

## 5. Moyens de lutte

### 5.1. Moyens physiques

Les micro-organismes peuvent être physiquement éliminés des aliments solides et liquides par plusieurs méthodes.

#### 5.1.1. Effet de la bactofugation et de la filtration

##### 5.1.1.1. Centrifugation

La centrifugation est utilisée dans certains aliments liquides, tels que le lait, les jus de fruits et les sirops, pour éliminer les particules indésirables en suspension (poussière, leucocytes et particules alimentaires). Les particules les plus lourdes se déplacent vers l'extérieur et sont séparées de la masse liquide plus légère. Sous une force élevée, jusqu'à 90% de la population microbienne peut être éliminée. Après la centrifugation, un aliment aura moins de microorganismes thermoduriques (spores bactériennes). La centrifugation au-dessus de 5000g (bactofugation en industrie laitière) permet de diminuer la charge microbienne ce qui rend beaucoup plus efficace la pasteurisation.

##### 5.1.1.2. Filtration

La filtration est utilisée dans certains aliments liquides, tels que les boissons gazeuses, les jus de fruits, la bière, le vin et l'eau, pour éliminer les solides et microorganismes indésirables. Comme le chauffage est évité, les arômes naturels des produits et les nutriments sensibles à la chaleur (par exemple, la vitamine C dans les jus d'agrumes) sont conservés pour conférer aux produits des caractéristiques naturelles. Dans de nombreux processus de filtration, des filtres grossiers sont utilisés initialement pour éliminer les gros composants; ceci est suivi d'une ultrafiltration (0,45 à 0,7  $\mu\text{m}$ ) pour éliminer les levures, les moisissures et la plupart des cellules bactériennes et des spores des produits liquides. La filtration de l'air est également utilisée dans certaines opérations de transformation des aliments, telles que le séchage par pulvérisation du lait, pour éliminer la poussière de l'air utilisé pour le séchage.

#### 5.1.2. Destruction thermique

Le principal objectif (microbiologique) du chauffage des aliments est de détruire les cellules végétatives et les spores de microorganismes qui comprennent les moisissures, les levures, les bactéries et les virus (y compris les bactériophages). Cela est nécessaire pour conserver l'acceptation et les qualités nutritionnelles d'un aliment. Le chauffage des aliments aide également à détruire les enzymes indésirables (microbiennes et alimentaires) qui, autrement, nuiraient à la qualité d'acceptation des aliments. Ceci est particulièrement important dans les aliments conservés longtemps à température ambiante. Certains aliments peuvent également contenir des toxines naturelles et microbiennes; si une toxine est sensible à la chaleur, un chauffage suffisant la détruira, les toxines microbiennes (et naturelles) thermostables ne sont pas complètement détruites.

##### 5.1.2.1. Traitement à basse température ou pasteurisation

La température utilisée pour le traitement à basse température ou la pasteurisation est inférieure à 100°C. Les objectifs de la pasteurisation sont de détruire toutes les cellules végétatives des agents pathogènes et un grand nombre (~ 90%) de microorganismes associés (dont beaucoup peuvent



provoquer une détérioration : levures, moisissures, bactéries et virus). Dans certains aliments, la pasteurisation détruit également certaines enzymes naturelles (par exemple, la phosphatase dans le lait). Selon la température utilisée, les cellules thermoduriques des bactéries d'altération et les spores des bactéries pathogènes et d'altération survivent au traitement. Ainsi, des méthodes supplémentaires doivent être utilisées pour contrôler la croissance des survivants.

Deux méthodes de pasteurisation du lait sont utilisées pour détruire l'agent pathogène de la fièvre Q le plus résistant à la chaleur, *Coxiella burnetii* ; chauffage à 62,8°C pendant 30 min (low temperature long time: LTLT) ou 71,7°C pendant 15 secondes (high temperature short time: HTST), immédiatement le lait est refroidi à 4,44°C, emballé et maintenu à cette température jusqu'à sa consommation.

Le temps-température de la pasteurisation pour différents aliments est également spécifié par les organismes de réglementation. En plus de l'utilisation d'eau chaude (par exemple, pour le lait) ou de chaleur humide (par exemple, pour les produits à base de viande) pour chauffer certains aliments, d'autres produits, tels que les blancs d'œufs séchés et la noix de coco séchée, sont pasteurisés par la chaleur sèche : les produits sont exposés à 50 à 70°C pendant 5 à 7 jours.

### 5.1.2.2. Traitement à haute température

Le processus consiste à chauffer les aliments à 100 °C ou plus pendant une période de temps souhaitée. La température et le temps de chauffage sont sélectionnés en fonction des caractéristiques du produit et des microorganismes spécifiques à détruire. Les produits traités à haute température sont d'abord emballés dans des conteneurs puis chauffés, ou chauffés d'abord puis emballés dans des conteneurs stériles pendant qu'ils sont encore chauds (hot pack).

La stérilité commerciale est également obtenue en chauffant un aliment à très haute température pendant une courte période. Ce processus est appelé traitement à ultra-haute température (ultrahigh temperature : UHT). Le lait chauffé à env. 150°C pendant 2 à 3 s peut être stocké à température ambiante ( $\leq 30^\circ\text{C}$ ) et le produit a généralement une durée de conservation de 3 mois.

### 5.1.3. Inhibition à basse température ou Conservation

Le principal objectif microbiologique de la conservation à basse température des aliments est de prévenir ou de réduire la croissance des micro-organismes : réduire ou empêcher l'activité catalytique des enzymes et la germination des spores. De nombreux fruits et légumes frais sont conservés à des températures comprises entre 10 et 20°C ou moins, principalement pour réduire leur métabolisme.

#### 5.1.3.1. Réfrigération

La température spécifiée pour la réfrigération domestique des aliments est de 4 à 5°C. Pour les produits périssables,  $\leq 4,4^\circ\text{C}$  est considéré comme une température de réfrigération souhaitable. Les unités commerciales peuvent utiliser des températures aussi basses que 1°C pour la réfrigération des aliments périssables (comme la viande et le poisson frais) avec un contrôle de l'humidité relative et l'espacement correct des produits.

#### 5.1.3.2. Congélation

La température minimale utilisée dans les congélateurs domestiques (dans le réfrigérateur) est de  $-20^\circ\text{C}$ , une température à laquelle la plupart de l'eau libre dans un aliment reste congelée. La glace carbonique ( $-78^\circ\text{C}$ ) et l'azote liquide ( $-196^\circ\text{C}$ ) peuvent également être utilisés pour la congélation instantanée. Après congélation, la température des aliments est maintenue entre  $-20$  et  $-30^\circ\text{C}$  et



l'aliment peut être conservé à température réfrigérée pendant des mois, voire plus d'un an. Les produits crus (légumes, fruits), la viande, le poisson, les produits transformés et les produits cuits (prêts à consommer après décongélation et réchauffement) sont conservés par congélation. Les microorganismes ne se développent pas à  $-20^{\circ}\text{C}$  dans les aliments surgelés. Une décongélation accidentelle ou une décongélation lente peut faciliter la croissance des survivants (altération et microorganismes pathogènes).

### 2.1.1. Radiations

Les rayons  $\gamma$  (photons) ont un pouvoir de pénétration élevé ( $\sim 40$  cm d'épaisseur) et peuvent être considérés comme efficaces et économiques pour une utilisation dans les aliments. Un comité d'experts de l'OMS a recommandé l'irradiation des aliments jusqu'à un certain niveau de dose (10 kGy). Ce niveau est actuellement approuvé dans plus de 30 pays pour une utilisation dans la viande, le poisson, les légumes, les fruits et les céréales.

L'irradiation d'un aliment a pour objectif de détruire les microorganismes qu'il porte. La mort microbienne est principalement associée à des dommages à l'ADN et l'efficacité antimicrobienne des rayonnements ionisants augmente à mesure que la dose augmente. Cependant, les toxines ou les enzymes indésirables dans un aliment ne sont pas détruites. L'irradiation est un processus de stérilisation à froid dans la mesure où la température d'un aliment n'augmente pas pendant le traitement, et donc les aliments irradiés ne montrent pas certains effets néfastes de la chaleur sur la qualité des aliments. Cependant, l'irradiation peut provoquer l'oxydation des lipides et la dénaturation des protéines alimentaires, en particulier lorsqu'elle est utilisée à des doses plus élevées.

Les microorganismes varient considérablement dans leur sensibilité aux rayonnements ionisants (et UV). Selon la taille, les moisissures sont plus sensibles que les levures, qui sont plus sensibles que les bactéries; celle-ci sont plus sensibles que les virus (y compris les phages). Parmi les bactéries, celles à Gram- sont plus sensibles que celles à Gram+ et les bâtonnets sont plus sensibles que les cocci.

Certaines souches, désignées comme résistantes aux radiations, ont des systèmes métaboliques efficaces pour réparer les dommages cellulaires (en particulier les ruptures d'ADN simple et double brin et les dommages de base). Il s'agit notamment de certaines souches bactériennes importantes dans les aliments, telles que *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*. Les spores sont assez résistantes à l'irradiation, probablement parce que leur teneur en eau est très faible. Les spores de *Clostridium botulinum* de type A et de *Bacillus pumilus* sont probablement les plus résistantes à l'irradiation. Généralement, les spores de *Bacillus* (aérobies) sont moins résistantes que les spores de *Clostridium* (anaérobies). L'irradiation peut provoquer des mutations dans certaines cellules microbiennes d'une population.

L'unité actuelle de l'irradiation est le gray (Gy). Quand 1 kg de nourriture absorbe l'énergie de 1 joule, il a reçu une dose de 1 Gy. Selon les autorités internationales de santé et de sécurité, les aliments irradiés jusqu'à 10000 Gy (10 kGy) sont considérés comme sûrs. Les niveaux de dose létale approximatifs pour les différents microorganismes ont été suggérés comme suit: moisissures, levures, cellules bactériennes, 0,5 à 10 kGy; spores bactériennes, 10 à 50 kGy; virus, 10 à 200 kGy. Ainsi, au niveau recommandé de 10 kGy, les spores de *Clo. botulinum* ne sont pas détruites dans les aliments (elles ont besoin d'environ 30 à 60 kGy), bien que les cellules des bactéries pathogènes (et d'altération) soient détruites. Des doses moyennes (1 à 10 kGy) sont utilisées pour contrôler les agents pathogènes d'origine alimentaire afin d'augmenter la sécurité et la stabilité des aliments réfrigérés.



## ❖ Termes spécifiques

### • La Radurisation

C'est un rayonnement destiné à détruire les bactéries d'altération dans les aliments à pH et  $A_w$  élevés, en particulier les psychrotrophes à Gram- dans la viande et le poisson et les levures et les moisissures dans les aliments à pH faible et à faible  $A_w$ . Le traitement est généralement plus doux ( $\approx 1$  kGy). Les produits doivent être emballés et réfrigérés.

### • La Radicidation

Il s'agit du rayonnement des aliments pour détruire les formes végétatives des pathogènes d'origine alimentaire. Le niveau de dose utilisé est env. 2,5 kGy à 5,0 kGy. Les bactéries et les moisissures pathogènes sont détruites et non les spores. Certaines souches résistantes peuvent survivre (souches de *Salmonella typhimurium*). Les produits irradiés sont stockés à  $\leq 4^\circ\text{C}$  pour éviter également la germination et la croissance des spores de *Clo. botulinum*.

### • La Radappertisation

Cette méthode implique l'irradiation des aliments à une dose élevée ( $\approx 30$  kGy) pour détruire les spores de *Clo. botulinum*. Cette méthode n'est pas recommandée pour une utilisation dans les aliments.

Actuellement, les fruits, légumes, viandes et poissons frais irradiés sont approuvés dans plus de 37 pays et sont utilisés dans des pays comme la France, la Belgique, les Pays-Bas et les États-Unis. Les aliments irradiés ont un logo spécial (figure 1) avec les mots «traités par rayonnement» ou «traités par irradiation», pour l'information des consommateurs.

## ❖ Rayonnement UV

Les microorganismes sont particulièrement sensibles à la lumière UV entre 200 et 280 nm. En raison de son faible pouvoir de pénétration, elle a été utilisée pour inactiver les microorganismes à la surface des aliments (viande, poisson et pain) ainsi que dans l'air et sur les murs, les étagères et les équipements dans la zone de manipulation et de transformation des aliments. De plus, les liquides, tels que l'eau et les sirops, en couches minces ont été traités aux UV.

On conclut, l'irradiation, comme la chaleur, tue les cellules microbiennes et détruit leurs spores à un taux qui dépend essentiellement du niveau de dose, du temps d'exposition et du type microbien. Bien que les aliments irradiés se soient révélés sûrs selon plusieurs études, de nombreux consommateurs les considèrent comme dangereux. En conséquence, l'irradiation est utilisée de manière limitée dans les aliments.



Symbole international d'irradiation des aliments

Figure 1 : symbole international d'irradiation des aliments.