

Chapitre 1. Généralités sur les procédés de transformation et de conservation

1/ Présentation

L'industrie agroalimentaire est une transformation de la matière première (fruits, légumes, lait...) en denrées alimentaires qui peuvent être conservées pour longues durées (jus, plats cuisinés, fromage...). Ces aliments doivent être conservés pour empêcher :

- la croissance microbienne,
- les réactions enzymatiques.
- l'oxydation des lipides...

Les microorganismes qui sont des êtres vivants invisibles à l'œil nu (ordre de dimension de 1 à 100 μm) sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire pour la préparation des pains et des yaourts...Mais, il y a encore des microbes qui peuvent altérer nos aliments (eg. Pourriture du pain à cause des moisissures), ce qui nécessitent des moyens performants de conservation tels que : la chaleur, les additifs, et le séchage...

2/ Procédés de conservation des aliments

2.1/ Procédés thermiques

2.1.1/ Cuisson

La cuisson est un procédé de transformation qui contribue à une stabilisation microbiologique des aliments, ainsi qu'elle améliore leur digestibilité et leur qualité hygiénique.

2.1.2/ Pasteurisation

La pasteurisation est une destruction de la totalité des germes pathogènes non sporulés ainsi que la plupart des germes banaux à une température inférieure à 100°C. Elle est essentiellement appliquée pour la conservation du lait.

2.1.3/ Appertisation

C'est une technique mise en œuvre par Nicolas Appert depuis 1800. Il s'agit d'une stérilisation simultanée du contenu (aliment) et du contenant (conditionnement= emballage) par autoclavage. Elle est appliquée pour la conservation des produits de la mer, des sauces, des jus...pendant des durées qui peuvent atteindre 5 ans.

2.1.4/ Optimisation des procédés thermiques de conservation

Les contraintes rencontrées pour un traitement thermique sont la perte de la valeur nutritionnelle par destruction des vitamines et des protéines thermolabiles, et les changements organoleptiques dus aux : brunissement par la chaleur, modifications des goûts, et rupture des émulsions.

En conséquence, l'optimisation des traitements thermiques nécessite la connaissance des cinétiques de :

- destruction des microorganismes,
- pénétration de la chaleur dans les produits traités,
- réactions secondaires, eg. destruction des vitamines et des enzymes...

Une relation linéaire, inversement proportionnelle est montrée expérimentalement entre le logarithme du nombre de cellules végétatives ($\log X$) et la durée (t) du traitement thermique.

On peut écrire :

$$\log X = a \cdot t + \log X_0 \quad (a < 0)$$

$$\log (X/X_0) = a \cdot t$$

$$X/X_0 = 10^{a \cdot t}.$$

On peut distinguer quatre catégories de traitement thermique :

- Température (T) relativement faible appliquée pendant une durée longue.
- Température intermédiaire appliquée pendant une durée intermédiaire.
- Température élevée appliquée pendant une durée courte (HTST : Hot Temperature- Short Time).
- Température très haute appliquée pendant une durée très courte (UHT : Ultra High Temperature) ($1s < t < 5s$ et $135^\circ C < T < 180^\circ C$).

2.2/ Procédés frigorifiques

2.2.1/ Réfrigération

A l'état réfrigéré ($0^{\circ}\text{C} < T < 4^{\circ}\text{C}$), le métabolisme cellulaire est seulement ralenti. Donc, les aliments périssables doivent être initialement sains pour qu'ils puissent être conservés par cette technique à court ou moyen terme.

La réfrigération permet d'allonger la durée de distribution des produits frais, tels que les viandes, les poissons, les fruits, et les légumes...

2.2.2/ Congélation

Elle consiste à abaisser la température ($-18^{\circ}\text{C} < T < -30^{\circ}\text{C}$) d'une denrée alimentaire de façon à transformer graduellement l'eau contenu dans cet aliment à l'état solide. Cela ralentit ou arrête la prolifération microbienne et l'activité enzymatique.

2.2.3/ Surgélation

C'est congeler brutalement une denrée saine et fraîche en abaissant sa température (environ -40°C) en tout point. Comme l'eau contenu se cristallise finement, le produit préserve sa texture, sa saveur, et peut être conservé plus longtemps. La surgélation est appliquée pour la conservation des poissons, des pâtes préparées, des fruits, et des légumes...

2.3/ Procédés de déshydratation

2.3.1/ Séchage

Dès l'antiquité, l'homme a conservé ses aliments (grains, fruits, poissons, viandes...) par leur séchage sous les rayons solaires. Actuellement, le séchage se fait par des méthodes variées et avancées : Microondes, Rayonnement Infra Rouge (IR), séchoirs à air chaud, fluidisation... Le séchage permet de conserver : les tomates, l'ail, l'oignon, les fruits, les céréales...

2.3.2/ Fumage

Il consiste à soumettre les aliments à l'action de composés gazeux résultant de la combustion des végétaux. Outre la conservation, cette méthode permet de modifier la saveur, la couleur, et la texture des denrées alimentaires.

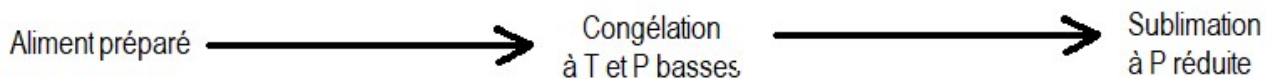
2.3.3/ Déshydratation-Imprégnation par Immersion (DII)

La DII est un procédé de prétraitement des aliments (fruits/ légumes), donc elle nécessite un traitement complémentaire (séchage, congélation...) pour assurer une bonne conservation.

Elle est basée sur la mise en contact de l'aliment avec une solution très concentrée en sel ou en sucre. Les gradients de concentrations permettent la libération de l'eau contenue dans les denrées alimentaires.

2.3.4/ Lyophilisation (Cryodessiccation)

C'est une élimination de l'eau à température (T) et pression (P) basses. Elle est surtout utilisée pour les produits thermosensibles.



2.4/ Autres techniques

Technique	Description
Méthodes physiques	
Ionisation	Les aliments sont exposés aux rayonnements ionisants tels que les rayons X pour détruire les microorganismes et les insectes. Applications: épices, fruits (fraises)...
Sous vide	L'absence d'O ₂ défavorise la croissance des bactéries aérobies. Applications: levures, cafés, dattes...
Pascalisation	Les hautes pressions (P >4000 bar) rendent les microorganismes inactivés. Applications: jus, confitures...
Microfiltration	Cette technique est principalement utilisée pour l'épuration bactérienne du lait. Les micropores sont de l'ordre de 10 ² à 10 ⁴ nm.
Méthodes chimiques	
Salage	Le sel inhibe la croissance de la plupart des microorganismes. Applications : viandes, poissons, tomates...
Additifs alimentaires	Les conservateurs (E2XX) et les acidifiants (E3XX) sont largement utilisés pour allonger la durée de vie des denrées alimentaires. Eg : acide benzoïque (E210), benzoate de sodium (E211), acide citrique (E330)...
Ajout de sucre	Les microbes ne peuvent pas se développer dans des milieux concentrés en sucre (65%) où ce dernier est fortement lié à l'eau. Applications : confitures, gelées...

Déshydratation: Elimination de l'eau.

Emulsion : Système hétérogène constitué de deux phases (Huile-Eau).

Enzyme : Biocatalyseur de nature protéique.

Lipides : Matières grasses.

Métabolisme (الأيض) : Ensemble des transformations chimiques et biologiques qui se déroulent dans l'organisme.

Optimisation : Choix des meilleures conditions d'un procédé.

Stérilisation : Elimination totale des microorganismes.