

COURS

INTRODUCTION AUX BIOTECHNOLOGIES

A l'usage des étudiants de L2

Biotechnologie

Elaboré par :

Dr. BOUSMID Ahlem

III. Biotechnologies en agronomie à des fins alimentaires

III.1. Biotransformation et conservation

La fabrication des produits alimentaires utilise des matières premières végétales, animales ou minérales qui subissent des transformations à travers divers moyens physiques (mécaniques comme le broyage ou le mélange, la chaleur, le froid...), physico-chimiques (modification de l'activité de l'eau par le salage ou le sucrage, modification du pH par l'acidification...), biochimiques (enzymes, stabilisants divers, antioxydants...) et microbiens.

III.1.1. Biotransformation A. Opérations de réduction de taille :

- Broyage** : consiste à réduire une matière solide en de très petites pièces généralement par pression ou mécaniquement (exemple : les graines de blé).
- Blutage** : étape suivant le broyage, consiste à séparer le son des graines de blé tendre de la farine.
- Sassage** : étape où le son des graines de blé dur et la semoule sont séparés (car le blé dur résiste à l'écrasement et se réduit en semoule).
- Découpage** : opération fréquente dans les chaînes de transformation, consistant à couper un produit en morceaux (exemple : découpage de viande, de fromage...).
- Séparation des composants liquides** : La séparation des mélanges vise à isoler ou séparer certains constituants présents dans les mélanges. Par exemple, les laits, jus et eaux peuvent être soumis à ce processus.
- Extrusion** : Cette technique consiste à faire passer un matériau compressé (comme la pâte) à travers un tube ayant la section de la pièce à obtenir. Elle est

utilisée dans l'industrie des pâtes alimentaires (pour obtenir différents formats de pâtes) et dans la fabrication de biscuits.

B. Opérations d'extraction, décantation et filtration :

□ **Extraction par pression** : Ce procédé extrait l'huile des graines et des noix sans avoir recours à des composés chimiques. Par exemple, l'extraction par pression est la méthode exclusive utilisée dans le traitement des huiles de caméline, ainsi que dans l'extraction du jus de fruits et de l'huile végétale (comme l'huile d'olive).

□ **Extraction par solvant** : Cette technique permet d'extraire une substance dissoute dans un solvant (phase d'alimentation) à l'aide d'un autre solvant d'extraction où elle est plus soluble. Les solvants initial et d'extraction ne doivent pas être miscibles. Par exemple, cette méthode est employée pour extraire l'huile de graines oléagineuses telles que le soja et le colza.

□ **Décantation statique** : Cette technique sépare les matières en suspension et les colloïdes regroupés en flocons après l'étape de coagulation-floculation. Elle est largement utilisée dans les usines d'épuration et de traitement des eaux usées des stations, par exemple, dans la dépollution des eaux usées des stations d'épuration.

□ **Décantation** : Cette opération unitaire sépare les particules (solides ou liquides) dispersées dans un liquide grâce à la force centrifuge générée par une rotation rapide du bol contenant le produit. Par exemple, elle est utilisée dans l'écémage du lait.

□ **Filtration** : Ce procédé de séparation permet de séparer les constituants d'un mélange comportant une phase liquide et une phase solide à travers un milieu poreux.

L'utilisation d'un filtre retient les particules de mélanges hétérogènes plus grandes que les trous du filtre, comme dans la clarification des boissons et jus d'orange ou de pomme.

C. Opérations de séparation :

□ **Distillation** : Procédé de séparation des mélanges de substances liquides ayant des températures d'ébullition différentes. Il permet de séparer les constituants d'un mélange homogène, par exemple, la distillation de l'alcool.

□ **Condensation** : Le terme "condensation" fait référence à un phénomène physique de changement d'état de la matière, impliquant le passage de l'état gazeux à l'état condensé, solide, ou parfois liquide. Dans ce dernier cas, il est plus précis de parler de "condensation liquide" ou même d'utiliser le terme "liquéfaction". Exemple : lait condensé.

□ **Cristallisation** : Cette opération unitaire du génie chimique vise à isoler un produit sous forme de cristaux. La cristallisation compte parmi les opérations physiques les plus anciennes, comme l'évaporation de l'eau de mer pour isoler du sel. Exemple : production de sucre (saccharose).

D. Opérations de mélange, texturation, mise en forme :

□ **Mélange** : Une opération fréquente dans la transformation alimentaire, elle est utilisée pour obtenir un produit lisse, homogène et de qualité constante. Exemple : le mélange des produits secs et liquides.

□ **Texturation** : Une opération commune dans la transformation alimentaire, elle est employée pour obtenir un produit lisse, homogène et de qualité constante.

□ **Granulation** : Opération de mise en forme qui consiste à lier entre elles des poudres à l'aide d'agents liants, afin d'obtenir des granulés. Exemple : farine, semoules, poudre de lait.

□ **Enrobage** : Opération par laquelle on revêt des bougies composées d'acides gras à point de fusion relativement bas, d'une enveloppe très mince d'acide stéarique à point de fusion plus élevé. Exemple : dans l'industrie de la confiserie pour le recouvrement des bonbons, pastilles, etc.

III.1.2. Conservation des aliments

Les traitements de conservation des aliments visent à préserver leur comestibilité, leurs propriétés gustatives et nutritives en inhibant le développement des bactéries, champignons, et microorganismes qu'ils contiennent, pouvant, dans certains cas, entraîner une intoxication alimentaire. Les trois méthodes utilisées pour la conservation des aliments reposent sur :

- **La chaleur** : pasteurisation, stérilisation, appertisation, semi-conserves ;
- **Le froid** : surgélation, congélation, réfrigération ;
- **Autres techniques** : conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée, lyophilisation, déshydratation et séchage, fermentation.

A. Les méthodes de conservation par la chaleur (Traitements thermiques)

Le recours à la chaleur demeure la technique la plus répandue pour assurer une conservation à long terme des aliments.

□ **Pasteurisation** : Dans le processus de pasteurisation, la température du traitement thermique reste inférieure à 100°C. Cette méthode réduit de manière significative le nombre de micro-organismes dans le produit, bien que certaines formes, telles que les spores, puissent résister. La thermo-résistance de certains micro-organismes est influencée par le milieu dans lequel ils évoluent. Le pH, par exemple, a une incidence sur leur résistance à la chaleur : plus le milieu est acide, moins la résistance thermique est élevée. La température et la durée de pasteurisation sont ajustées en fonction des caractéristiques physico-chimiques du produit et des préférences du fabricant. Après le traitement, les produits

nécessitent un refroidissement et une réfrigération pour prévenir la multiplication des bactéries non détruites. La pasteurisation figure parmi les traitements thermiques les plus respectueux des vitamines. Elle peut être aisément réalisée à petite échelle à l'aide d'un pasteurisateur, un récipient équipé d'une résistance et rempli d'eau.

□ **Stérilisation** : Cette méthode thermique s'applique à des températures supérieures à 100°C, visant à éliminer toute forme microbienne pour assurer la stabilité des denrées à température ambiante.

□ **Flash pasteurisation** : Dérivée de la pasteurisation, cette technique partage le même objectif de destruction des micro-organismes et d'extension de la durée de vie des produits. Cependant, elle préserve mieux les qualités organoleptiques des produits tels que l'odeur, le goût, la texture et les vitamines. La flash pasteurisation chauffe rapidement les produits et les refroidit tout aussi rapidement. Elle s'avère particulièrement utile dans la conservation des jus de fruits. Sur le plan technique, on trouve des pasteurisateurs simples comportant un serpentín où le jus est chauffé grâce à de l'eau bouillante.

□ **L'appertisation, également connue sous le nom de "conservation"**, est un traitement thermique visant à stériliser des denrées périssables dans des contenants hermétiques aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes (boîtes métalliques, bocaux). Les aliments sont chauffés à une température comprise entre 110 et 120°C, éliminant ainsi tous les micro-organismes ou enzymes susceptibles de les altérer ou de les rendre impropres à la consommation pendant plusieurs mois, voire des années. Bien que cette technique puisse altérer les qualités gustatives des aliments, elle présente l'avantage de préserver en grande partie leurs qualités nutritionnelles. L'appertisation est réalisée à l'aide d'un autoclave.

□ **B. Les méthodes de conservation par le froid**

□ **Le froid a pour effet d'interrompre** ou de ralentir l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes, prolongeant ainsi la durée de vie des denrées alimentaires en limitant leur altération. Cependant, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable.

□ **La réfrigération** : Cette technique consiste à abaisser la température pour prolonger la durée de conservation des aliments. À une température réfrigérée, les cellules des tissus animaux et végétaux restent en vie pendant un certain temps, et les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis. La plage de température pour les denrées périssables les plus sensibles est comprise entre 0°C et +4°C.

□ **La congélation** : La congélation permet de réduire la température d'une denrée alimentaire, solidifiant ainsi l'eau qu'elle contient. Cette cristallisation de l'eau dans la denrée diminue la disponibilité de l'eau pour des réactions biologiques, ralentissant ainsi ou stoppant l'activité microbienne et enzymatique.

La surgélation La surgélation implique la congélation rapide d'une denrée alimentaire saine et fraîche, réduisant sa température rapidement à moins 18 °C en tous points. Ce processus permet la cristallisation fine de l'eau contenue dans les cellules, limitant ainsi la destruction cellulaire. Les produits traités conservent leur texture, leur saveur et peuvent être stockés plus longtemps. Il est impératif d'étiqueter clairement les produits surgelés et de les protéger contre les variations de température lors du stockage ou du transport. Il est déconseillé de recongeler les produits après décongélation.

C. Autres méthodes de conservation

□ **Modification de l'atmosphère**

□ **Le conditionnement sous vide** réduit la quantité d'air autour de la denrée alimentaire, limitant ainsi l'action de l'oxygène. Cela prévient le développement des micro-organismes, cause fréquente de l'altération des produits, et les réactions d'oxydation responsables de la détérioration.

□ **Le conditionnement sous atmosphère modifiée (emballage hermétique)** remplace l'air autour de la denrée alimentaire par un gaz ou un mélange gazeux approprié, prolongeant ainsi sa durée de conservation. Cette technique nécessite un stockage à basse température pendant toute la durée de vie du produit, et une mention "conditionné sous atmosphère protectrice" figure sur l'étiquetage.

□ **Séparation et élimination de l'eau**

□ **La déshydratation et le séchage** consistent à éliminer partiellement ou totalement l'eau contenue dans l'aliment. Cette réduction de l'activité de l'eau empêche la prolifération des micro-organismes et ralentit la plupart des réactions chimiques ou enzymatiques de détérioration.

□ **La lyophilisation** congèle l'aliment puis le place sous vide, permettant à l'eau de passer directement de l'état solide à la vapeur (sublimation). Cette méthode conserve bien la forme et l'aspect des produits, offrant une qualité aromatique supérieure à celle des produits séchés. Elle est réservée aux denrées alimentaires à forte valeur ajoutée en raison de son coût.

□ **Le salage** soumet la denrée alimentaire à l'action du sel, soit en le répandant directement à sa surface (salage à sec), soit en l'immergeant dans une solution d'eau salée (saumurage). Utilisé en fromagerie, charcuterie et pour la conservation de certains poissons ou denrées végétales.

□ **Le saumurage** consiste à immerger divers aliments (charcuteries, fromages, poissons, condiments, etc.) dans une solution composée de sel, d'eau, d'aromates, de sucres, et éventuellement d'additifs autorisés.

□ **Procédés chimiques de conservation**

□ **Les additifs alimentaires**, autorisés sous conditions en agriculture biologique, comprennent des conservateurs et des antioxydants. Ils bloquent la multiplication des micro-organismes et des toxines, prolongeant ainsi la durée de conservation des aliments. Les antioxydants ralentissent l'oxydation, un processus généralement causé par l'oxygène ou la lumière.

□ **La lactofermentation** est une méthode de conservation qui met les aliments à l'abri de l'oxygène, stimulant la multiplication de bactéries lactiques, ce qui acidifie le milieu et inhibe les bactéries responsables de la détérioration. Les produits lactofermentés, comme la choucroute, peuvent se conserver pendant plusieurs semaines à plusieurs mois.

□ **La conservation par ajout d'acide** utilise des acides alimentaires tels que le vinaigre ou l'acide lactique pour abaisser le pH en dessous de 4, empêchant ainsi la prolifération des micro-organismes. Cette méthode permet un stockage à température ambiante.

□ **La conservation par l'alcool** détruit les micro-organismes et empêche leur développement. Bien que simple, cette méthode est rare et peut être illustrée par des exemples tels que les cerises à l'alcool. La production spécifique de cidre ou de vin est un type de transformation nécessitant des connaissances approfondies et n'est généralement pas adaptée