

# Chapitre I: incidence des traitements sur les propriétés des constituants alimentaires

## I. Introduction

Un processus technologique vise entre autre à appliquer des opérations unitaires afin de transformer les matières premières en produit fini. Ces étapes vont entraîner des modifications favorables ou défavorables de l'aliment (qualité hygiénique, organoleptique, physico-chimique et nutritionnelle).

Parmi les types de traitements; on distingue

- Les traitements physiques: l'utilisation de la température (cuisson, pasteurisation, stérilisation...), radiations (UV), oxygène...
- Les traitements chimiques: traitement alcalin, acide (produit laitier). De plus de nombreuses transformations peuvent induire une diminution de la valeur nutritionnelle ou engendrer des produits de dégradation toxique.

**a. Modification des glucides:** les amidons sont peu digestibles. Leur digestibilité est augmentée par la cuisson qui provoque une gélatinisation facilitant la dégradation enzymatique dans l'intestin.

**b. Modification des protéines:** la congélation n'a pas d'effet par elle-même, lors de la décongélation on peut observer quelques pertes par diffusion.

**c. Modification des lipides:** au cours de la préparation culinaire ou des traitements, les corps gras peuvent subir de nombreuses transformations qui affectent leur valeur nutritionnelle et qualité organoleptique. Les graisses s'oxydent en fonction du degré d'insaturation des acides gras. Le rancissement à l'air ou en présence de l'oxygène est favorisé par la lumière et la chaleur

## **II. Les propriétés fonctionnelles des constituants alimentaires**

L'aliment est un système hétérogène constitué de plusieurs phases présentant des différences de masse volumique. Les propriétés fonctionnelles des constituants (protéine, polysaccharide, lipide) sont l'expression de leurs caractéristiques physicochimiques. Les différentes fonctionnalités sont à l'origine d'interactions moléculaires. On distingue trois types de propriétés:

- ❖ Les propriétés d'hydratation: qui sont dues aux interactions constituant-eau: absorption, gonflement, viscosité, propriétés épaississantes....
- ❖ Les propriétés de texture: dues aux interactions molécule-molécule
- ❖ Les propriétés de surface (interfaciales): les interfaces eau/huile des émulsions ou eau/gaz (mousses); ces interfaces sont stabilisées par des molécules amphiphiles.

### **II.1. Les propriétés d'hydratation**

Lors de la fabrication du pain ou de saucisses, les protéines sont dotées de ces propriétés d'hydratation qui leur permettent d'absorber et de retenir l'eau grâce aux liaisons hydrogène avec les molécules d'eau environnantes. En plus des protéines, les polysaccharides présentent un fort pouvoir épaississant. exemple: l'amidon qui est souvent utilisé en tant qu'agent épaississant pour augmenter la viscosité des saucisses et des potages.

### **II.2. Les propriétés de gélification**

Il s'agit d'une propriété intéressante utilisée dans l'élaboration des produits alimentaires par la réalisation d'une structure solide; les propriétés des pectines les plus importantes du point de vue technologie alimentaire est leur aptitude à former des gels (confitures).

#### **Remarque**

À l'exception de la gélatine, ce sont tous les polysaccharides composés d'hexose, de pentose ou d'acide uronique, ils sont couramment ajoutés dans les biscuits, soupes, desserts....

### **II.3. Propriété moussante**

Une mousse est une dispersion d'une bulle de gaz dans une phase liquide. Parmi les constituants alimentaires, les protéines jouent un rôle important dans la formation de mousses ; le cas des desserts (crème fouettée, blanc en neige...).

### **II.4. Propriété émulsifiante**

Les émulsifiants permettent d'obtenir un mélange homogène et stable à partir de deux phases non miscibles, une phase huileuse et une phase aqueuse. Ces molécules possèdent une partie polaire (qui ont une affinité pour l'eau) et une partie apolaire ou lipophile (qui a une affinité pour l'huile). De telles molécules peuvent se placer à l'interface entre la phase huileuse et la phase aqueuse (monoglycéride, diglycéride, phospholipides..).

## Chapitre II: Réactions de scission

### I.1. Hydrolyse des glucides

**I.1.1. Hydrolyse du lactose:** cette hydrolyse s'effectue soit par voie chimique (pH 2 et à une température proche de 100°C) ou par voie enzymatique en présence d'une  $\beta$ -galactosidase issue des moisissures (genre *Aspergillus*) ou des levures (*Kluveromyces*). Les hydrolyses s'effectuent avec les enzymes libres qu'il convient d'inactiver par traitement ou d'éliminer par filtration.

L'hydrolyse du lactose en glucose et galactose permet d'améliorer la qualité nutritionnelle des aliments destinés aux personnes intolérantes au lactose, à accroître sa solubilité et son pouvoir sucrant et de doubler son pouvoir réducteur.

Parmi les applications industrielles:

- Lait à lactose hydrolysé
- Industrie de deuxième transformation: chocolaterie, biscotterie, confiserie...

### I.1.2. Hydrolyse du saccharose

L'hydrolyse du saccharose peut être réalisée par l'invertase (à partir des levures) ou par hydrolyse acide à température élevée. Le produit formé s'appelle "sucre inverti"; on parle d'inversion car le pouvoir rotatoire de la solution vis à vis de la lumière polarisée est inversé par l'hydrolyse; il passe de  $\alpha_D=66,5-20^\circ$ .

**Conséquence:** l'inversion provoque une augmentation du poids sec de la solution, une élévation de la saveur sucrée et une augmentation de la solubilité des sucres (solubilité élevée du fructose). Cette possibilité d'augmenter la concentration des sucres en solution est particulièrement utilisé pour la production des sirops de sucre.

### I.1.3. Hydrolyse de l'amidon

L'amidon est constitué de deux polysides: l'amylose, chaîne linéaire D-glucose liée en  $\alpha$  (1-4) et l'amylopectine, chaîne de D-glucose liée en  $\alpha$  (1-4) sur laquelle on trouve des chaînes ramifiées de liées en  $\alpha$  (1-6). Les principales sources d'amidon utilisées en industries agroalimentaires sont les céréales (maïs, blé...) et les tubercules (pomme de terre).

L'hydrolyse de l'amidon peut se faire par voie acide, enzymatique ou combinée. L'hydrolyse acide est une attaque aléatoire de chaîne d'amidon. Elle conduit à la formation de chaîne linéaires ou ramifiées avec peu de molécules de D-glucose libre; à l'inverse, les enzymes ont une spécificité d'action:

Endo-enzymes=  $\alpha$ -amylase (hydrolyse des liaisons  $\alpha$  (1-4))

Exo-enzymes= hydrolyse des extrémités non réductrices

Enzyme débranchante= pullulanase (hydrolyse des liaisons  $\alpha$  (1-6))

Parmi les produits de dégradation d'amidon:

**a-Maltodextrines:** sont obtenues par voie acide, enzymatique ou combinaison de traitement, elles sont constituées de mélange de différents sucres: glucose, maltose, maltotriose, oligosaccharide, polyoside) issus de l'hydrolyse de l'amidon dans des proportions qui dépendent de leur degré d'hydrolyse qui est mesuré par le dextrose équivalent (DE). Le dextrose est représenté par le D-glucose; plus l'hydrolyse est poussée et plus l'ensemble en sucre simple est élevé.

La limite du DE pour une maltodextrine est de 20%. Au-delà, le produit a pour appellation "**sirop de glucose**".

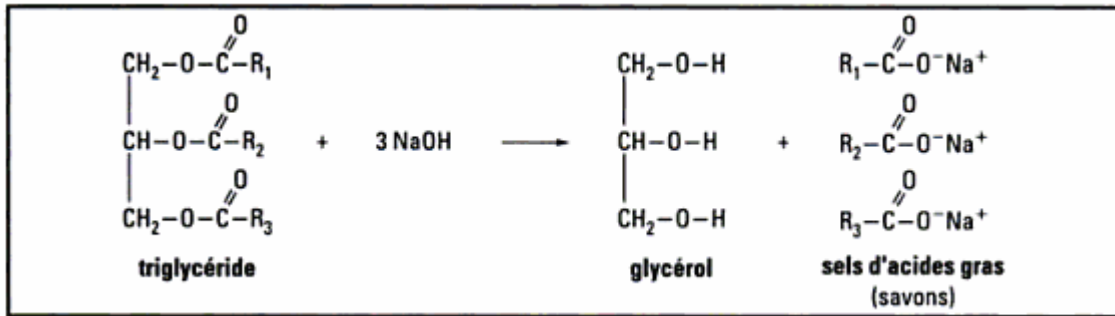
**Applications:** fermentation panaière, brasserie

## **I.2. Hydrolyse des lipides**

La coupure des liaisons esters est obtenue soit par voie chimique ou enzymatique; elle se développe surtout sous l'action de la chaleur et de l'humidité.

### **I.2.1. Hydrolyse non enzymatique**

Les lipides peuvent être hydrolysés en milieu acide (acide sulfurique) mais la méthode la plus utilisée est celle qui consiste à traiter à chaud (80-100°C) et en milieu alcalin (soude ou potasse) pour donner l'alcool et l'acide gras sous forme de sel (savons); il s'agit de la réaction de saponification.

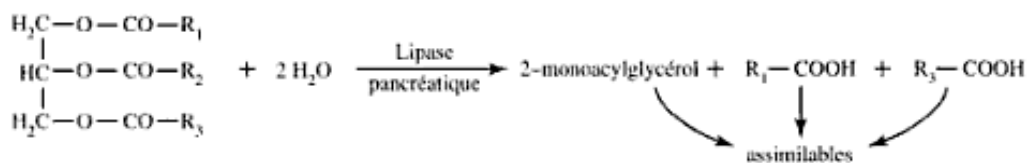


### Saponification d'un triglycéride

#### I.2.2. Hydrolyse enzymatique

Les hydrolases responsables de l'hydrolyse des triglycérides sont largement répandues. La libération des acides gras à courte chaîne lors de l'hydrolyse du beurre a des effets directs sur l'arôme. La lipolyse n'est pas souhaitée, notamment dans le lait, parcontre elle est indispensable à la maturation des fromages.

La réaction



#### Remarque

Les enzymes ont différentes spécificités, celles qui hydrolysent toutes les liaisons et celles qui hydrolysent de préférence les acides gras estérifiés en position une et trois de ce même glycérol.

Hydrolyse des triglycérides	Origine des lipases
1, 2 et 3	<i>Aspergillus flavus</i>
1 et 3	<i>Penecillium roqueforti</i>

#### I.3. Modification des protéines

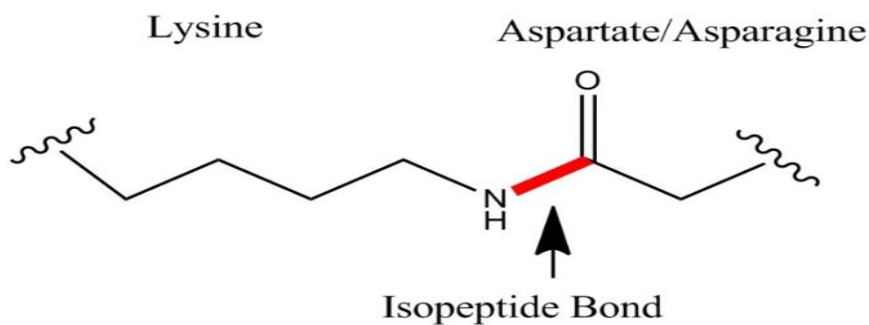
Contrairement à la dénaturation qui n'affecte que la structure quaternaire, tertiaire et secondaire des protéines, l'hydrolyse quant à elle affecte la structure primaire des

protéines et aboutit par conséquent à la formation d'autres produits parfois indésirables. Cette dégradation peut être enzymatique ou non enzymatique

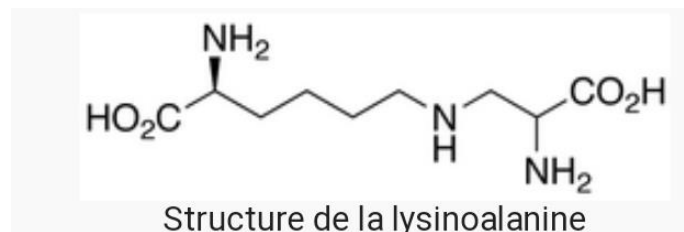
### I.3.1. Dégradation non enzymatique des protéines

Elle peut se produire au cours des processus technologiques ou des préparations culinaires.

a) **Formation d'isopeptide:** par chauffage de ponts intra et inter moléculaires entre les fonctions amine terminal de la lysine et C-terminale de glutamine; la conséquence étant la perte de la digestibilité.



b) **Formation de lysinoalanine:** c'est un acide aminé (anormal) résultant de la liaison de résidus lysine et alanine par l'extrémité de leurs chaînes.



c) **Formation des produits de la réaction de Maillard:** c'est une réaction entre la fonction carbonyle du sucre réducteur et la fonction amine de l'acide aminé, responsable de la formation d'odeur, arômes et de pigments des aliments cuits. Elle diminue la valeur nutritionnelle des aliments suite à la perte d'acides aminés essentiels.

### I.3.2. Dégradation enzymatique des protéines

Elle peut avoir lieu au cours des processus de dégradation biologique des aliments

**a) Formation d'alcool:** la dégradation des protéines en alcool est un processus qui intervient lors de la fermentation alcoolique des fruits, céréales;

Exemple: les levures utilisent les acides aminés (source d'azote); cette activité conduit à la formation d'alcool.

### **b) Formation des amines biogènes**

La formation des amines biogènes intervient lors de la dégradation microbienne des denrées riches en protéines (putréfaction des viandes et poissons, maturation des fromages, fermentations diverses). Cette réaction de décarboxylation des acides aminés est catalysée par des enzymes (décarboxylases)

Les amines biogènes sont responsables de plusieurs intoxications alimentaires; la plus dangereuse est l'intoxication scombroidique due à l'ingestion des produits notamment les poissons contenant des doses élevées en histamine.

L'histamine se forme dans la chair de plusieurs poissons suite à la décarboxylation de l'histidine; cette réaction est catalysée par l'enzyme histidine décarboxylase.

