

Génie des procédés alimentaires liés à la transformation industrielle et à la conservation

I- La transformation alimentaire

Introduction

- La transformation des aliments se pratique depuis que l'homme a commencé à vivre en communauté, il y a des milliers d'années.
- Les aliments produits sont issus de la transformation d'une matière première animale ou végétale.
- La plupart des aliments doivent être préparés pour être plus intéressants à consommer.
- Les denrées qui restent à l'air libre se dégradent, moisissent et pourrissent naturellement.
- A l'état brut, les céréales, les légumes, la viande et le poisson sont désagréables au goût, et certains aliments sont dangereux à consommer s'ils n'ont pas été transformés.
- Même les noix, le lait et les fruits, qui peuvent être consommés tels quels, peuvent être transformés en une grande variété de produits.
- Ces transformations nécessitent souvent l'intervention de micro-organismes.

Définition

- **Transformation** : Fabrication des produits alimentaires comestibles à partir de matières premières relativement non comestibles

Facteurs intervenant dans la transformation des aliments

Les procédés mis en œuvre peuvent être classés en fonction du mécanisme principal qui les gouverne :

- Les procédés physiques : font intervenir la température, les contraintes mécaniques, l'irradiation. Les procédés membranaires, les différentes formes de transfert de **chaleur**, la cuisson-extrusion et le broyage sont des éléments de cet ensemble.
- Les procédés biotechnologiques : sont fondés sur les **fermentations** et l'emploi des **enzymes**.
- Les procédés chimiques : peu pratiqués dans les filières alimentaires.

1- La cuisson

La cuisson est l'opération qui modifie par la chaleur, ou par des radiations (micro-onde), l'aspect physique et la composition chimique des aliments, pour le rendre plus digeste, plus appétissant et plus savoureux.

Utilité de la cuisson

- Transformer les aliments afin de les rendre aisément absorbables et plus facilement assimilables.
- Développer, réduire ou transformer leurs principes odorants pour les rendre plus appétissants et plus agréables au goût.
- Extraire les sucs et saveurs des substances alimentaires ou les allier à d'autres ou les concentrer.
- Détruire les propriétés nocives de certains aliments (parasites, acides, éthers, agents de décompositions, microbes, ferments) qui pourraient les altérer.

Action de la chaleur sur les principes alimentaires

Les constituants alimentaires peuvent subir différentes transformations selon leur traitement.

CHANGEMENTS D'ÉTAT DE L'EAU

L'eau existe sous trois états physiques différents : liquide, solide et gazeux et peut passer de l'un à l'autre. L'eau peut subir :

- la fusion (solide à liquide) : lorsque l'eau est portée à plus de 0°C,
- la solidification (liquide à solide) : lorsque l'eau est portée à moins de 0°C,
- la vaporisation (liquide à gazeux) : lorsque l'eau est portée à ébullition (100°C) ou évaporation.

GLUCIDES

- **La caramélisation** : lorsque les glucides, du sucre par exemple, sont additionnés d'un peu d'eau et chauffés, un sirop se forme : le sucre a fondu. Avec l'évaporation de l'eau, il va ensuite au-delà de son point de fusion et prend une couleur brune.
- **La carbonisation** : lorsque la chauffe continue au-delà de la caramélisation, des gaz combustibles se dégagent à leur tour, engendrant un foisonnement de la masse et son noircissement.
- **La gélification et l'empois d'amidon** : lorsque de l'amidon, de la farine par exemple, est mélangé à de l'eau chaude, une suspension liquide, semblable à un gel, se forme ; ce sont les empois d'amidon : la solution s'est épaissie et liquéfiée.

LES SELS MINERAUX

Se dissolvent puis se dénaturent

LES VITAMINES

Détruites par la chaleur surtout C et B

LES LIPIDES

- **La fusion** : sous l'effet de la chaleur, la matière grasse fond (à l'inverse, sa solidité et sa fermeté sont plus importantes au froid ou à température ambiante).
- **La décomposition** : si la chauffe se poursuit trop longtemps, une fumée au goût désagréable se dégage de la matière grasse. Au-delà de ce point de fumée, ses acides gras se décomposent et deviennent toxiques.

LES PROTÉINES

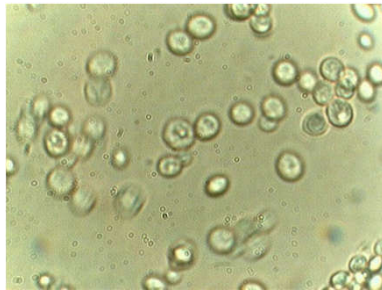
- **La coagulation** : sous l'effet de la chaleur, les protéines se précipitent et deviennent insolubles (par exemple, à la cuisson, un œuf se solidifie). L'eau froide permet de stopper cette transformation.
- **L'hydrolyse** : sous l'effet de la chaleur et d'un peu d'humidité, des acides aminés aromatiques, composants des protéines, sont libérés par la destruction des liaisons peptidiques donnant du goût à l'aliment.

2- La fermentation

Certains aliments comme le pain, le yaourt ou le fromage ne proviennent pas directement d'un être vivant. Ils résultent de la transformation d'une matière organique (sucres) par des micro-organismes (bactéries, champignons et moisissures).

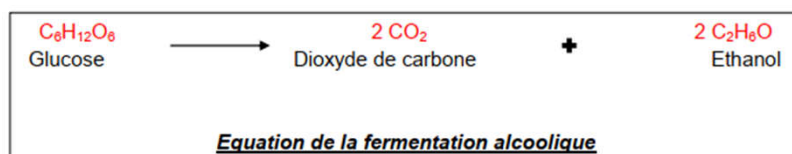
Fabrication du pain

- Lors de la fabrication du pain, une matière première, la farine est mélangée avec de l'eau du sel et de la levure.
- La levure est un champignon microscopique utilisé dans la fabrication de divers aliments et boissons (pain, vin...).



Levures observées au microscopique

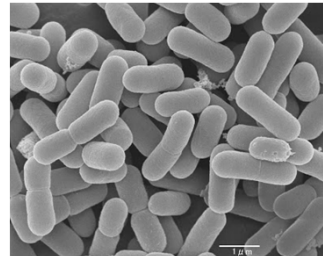
- La farine subit des transformations. La levure se développe, consomme les glucides et produit de l'alcool et un gaz le dioxyde de carbone qui fait gonfler la pâte : c'est une fermentation.



- L'action des levures dépend de la température (20 à 25°C). On parle de transformation biologique.
- A la cuisson, l'amidon et la croûte se forment. Le gaz s'échappe et l'alcool se volatilise et s'échappe.
- Le pain apporte des sucres lents et des protéines nécessaires aux besoins alimentaires de l'Homme.

Les produits laitiers fermentés

- Le lactose contenu dans le lait peut subir une fermentation par différentes bactéries lactiques : elles transforment le lactose en acide lactique ➡ **fermentation lactique**.
- Cette fermentation entraîne l'acidification du lait et la coagulation des protéines
- Cette baisse de pH combinée à un haut taux de bactéries lactiques dans le produit, confère une protection contre les pathogènes sensibles à des valeurs de pH acide.



*Bactéries lactiques
(lactobacillus)*

- De plus, il peut y avoir ajout de *Bifidobacterium*. Cette bactérie est présente au sein de notre intestin et son ajout permet une meilleure digestibilité du produit.
- La fabrication s'effectue à partir de lait écrémé préalablement chauffé pendant 1 heure à 93°C.
- Puis le produit est refroidi jusqu'à atteindre une température de 37°C, température à laquelle le *Lactobacillus* est introduit afin de commencer la fermentation lactique.

Exemple des produits laitiers :

- Fabrication de yaourt,
- Fabrication de fromage : d'autres micro-organismes (moisissures) peuvent se développer à la surface de la croûte donnant aux différents fromages leur aspect spécifique.

II- La conservation alimentaire

Introduction

- Certains micro-organismes pathogènes peuvent se développer dans les aliments et entraîner des toxi-infections.
- L'homme a toujours cherché des moyens de conserver les denrées alimentaires pour assurer sa survie en période d'abondance des cultures, afin d'éviter la famine durant des périodes défavorables (fin d'hiver, année à faible production...).
- La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de micro-organismes.

Définition

Conserver correctement des aliments consiste à garder le meilleur des propriétés gustatives et nutritives de ceux-ci tout en évitant que des bactéries et micro-organismes ne se développent.

A- Les micro-organismes et les aliments

- La plupart de nos aliments constituent des milieux favorables à la croissance de divers micro-organismes. En effet, les aliments contiennent diverses matières organiques pouvant être consommées par des bactéries ou des champignons (moisissures).
- Le développement de ces micro-organismes sur un aliment modifie ses qualités et peut entraîner une putréfaction (modification de l'aspect, odeurs nauséabondes,...).
- Les aliments sont alors détériorés. C'est la raison pour laquelle la mise sur le marché d'un certain nombre d'aliments est accompagnée d'une date limite de consommation, au-delà de laquelle l'aliment n'est plus considéré comme comestible.



B- Les méthodes utilisées pour la conservation des aliments

Pour éviter le développement des micro-organismes sur les aliments, trois catégories de conservation des aliments ont été utilisées:

- 1) la chaleur : pasteurisation, stérilisation, appertisation, semi-conserves
- 2) le froid : surgélation, congélation, réfrigération
- 3) Autres moyens de conservation : conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée, lyophilisation, déshydratation et séchage, fermentation, salage, confisage, saumurage, fumage ou fumaison, ionisation, etc.

1- La conservation par la chaleur

- Le traitement des aliments par la chaleur la plus importante technique de conservation de longue durée.
=> Détruire ou inhiber les enzymes et les microorganismes et leurs toxines.
- On distingue la pasteurisation lorsque le chauffage est inférieur à 100°C et la stérilisation lorsqu'il est supérieur à 100°C.

a- La pasteurisation

- Technique utilisée pour le lait, les produits laitiers notamment.
=> Détruire les microorganismes pathogènes et d'altération.
- Ce traitement thermique doit être suivi d'un brusque refroidissement puisque tous les micro-organismes ne sont pas éliminés et qu'il est nécessaire de ralentir le développement des germes encore présents.
- Les aliments pasteurisés sont ainsi habituellement conservés au froid (+4°C).
- Les produits pasteurisés sont de bonnes qualités organoleptiques. Les macro-nutriments sont bien conservés ainsi que les vitamines.