

Université Ahmed Zabana de Relizane
Faculté des sciences exactes et techniques
Département de Biologie

Cours 4



Chapitre 3

Microbiologie Alimentaire

ENSEIGNANTE DU MODULE:
Dr BENAÏSSA OUCIF H.

21 Mars, 2021

Fermentation des aliments



- La fermentation est la transformation de matière organique par des ferments, qui conduit à la modification d'un aliment (propriétés organoleptiques).
- Suite aux découvertes du XXI^{ème} siècle, on caractérise la fermentation comme « l'oxydation de composés organiques sans utilisation d'oxygène, grâce à des systèmes enzymatiques caractéristiques, avec divers composés organiques comme accepteurs d'électrons, souvent sans éjection d'électrons à l'extérieur de la cellule »

- Les fermentations alimentaires, processus utilisés depuis des milliers d'années, sont initialement employées comme système de conservation. Aujourd'hui, une grande part de notre alimentation se constitue d'aliments fermentés : yaourt, pain, fromage, vin...

Ferments



Les ferments utilisés sont de trois types,

- Bactéries
- Moisissures
- levures

Tableau 2 : Exemple d'utilisations des principales moisissures retrouvées en alimentaire ^{[7] [23]}.

ESPECES	UTILISATION
<i>Penicillium roqueforti</i>	Fromages à pâte persillée
<i>Penicilium camemberti</i>	Fromages à croûte fleurie
<i>Penicilium nalgiovensis</i>	Flore de surface du saucisson, fromages d'Ellisshauer (semblable au camembert)
<i>Penicillium album</i>	Flore de surface du saucisson, couverture de certains fromages
<i>Geotrichum candidum</i>	Affinage des fromages, fabrication de gari (condiment japonais)
<i>Mucor</i>	Flore de surface de certains fromages, transformation de produits divers
<i>Rhizopus</i>	Transformations de produit divers
<i>Aspergillus oryzae</i>	Fermentation de produits à base de riz et de soja
<i>Aspergillus niger</i>	Production de molécules diverses (acide citrique, protéase...)
<i>Fusarium solani</i>	Flore de surface de certains fromages, intervient dans la fabrication du café

Actuellement il existe une dizaine de levures utilisées dans différentes industries. La plus exploitée étant *Saccaromyces cerevisiae* utilisée dans la vinification, la panification, la fabrication de bière et de levure de boulanger. Les levures *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces carlsbergensis* et *Saccharomyces bayanus* sont aussi utilisées dans les industries alimentaires pour le lait ou la production vinicole.

LEVURES

Produits et fermentation



- Il existe différents types de fermentations. Elles sont classées en fonction des déchets produits et des ferments utilisés.

Fermentation lactique

- **Les produits laitiers:** yaourts (*Streptococcus thermophilus* vivant en symbiose avec *Lactobacillus bulgaricus*) et fromages
- **Les charcuteries:** Des Lactobacilles, Des *Micrococcaceae* dont *Staphylococcus* et D'autres ferments, des levures et des moisissures,
- **Les légumes lacto-fermentés:** Cette technique consiste à conserver les légumes en favorisant le développement de bactéries lactiques qui acidifient le milieu et inhibent ainsi la croissance des autres organismes indésirables.

Fermentation alcoolique



- Pain
- Bière
- vin

Fermentation acétique



- Fabrication du vinaigre: *Acetobacter aceti*

Fermentation propionique



- Ces ferments sont couramment utilisés dans l'industrie fromagère, notamment pour la fabrication de fromages à pâte pressée cuite du type emmental.
- Les bactéries la réalisant sont les bactéries du genre *Propionibacterium*

INDUSTRIE ALIMENTAIRE



Microorganisme en tant qu'aliments et adjuvants alimentaires



En plus d'intervenir directement dans la fabrication de produits alimentaires fermentés, plusieurs micro-organismes sont également utilisés pour la production d'enzymes ou d'autres composés servant d'additifs alimentaires. Certains micro-organismes peuvent même servir directement de nourriture pour les humains ou de fourrage pour les animaux.

Les microorganismes en tant qu'aliments

- Les micro-organismes eux-mêmes peuvent servir de nourriture pour les aliments humains (et pour les animaux). Cette idée a été suggérée dès le début du XXI siècle comme solution à la croissance rapide de la population humaine et au cortège de famines qu'elle laisse entrevoir dans l'avenir.
- Plusieurs scientifiques croient qu'une industrie produisant des micro-organismes-aliments à bon marché pourrait fournir un complément alimentaire intéressant dans les périodes difficiles. En effet, ces micro-organismes-aliments peuvent être produits en grande quantité toute l'année sur des milieux relativement simples et peu onéreux comme la mélasse et des farines, ou encore, des sous-produits agricoles et même industriels.

Protéines d'origine microbienne

SCP

- On qualifie de protéines d'origine microbienne ou SCP (single-cell protein) les produits comestibles (alimentation humaine et animale) formés exclusivement par des cellules microbiennes concentrées et séchées.
- En plus d'être riches en protéines, ces aliments contiennent un grand nombre d'autres composés nutritifs. Les avantages de cette production si l'on compare avec les sources habituelles de protéines (légumineuses, viandes, poissons...) sont principalement:
 - ❖ L'extrême rapidité de croissance des cellules microbiennes
 - ❖ Leur teneur très élevée en protéines
 - ❖ La possibilité de se servir de substrats non utilisables pour l'alimentation humaine (pelures de pommes de terre, drêche de brasserie, tige de canne à sucre, méthanol, déchets de papetière...)
 - ❖ L'absence de contraintes saisonnières, cette production étant possible toute l'année sans interruption
 - ❖ Le fait qu'elle ne nécessite pas de terres cultivables ni de grands espaces

Les cellules sont lavées, concentrées, séchées et stérilisées. Sous cette forme, la teneur en protéines digestibles est très élevée (65 à 96 %), en plus d'être une bonne source de vitamine B et d'autres nutriments.

Les protéines peuvent également être isolées des autres constituants cellulaires. Ces produits peuvent être consommés directement ou ajoutés comme ingrédients à des produits alimentaires destinés à la consommation animale ou humaine (comme des céréales) afin d'en augmenter la valeur nutritive.

APRÈS LEUR MULTIPLICATION

les microorganismes qui peuvent servir à la production de SCP

- **Bactéries** (*Acinetobacter calcoaceticus*, *Aeromonas hydrophila*, *Hydrogenomonas eutropha* et diverses espèces appartenant aux genres *Cellulomonas*, *Bacillus*, *Rhodopseudomonas*, *Mycobacterium*, *Methanomonas*, *Nocardia*, etc.),
- **Levures** (*Candida utilis* (forme parfaite *Hansenula jadinii*; *Candida lipolytica* (forme parfaite *Saccharomycopsis lipolytica*) Plusieurs autres levures ont été suggérées (*Debaryomyces hansenii*, *Hansenula polymorpha*, *Pichia* spp, *Candida* spp, *Rhodotorula* spp, *Saccharomyces* spp) ;
- **Moisissures** *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fitsarium*, *Trichoderma*
- **Algues** (*Scenedesmus acutus*, *Chlorella* spp, la cyanobactérie *Spirulina maxima*).

Lipides microbiens

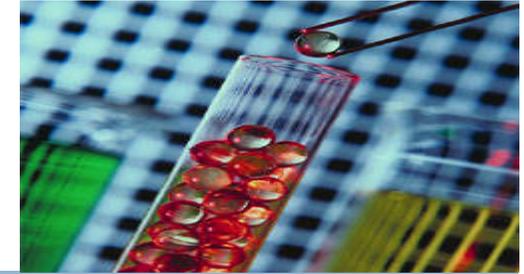
- Des lipides sont fabriqués en quantité appréciable par certaines levures et moisissures.
- La production de lipides par des micro-organismes a été pratiquée dans le passé lorsque les lipides d'origine animale ou végétale n'étaient pas disponibles en quantité suffisante.
- Des recherches se poursuivent actuellement pour atteindre un seuil de rentabilité industrielle. Les espèces de levures étudiées pour cette production sont *Candida pulcherrima*, *Torulopsis lipoferia*, *Lypomyces*, *Trichosporon pullulons* et *Rhodotorula glutinis* tandis que chez les moisissures, il s'agit surtout de *Geotrichum candidum*. Les substrats de production comprennent la mélasse, la pâte de cellulose, le bois hydrolyse et le lactosérum.
- *Nannochloropsis gaditana*

Microorganismes en tant qu'adjuvants alimentaires

À la suite des pressions des consommateurs, qui craignaient des répercussions négatives sur la santé de tous ces produits chimiques de synthèse ajoutés aux aliments, les industriels et les chercheurs se sont tournés vers les organismes vivants, principalement les micro-organismes, pour leur faire produire des additifs naturels.

La biotechnologie, qui s'est développée considérablement ces dernières années, a rendu cette production possible et de plus en plus rentable industriellement.

Acides aminés



- Plusieurs acides aminés, comme la glycine et l'alanine, sont ajoutés à certains produits alimentaires pour améliorer leur saveur. L'acide glutamique est produit à grande échelle par deux bactéries (*Corynebacterium glutamicum* et *Brevibacterium flavum*) et sert, sous forme de sel (glutamate monosodique ou GMS), de renforçateur de goût.
- L'aspartame, un édulcorant, est synthétisé à partir de deux acides aminés, l'asparagine et la phenylalanine. Il remplace avantageusement la saccharine, au goût amer, produite par synthèse chimique.
- Certains acides aminés essentiels, comme la lysine et la methionine, peuvent être ajoutés aux produits végétaux qui en contiennent peu naturellement, pour en augmenter la valeur nutritive.

Acides organiques

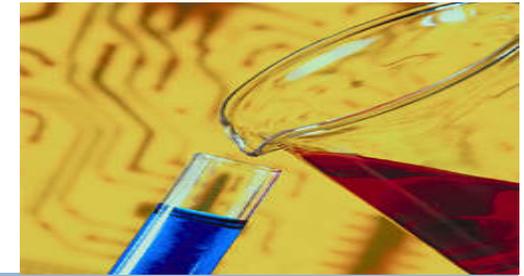
- Les acides organiques sont des additifs très utilisés dans l'industrie alimentaire. Ils peuvent servir d'agents de conservation, d'acidulants, d'antioxydants, d'émulsifiants, etc.
On peut extraire la plupart des acides organiques de cultures microbiennes car certains micro-organismes en synthétisent de grandes quantités au cours de leur métabolisme.
- Acide citrique: *Aspergillus niger* (moisissure)
Acidulant et antioxydant dans les boissons gazeuses, produits laitiers, desserts, fruits congelés, fruits et légumes en conserve...
- Acide lactique: *Lactobacillus* (bactérie); *Aspergillus griseus* (moisissure); *Rhizopus* (moisissure)
Agent de conservation et acidulant pour confitures, gelées, confiseries, boissons gazeuses, marinades, olives, poissons...
- Acide acétique, gluconique...

Arôme et parfum



- Les composés d'arômes ajoutés aux aliments peuvent provenir d'extraits naturels de fruits ou autres, mais leur coût de revient est élevé, d'où l'utilisation massive, par l'industrie alimentaire, des arômes artificiels produits par synthèse chimique.
- Depuis quelques années, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation de micro-organismes producteurs d'arômes naturels. Plusieurs mycètes et certaines bactéries synthétisent des molécules d'arômes au cours de leur métabolisme. La saveur de pêche, par exemple, est due à des lactones dont certains sont synthétisés par des levures (*Sporobolomyces odorus*, *Hansenula saturnus*).
- Certains arômes propres aux micro-organismes peuvent également servir d'additifs. Ainsi, les arômes produits par *Penicillium roqueforti* peuvent être ajoutés au lait de fromagerie pour donner au fromage un goût de bleu sans que la moisissure soit présente. Il en est ainsi pour les composés aromatiques produits par des bactéries lactiques, qui peuvent améliorer la saveur de plusieurs denrées alimentaires.

Vitamines et colorants



- La vitamine B12 peut être obtenue à partir de cultures de *Propionibacterium shermanii* et de *Pseudomonas denitrificans*. La riboflavine (B2) est produite par les moisissures *Ashbya gossypii* et *Eremothecium ashbyi*. L'ergostérol (précurseur de la vitamine D) et l'acide ascorbique (vitamine C) sont d'autres exemples où des micro-organismes interviennent dans la production. On extrait également de certaines levures (*Saccharomyces*, *Candida*...) un complexe multivitaminique servant de supplément alimentaire.
- Les colorants alimentaires ont différentes origines (extraits de végétaux, synthèse chimique), mais quelques-uns peuvent s'obtenir par voie microbienne. Ainsi, des caroténoïdes (pigments jaune orangé) peuvent provenir de levures comme *Rhodotorula gracilis* et d'autres micro-organismes. On extrait un colorant jaune, un flavonoïde, d'une souche de moisissure (*Epicoccum nigrum*).

Enzymes



- Les enzymes ont une action spécifique sur certains composés. Elles permettent la transformation rapide et efficace de ceux-ci à des températures modérées.

Au cours des fermentations alimentaires, ce sont les multiples enzymes des cellules microbiennes qui provoquent les modifications complexes observées. Il est également possible de faire intervenir des enzymes seules, en l'absence de toute cellule vivante.

- **Ex: amylase**

hydrolyse de l'amidon en sucres solubles

Sources : *Aspergillus oryzae* (moisissure), *Bacillus subtilis* (bactérie)

;Usages : Améliorer la fermentation (pain, bière) et Clarifier les jus de fruits et de légumes...