

Techniques de conservation des aliments

1. Introduction

La conservation des aliments est l'ensemble des procédés et techniques visant à maîtriser, ralentir ou stopper l'action des agents de dégradation afin de préserver la salubrité, la valeur nutritionnelle et les qualités organoleptiques des denrées sur une période définie.

Les enjeux dépassent largement la simple préservation :

- Sécurité sanitaire
- Réduction du gaspillage
- Valeur économique

2. Méthodes classiques de conservation

2.1.Méthodes thermiques

Efficacité gouvernée par la cinétique de destruction microbienne et enzymatique.

2.1.1. La pasteurisation

Traitement thermique modéré conçu pour détruire tous les micro-organismes pathogènes végétatifs et réduire significativement la flore totale d'altération, sans viser la destruction des spores. Le traitement est suivi d'un refroidissement rapide. L'objectif est d'obtenir un produit sûr avec une durée de vie limitée, sous réfrigération.

Plusieurs combinaisons Temps-Température sont utilisées en fonction du produit et de la qualité souhaitée.

- Applications : Lait frais, jus de fruits, sauces. Pour les jus de fruits,
- Conservation : Les produits pasteurisés ont une DLC et doivent être réfrigérés

2.1.2. La stérilisation

Le principe commun est de soumettre l'aliment à une température supérieure à 100°C pour obtenir un produit stérile, stable à température ambiante. On distingue :

- L'appertisation : stérilisation appliqué après conditionnement. L'objectif est la destruction de tous les micro-organismes viables, y compris leurs spores, pour obtenir un produit stable à température ambiante pendant plusieurs années.

Pour assurer la sécurité contre *C. botulinum*, un traitement équivalent à 3 minutes à 121°C est requis pour les aliments peu acides (pH > 4,5).

Avantage : Emballage robuste et grande diversité d'applications

Inconvénient : Traitement thermique long qui peut altérer les qualités nutritionnelles et organoleptiques

- UHT (Ultra-Haute Température) : Stérilisation hors emballage à des températures très élevées (135-150°C pendant 2 à 5 secondes) suivie d'un conditionnement aseptique dans un emballage stérile.
 - Traitement ultra-rapide qui préserve les vitamines et les caractères organoleptiques
 - Technologie complexe et coûteuse, limitée aux produits liquides ou à faible viscosité

2.1.3. Le blanchiment

Traitement thermique léger appliqué principalement aux fruits et légumes avant congélation, séchage ou mise en conserve. Ses objectifs sont multiples :

- Nettoyage
- Inactivation des enzymes
- Réduction de la charge microbienne superficielle.

2.2.Procédés par le froid

2.2.1. La réfrigération

Conservation à basse température positive (0°C à +4°C) permettant de ralentir considérablement le métabolisme des micro-organismes et les réactions enzymatiques, sans les arrêter complètement prolongeant ainsi la durée de vie des denrées périssables de plusieurs jours à quelques semaines

2.2.2. La congélation

C'est un procédé qui abaisse la température du produit en dessous de 0°C, généralement jusqu'à -18°C. La température baisse lentement, ce qui permet la formation de gros cristaux de glace qui peuvent endommager les structures cellulaires.

- Conservation jusqu'à 24 mois pour certains produits, à une température stable de -18°C.

2.2.3. La surgélation

La surgélation est un procédé ultra-rapide et industriel qui abaisse la température du produit de manière très brutale.

L'aliment est soumis à des températures extrêmement basses, de l'ordre de -30°C à -45°C, jusqu'à ce que le cœur atteigne -18°C en moins de 2 heures.

Beaucoup moins dommageables pour les cellules, préservant la qualité nutritionnelle et organoleptiques

2.3.Méthodes de conservation par contrôle de l'*aw*

L'objectif est de réduire l'*aw* privant ainsi les micro-organismes du milieu aqueux nécessaire à leur développement.

2.3.1. Séchage traditionnel à l'air chaud : on fait circuler de l'air chaud autour des aliments pendant plusieurs heures à plusieurs jours, l'eau s'évapore lentement

2.3.2. Séchage par lit fluidisé : un récipient avec de petits morceaux d'aliments par lesquels on fait passer de l'air chaud de bas en haut. L'air soulève les particules et les fait "flotter" comme dans un liquide - d'où le nom "fluidisé"

2.3.3. Séchage par rouleaux (cylindres) : On étale le produit liquide entre deux gros rouleaux métalliques chauffés, les rouleaux tournent et écrasent le produit. En quelques secondes, l'eau s'évapore et on récupère une fine pellicule sèche qui va être broyée pour obtenir de la poudre.

2.3.4. Lyophilisation : elle consiste à congeler un aliment, puis à retirer l'eau par sublimation, c'est-à-dire en faisant passer la glace directement à l'état vapeur, sans passer par l'état liquide.

C'est ce principe qui permet de sécher un produit sans le chauffer, donc sans abîmer ses qualités.

2.4.Conservation par atmosphère modifiée

L'atmosphère modifiée consiste à remplacer l'air autour de l'aliment par un mélange gazeux spécifique qui ralentit son altération. Les principales techniques sont :

2.4.1. Atmosphère modifiée

C'est le remplacement de l'air présent dans l'emballage par un mélange gazeux contrôlé.

Généralement :

- Plus de CO₂.
- Moins d'O₂.
- Un peu de N₂.

Ce procédé prolonge la conservation du produit, maintient sa couleur ainsi que sa fraîcheur. Toutefois, il nécessite l'utilisation d'une barrière plastique appropriée et une efficacité qui dépend du maintien stable du mélange.

2.4.2. Atmosphère contrôlée

Technique utilisée surtout pour les fruits et légumes stockés en entrepôt. L'atmosphère est modifiée puis maintenue en permanence par des systèmes de régulation.

- O₂ réduit.
- CO₂ augmenté.
- Température et humidité strictement contrôlées.

Le but est de ralentir la respiration végétale et retarder le vieillissement.

2.4.3. Le sous-vide

C'est une forme particulière de modification de l'atmosphère. Ce n'est pas une atmosphère "remplacée", mais une atmosphère retirée. On retire presque tout l'air de l'emballage.

Concrètement :

- O₂ devient très faible
- N₂ disparaît presque
- Pression interne fortement réduite

2.5.Méthodes de conservation par modification chimique

2.5.1. Le salage (salaison)

Le salage est l'une des méthodes les plus anciennes de conservation alimentaire. Le sel agit principalement par osmose, créant un milieu hypertonique autour des cellules microbiennes. Cette différence de concentration provoque une sortie d'eau des cellules, entraînant leur plasmolyse et inhibant ainsi leur croissance. On distingue :

- Salaison à sec : le sel est appliqué directement sur le produit. La durée de salage peut aller de plusieurs semaines à plusieurs mois.
- Saumurage: le produit est immergé dans une solution saline. Elle offre l'avantage d'une pénétration plus uniforme du sel dans le produit.

2.5.2. Le sucrage

Le sucrage repose sur un mécanisme similaire au salage, mais en utilisant le sucre pour créer une pression osmotique élevée autour des cellules microbiennes, entraînant leur déshydratation.

2.5.3. L'acidification

Elle repose sur le fait que la majorité des micro-organismes ne peuvent se développer dans des milieux acides. L'acidification se fait par :

- Ajout direct d'acides

- Fermentation naturelle

2.5.4. Le fumage

Le fumage combine action conservatrice et développement aromatique.

- Fumage à froid ($< 30^{\circ}\text{C}$) : conserve le produit sans le cuire, avec effet antibactérien principal.
- Fumage à chaud ($> 60^{\circ}\text{C}$) : combine cuisson et fumage, en ajoutant un effet thermique supplémentaire.

2.5.5. Les conservateurs (Additifs alimentaires)

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées aux aliments à l'échelle industrielle, pour assurer une fonction technique telle que la sécurité, la conservation ou l'amélioration des qualités sensorielles. Les additifs alimentaires sont identifiés par un code unique commençant par la lettre "E", suivie de trois chiffres.

- E200-E299 : **Conservateurs**
- E300-E399 : Antioxydants
- E400-E499 : Épaississants et stabilisants

Les conservateurs sont des substances ajoutées aux aliments pour prolonger leur durée de conservation en inhibant la croissance microbienne, les réactions enzymatiques ou l'oxydation. Ils assurent :

- Action antimicrobienne : Inhibition spécifique des bactéries, levures ou moisissures.
- Action anti-oxydante : Empêche l'oxydation des lipides (rancissement) et des vitamines.
- Inhibition enzymatique : Ralentit ou bloque l'activité d'enzymes responsables du brunissement.

Avantages

- Protection efficace contre les micro-organismes pathogènes et la détérioration.
- Maintien de la qualité organoleptique
- Compatibles avec d'autres méthodes de conservation

Limitations

- Usage strictement réglementé
- Certains additifs : réactions allergiques ou des sensibilités chez certaines personnes

Cas particulier : Nitrites et nitrates

Les nitrites et nitrates sont des conservateurs essentiels mais controversés, utilisés spécifiquement dans la charcuterie. Leurs rôles principaux sont:

- ✓ Action antimicrobienne puissante : Ils inhibent particulièrement *Clostridium botulinum*
- ✓ Fixation de la couleur : Ils stabilisent la couleur
- ✓ Développement de la saveur
- ❖ Dilemme sanitaire et réglementation :
 - Risque potentiel : Formation de nitrosamines dans certaines conditions
 - Réglementation stricte

3. La bio-conservation

Elle consiste à utiliser des processus biologiques naturels (micro-organismes, leurs métabolites ou des extraits naturels) pour prolonger la durée de vie des aliments, sans recourir à des conservateurs chimiques classiques.

L'objectif principal est de limiter la croissance des micro-organismes indésirables (pathogènes ou altérants) et de maintenir la qualité sensorielle.

3.1.Extraits de plantes et huiles essentielles

Exemples:

- Extrait de romarin : Antioxydant naturel
- Huile d'origan : Antibactérien puissant

3.2.Agents microbiens et enzymes

- Bactériocines : Des peptides produits par des bactéries lactiques
- Bactéries lactiques : Acidifient le milieu naturellement
- Lysozyme : Détruit les parois des bactéries

3.3.Fermentation contrôlée

Souches sélectionnées en laboratoire- Conditions maîtrisées- Résultats reproductibles

- Exemples industriels : Yaourts avec souches spécifiques

Cependant, ces méthodes présentent des limites :

- Sur le plan technique, ces solutions coûtent généralement plus cher que les conservateurs synthétiques, présentent parfois une efficacité moins régulière, et peuvent modifier le goût ou l'odeur du produit.
- Sur le plan réglementaire, même d'origine naturelle, elles doivent être autorisées comme additifs, respecter des dosages stricts et faire l'objet d'un étiquetage spécifique.

4. Nouvelles technologies de conservation

4.1. Technologies non thermiques

4.1.1. Conservation par haute pression (HPP)

Aussi connue sous le nom de procédé à haute pression hydrostatique (HPH), elle consiste à soumettre l'aliment emballé, solide ou liquide, à une très haute pression à l'aide d'un milieu transmettant la pression (généralement de l'eau). La HPH peut inactiver les microorganismes végétatifs et les enzymes présents dans l'aliment tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles.

Les spores sont résistantes et peuvent nécessiter une combinaison avec d'autres barrières.

4.1.2. Champs électriques pulsés (PEF)

Le PEF consiste à exposer les aliments liquides ou semi-liquides à des impulsions électriques très courtes et intenses, provoquant la formation de pores dans les membranes cellulaires des micro-organismes, entraînant leur inactivation.

Elle permet la conservation à température ambiante en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles.

4.1.3. Lumière pulsée

Des flashes lumineux (UV, visible et infrarouge) très intenses et très courts sont utilisés pour inactiver les micro-organismes présents sur les surfaces des aliments ou sur les emballages.

Applications :

- Désinfection des emballages.
- Traitement de surface des fruits et légumes.
- Stérilisation des épices et herbes aromatiques.

4.2. Irradiation alimentaire

L'irradiation consiste à exposer les aliments à des rayonnements ionisants afin d'inactiver les micro-organismes et d'empêcher la germination. Les rayonnements traversent l'emballage et détruisent l'ADN des microbes sans laisser de résidus radioactifs.

Types de rayonnements autorisés :

- Rayons gamma
- Faisceaux d'électrons
- Rayons X

Sécurité :

- Considérée sûre par l'OMS et la FAO
- Aucun résidu radioactif.
- Étiquetage obligatoire : logo "*radura*" et mention "traité par rayonnements ionisants".

4.3. Technologies combinées (Hurdle technology)

La hurdle technology consiste à combiner plusieurs méthodes de conservation douces plutôt que d'utiliser une seule méthode intense. L'effet cumulatif de ces barrières assure la sécurité microbienne et prolonge la durée de vie tout en préservant la qualité.

5. Innovations en emballage alimentaire

L'emballage alimentaire est un contenant conçu pour isoler temporairement un aliment de son environnement afin de le protéger, de le conserver, de le transporter et d'informer le consommateur.

5.1. Emballages actifs

Ils interagissent avec le produit pour améliorer sa conservation, au-delà de la simple protection physique. Ils agissent en modifiant l'environnement immédiat de l'aliment.

- Absorbants d'oxygène
- Absorbants d'éthylène
- Régulateurs d'humidité

5.2. Emballages intelligents

Les emballages intelligents fournissent des informations sur l'état de l'aliment ou l'intégrité de la chaîne du froid.

- Indicateurs Temps-Température (TTI)
- Indicateurs de fraîcheur

5.3. Emballages comestibles

Application d'un film fin directement sur l'aliment, qui peut être consommé sans danger, tout en améliorant la conservation.

5.4. Emballages durables

- Matériaux biodégradables
- Matériaux recyclables