'implantation surface d'une flore spécifique des «fromages à croûte lavée », en empêchant ou en ralentissant celle des moisissures.

-piquage, enrobage : ils permettent de modifier les conditions d'aération et d'orienter le développement de la flore, soit vers les micro-organismes aérobies ou aéroanaérobies, soit vers les anaérobies.

-affinage : il est plus ou moins long et consiste en une lente action exercée par les enzymes microbiennes, mais aussi par la présure et les enzymes de lait. Au cours de l'affinage, il y a dégradation plus ou moins poussée de la caséine mais aussi des matières grasses. L'oxygène, l'humidité et la température d'entreposage jouent un grand rôle.

Certains fromages subissent un étuvage

3.1.3 Divers types de fromages

En fonction de ces diverses opérations, on distingue plusieurs types de fromages.

-Fromages frais ou à pâte fraîche

Ce sont des fromages à égouttage obtenus par centrifugation ou filtration. Ils subissent essentiellement une fermentation lactique (cependant il y a souvent une légère action de la présure) et ne sont pas affinés. Leur humidité est élevée (70 à 75%).

Ils sont obtenus avec des laits pasteurisés (sauf dérogations) et sont conservés au froid. (exemples : Petit-Suisse, fromage Demi-Sel, etc.).

-Fromages à pâte molle

Ce sont des fromages obtenus par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique, mais dont la pâte n'est ni cuite ni pressée : l'égouttage est lent et réalisé par un simple découpage et éventuellement un brassage.

Leur humidité est moyenne (50 à 55 %). Leur conservation est améliorée par le froid. On distingue :

- les fromages à pâte molle « moussée, généralement à croûte moisie (Camembert)

- Fromages à pâte pressée

Ce sont des fromages obtenus par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique, et qui sont obtenus par égouttage avec découpage du caillé, brassage et pression. Leur humidité est moyenne (45 à 50 % pour les pâtes non cuites) ou faible (35 à 40 % pour les pâtes cuites ou très brassées). Leur conservation est améliorée par le froid. les fromages à pâte pressée très dure (très brassés) (Cheddar, etc.).

- Fromages fondus

Il s'agit de préparations issues de la fonte de fromages généralement à pâte pressée.

3.2. Microbiologie des fermentations fromagères

3.2.1 Fermentation lactique

La fermentation lactique spontanée (à température ambiante) est due généralement à *Lactococcus lactis* mais d'autres micro-organismes peuvent être impliqués. Ces germes interviennent donc, au côté des levains éventuellement rajoutés, dans la fermentation des fromages fabriqués à partir de lait cru. Rappelons qu'au niveau de la flore lactique on distingue les ferments d'acidification comme *Lactococcus lactis*, certains *Lc. cremoris*, parfois des lactobacilles homofermentaires, et les ferments d'arôme comme certains *Lc. cremoris*, *Lc.diacetilactis*.

Les yaourts (ou yoghourts) sont fabriqués à l'aide de lait pasteuriséensemencé par deux bactéries thermophiles : *Lactobacillus bulgaricus*, agent d'acidification, de tenue et d'arôme et *Streptococcus thermophilus*, ferment d'arôme. Il existe une synergie entre ces deux souches qui

fabriquent des composés utiles pour l'autre : peptides par la première et acide formique pour la seconde. D'autres bactéries lactiques peuvent être ajoutées comme agents probiotiques, sans intervenir nécessairement dans le process (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium*).

Les fromages frais subissent essentiellement l'action de germes d'arôme comme *Lactococcus cremoris* et *Lc. diacetylactis*. On rencontre aussi dans certains cas *Leuconostoc citrovorum*. Les fromages à pâte molle présentent une fermentation à *Lactococcus lactis*, avec intervention de ferments d'arôme : *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis*

Les fromages à pâte pressée subissent une fermentation à *Lactococcus lactis* et *cremoris* avec intervention de lactobacilles (*Lactobacillus casei*) et de *Leuconostoc*.

3.2.2 Fermentations secondaires

Elles interviennent sur le caillé et se prolongent pendant l'affinage. Évidemment, l'action de la flore lactique continue et il se produit des sélections et des successions de flores qui dépendent des conditions de fabrication.

L'affinage entraîne de nombreuses transformations biochimiques : dégradation de l'acide lactique, ce qui provoque une remontée du pH; hydrolyse des protéines et parfois des acides aminés avec désamination ; lipolyse donnant des acides gras qui sont oxydés en donnant des sous-produits aromatiques (méthylcétones, etc.). Cet affinage implique les bactéries lactiques ou leurs enzymes, des levures (*Debaryomyces*, *Candida*, *Torulopsis*), des moisissures (*Geotrichum*, *Penicillium*), des bactéries corynéformes (*Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Microbacterium*, etc.) et d'autres bactéries (*Micrococcus*). Les levures consomment l'acide lactique, de même que les moisissures. Ces dernières sont protéolytiques et lipolytiques, de même que certaines bactéries. Beaucoup de souches sont aromatiques.

Dans les fromages à pâte molle de type camembert, la « fermentation » secondaire prépondérante est réalisée par les moisissures de la croûte qui sont responsables de sa couleur blanche : *Penicillium album* ou *P. candidum* ;

Il est très difficile de mentionner toutes les espèces intervenant dans la fabrication des fromages car elles sont très nombreuses, en particulier dans le cas des produits au lait cru et dans les productions fermières.

3.3 Accidents de fabrication

Les accidents proviennent souvent de la nature même du lait : le lait peut être trop acide et coaguler avant emprésurage (est l'opération d'ajout d'un coagulant, la présure, pour obtenir du caillé) (excès de bactéries lactiques et/ou mauvaises conditions de stockage) et il peut être contaminé par des germes indésirables. Si le nombre de coliformes est trop important, il va y avoir rapidement une fermentation acide mixte ou un goût piquant pour les pâtes fraîches et par des petits trous pour les pâtes molles : *Enterobacter aerogenes* est fréquemment incriminé. Des bactéries « filantes » comme *Pseudomonas* ou *Alcaligenes* peuvent se développer en provoquant une viscosité. Il peut y avoir, sur la croûte, une apparition de germes contaminants qui peuvent être responsables d'un mauvais aspect, d'une mauvaise couleur ou d'un mauvais goût : *Aspergillus*, *Penicillium mucor*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, levures, bactéries (*Arthrobacter*, *Brevibacterium*, etc.). Il arrive souvent que l'affinage soit trop poussé avec une protéolyse et une lipolyse trop abondante. Le défaut de fabrication ne dépend pas toujours de la seule composition de la flore de départ ou des contaminants : il dépend beaucoup des conditions d'affinage et de fabrication. Réalisées dans de bonnes conditions, ces opérations ont un rôle sélectif sur la flore et empêchent le développement des flores néfastes.

3.4 Aspect sanitaire

Sauf cas particuliers, il est peu important. Les fromages, de par leur acidité et les traitements qu'ils subissent (salage, cuisson, etc.) sont très peu favorables au développement et à la survie des germes pathogènes qui sont fragiles. Le danger n'existe que pour certains types de fromages, les fromages frais ou peu affinés : c'est pour cette raison qu'on les prépare le plus souvent à partir de lait pasteurisé. Les fromages frais peuvent contenir des Enterobactéries pathogènes comme *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella* ou *Yersinia enterocolitica* (l'incidence est mineure) et *Listeria monocytogenes*. Les fromages de chèvre peuvent être vecteurs de brucellose. La pasteurisation ou la stérilisation (et dans une moindre mesure la thermisation) fréquente du lait et le contrôle sanitaire des élevages rend le risque très faible (presque nul pour *Brucella* comme pour les mycobactéries). Une autre possibilité est le développement d'un contaminant lié au matériel, à l'eau, à l'environnement ou aux manipulateurs. Les germes les plus dangereux du point de vue sanitaire sont finalement des staphylocoques enterotoxiques qui sont relativement résistants, des *Escherichia coli* entéro-pathogènes ainsi que *Listeria monocytogenes*. Notons que l'on tient compte, pour l'indice d'hygiène, du taux de coliformes. Enfin, selon certains auteurs, les fromages pourraient être contaminés par des champignons toxigènes mais ce risque est faible.