

Chapitre3 : Technologie des viandes et poissons

1.Introduction

Il existe différents types de viandes, nous pouvons distinguer :

-la viande de boucherie qui correspond à toutes les parties de la carcasse des animaux domestiques propres à la consommation humaine tels que les bovins, les ovins, les caprins, les équidés et les porcins (pour la communauté non musulmane). Traditionnellement, ces viandes sont classées par rapport à la couleur de leur chair :

- viandes blanches (veau, agneau de lait, chevreau) ;
- viandes roses (porc),
- viandes rouges (bœuf, mouton),
- viandes dites noires (cheval),

-la viande de volaille qui regroupe toutes les parties comestibles des volailles et du lapin. La couleur de la chair permet également de les classer :

- volailles à chair blanche (poules et coqs, chapons, dindes),
- volailles à chair brune (canards, oies, pintades, pigeons, cailles),
- volailles à chair rose (lapins d'élevage),
- gibiers dit à chair noire (venaison, lièvre, gibiers à plumes).

-Poissons : la couleur de leur chair varie selon plusieurs paramètres (la saison, le sexe, l'âge, etc.) allant du blanc au rouge.

2. Définition du muscle squelettique

Le muscle représente 50 à 60 % de poids vif de l'animal. Le muscle squelettique est un muscle à contraction volontaire qui s'active grâce à une stimulation par le système nerveux.

3. Les protéines musculaires

3.1. Protéines du stroma (tissu conjonctif)

a. Collagène

Ce sont des protéines les moins solubles, fibreuses et extracellulaires. Il s'agit de protéines les plus abondantes (cartilage, os, peau, muscles, système cardiovasculaire). Elles représentent 50 % des protéines totales du tissu conjonctif. Ce sont des protéines de structure. La solubilité du collagène dans une solution saline ou acide diminue avec l'âge. Le collagène en milieu aqueux devient gélatineux à 80°C. Dans une viande cuite, la tendreté dépend uniquement des fibres musculaires dénaturées et de l'élastine.

b. Elastine

C'est une protéine abondante dans la paroi des artères et des ligaments. Elle a une structure fibreuse, résiste à la plus part des protéases (pepsine, trypsine, chymotrypsine). Elle est partiellement hydrolysée par l'élastase des pancréas et papaïne. Elle n'est pas attaquée par les acides et les bases relativement concentrés. L'élastine gonfle dans l'eau.

3.2. Protéines sarcoplasmiques

L'hémoglobine est le principal pigment des viandes ; elle représente 90 % des pigments totaux du muscle de bœuf et elle est responsable de la couleur rouge.

3.3. Fibres musculaires

La fibre musculaire est une cellule longue, mesurant 1 mm à plusieurs cm de long et 10 à 100 µm de diamètre. Elle est constituée de 100 filaments parallèles de 1 µm de diamètre appelés myofibrillaires.

Le cytoplasme « sarcoplasme » contient des noyaux, mitochondries, une centaine de protéines (enzymes, créatine...) entouré par une membrane appelée « sarcolème ». Chaque myofibrille est une succession d'unités répétées « sarcomère ». Le sarcomère est limité par des stries Z alternées par des bandes épaisses de myosines et des bandes fines d'actines.

4. Transformation du muscle en viande

4.1. Etat pantelant

Se situe juste après l'abattage de l'animal et dure environ 30 min (mouton), pendant laquelle le muscle conserve son état contractif et sensible.

4.2. Etat rigide : Installation de la rigidité cadavérique (Rigor-Mortis)

L'évolution post-mortem des muscles doit être parfaitement contrôlée car la qualité de la viande en est étroitement tributaire.

La rigidité cadavérique ou « Rigor-Mortis » est un état transitoire initial correspondant à une perte de l'élasticité du muscle. Cet état intervient plusieurs heures après la mort (10-12 h pour le bœuf à 20°C) ; il résulte de la liaison irréversible entre la myosine et de l'actine. L'irréversibilité découle de la diminution de la teneur en ATP. En effet, la vitesse de production devient inférieure à la vitesse d'hydrolyse de l'ATP. Le muscle perd, devient raide inextensible.

L'arrêt de la circulation sanguine et de l'approvisionnement en oxygène entraîne la baisse du taux de celui-ci au niveau musculaire. La respiration s'arrête et la glycolyse anaérobie s'installe. Le métabolisme anaérobie épuise les réserves de glycogène qui est dégradé en glucose puis fermenté en acide lactique. Les réserves énergétiques directes (ATP, phosphocréatine) sont aussi utilisées entraînant une libération importante de phosphate inorganique; le pH de la viande s'abaisse progressivement de 7 à 5,5 favorisant la dénaturation plus ou moins importante des protéines musculaires entraînant également une chute de la capacité de rétention en eau.

Le degré de sévérité des phénomènes accompagnant la rigidité cadavérique dépend de :

- Réserves alimentaires (glycogène)
- T° de conservation

4.3. Etat rassis (résolution de la Rigor-mortis ou maturation de la viande)

La résolution de la « Rigor-mortis » se produit ensuite progressivement avec une amélioration de la texture et de la tendreté. Cette évolution est l'œuvre essentiellement des enzymes protéolytiques intracellulaires libérées au niveau du complexe actino-myosine qu'ils détruisent progressivement :

- Calpaines (CASF) : pH 7 – 7.5
- Protéasomes : pH 7- 8
- Cathepsines : pH 4.5- 6

La résolution cadavérique dépend de la température et du temps.

- Entre -1 et -5°C: 3 à 4 semaines
- 0°C : 15 J

- 20°C : 2 J

- 43°C : 1 J

Il apparaît que la température favorise la tendreté de la viande. Cependant, l'élévation de la température augmente le risque du développement des microorganismes d'où l'utilisation des températures fraîches variant entre 10 à 15°C. La maturation conduit au développement de propriétés organoleptiques favorables telles que la jutosité, la saveur, la succulence.... En outre, l'action de nombreuses hydrolases autres que les protéases contribue également à l'apparition de faibles quantités de substances aromatisantes telles que les diacétyl, acétone, sulfure d'hydrogène, acétaldéhyde, ammoniac, etc. D'autres métabolites issus de la dégradation des nucléotides apparaissent avec le vieillissement de la viande donnant naissance à l'inosine qui est un indicateur de la maturation:

5-Abattage des bovins et des ovins

L'abattage est réalisé dans des conditions minimales de stress, après un repos et une diète de 24 h, suivi de la saignée. Cette phase regroupe un ensemble d'étapes précises, conduisant à l'obtention de carcasses, de muscles ou de pièces (abats) prêts à la commercialisation.

A. Saignée

Elle se situe immédiatement après l'étourdissement. L'opération doit être rapide pour que les activités cardiaques et respiratoires subsistent et aident à l'éjection du sang. La saignée se pratique de différentes manières :

- Gros bétails par rupture de la carotide et de la vaine jugulaire ;
- Veau et ovins par rupture de la veine jugulaire ou égorgement ;

B. Les étapes suivent la saignée

- a. Echaudage : opération qui permet d'attendrir de la peau en vue de faciliter l'épilage. Elle se fait par action de la chaleur et de l'humidité (60°C/5-6 min) ;
- b. Epilage : peut se faire manuellement (couteau) ou mécaniquement (machine à épiler) ;
- c. Flambage : est une méthode d'épilation par combustion des poils plus. Elle est le plus souvent une opération complémentaire d'échaudage ;
- d. Grattage: elle permet d'éliminer les poils brûlés (brosse, douchage) ;
- e. Finition : permet d'éliminer les résidus ;

- f. Dépouille : a pour but de retirer le cuir ou la peau des animaux. Pendant cette étape il y a aussi ablation de la tête, des pieds et ligature du rectum ;
- g. Eviscération : est l'élaboration de tous les viscères thoraciques et abdominaux d'un animal ;
- h. Emoussage : c'est une opération de finition de la préparation des carcasses. Consiste à enlever une partie des graisses externe
- i. Traitement : effectuée dans l'heure qui suit la mort de l'animal. Comprend tous les sous-produits que donne l'abattage en dehors de la viande (cuirs, abats rouges et blancs, boyaux, sang, graisse, os...).
- k. Inspection vétérinaire : Un agent de la direction départementale des services vétérinaires inspecte la carcasse pour détecter tout problème sanitaire. S'il juge qu'une carcasse présente des lésions, il consigne la carcasse. Un vétérinaire viendra le lendemain inspecter la carcasse et s'il juge que toute ou une partie de la carcasse peut poser un problème de santé publique, il a le droit de la saisir totalement ou partiellement. Une carcasse est apte à la consommation dès lors qu'elle est estampillée.
- j. Pesée fiscale : La carcasse est pesée moins d'une heure après la saignée.
- l. Conservation (ressuage) : La carcasse est ensuite mise en réfrigérateur de ressuage pour faire descendre progressivement, en 10 h, la température de la carcasse jusqu'à 10°C, puis en réfrigérateur de stockage pour quelle atteigne 4°C après 24 h. Si ces conditions ne sont pas respectées un choc thermique dit « cryo-choc » ou « contracture au froid » peut se produire induisant un sur-durcissement de la viande.

6-Abatage des volailles

Lors de l'abattage des volailles dans de grandes opérations, les oiseaux sont suspendus par une patte à de solides crochets en fer attachés à un convoyeur les transportant d'un poste de travail à l'autre. Les oiseaux sont assommés avant d'être saignés, puis ils sont ébouillantés ou passent dans un tunnel de vapeur, et sont plumés avec des engins à brosses rotatives. Après que les oiseaux ont été refroidis dans de l'eau glacée, commence l'éviscération.

Dans les petites opérations, les oiseaux sont en général placés dans des cônes pour être saignés, puis ils sont ébouillantés dans de l'eau chaude et plumés, soit manuellement, soit à l'aide de plumeuses automatiques. Ils sont ensuite éviscérés et refroidis.

7-Conservation par le froid des viandes

7. 1. Réfrigération des viandes

C'est le développement progressif de la chaîne du froid qui a donné à l'industrie de viande leurs ampleurs actuelles. Elle consiste à abaisser la température de la viande à une température légèrement supérieure à son point de congélation (-0.4°C pour les carcasses).

❖ Objectif de la réfrigération

- Limiter ou arrêter la croissance de la flore pathogène
- Limiter la croissance de la flore d'altération

7.1.1. Influence des paramètres de réfrigération (température, vitesse de réfrigération)

Pendant le refroidissement il y a un échange de chaleur entre une ambiance froide et le produit. Si la teneur en eau de l'environnement et de surface du produit n'est pas en équilibre, il se produira aussi un transfert de masse à l'interface provoquant :

- * une dessiccation en surface,
- * des changements de poids dus à l'évaporation,
- * migration de l'eau dans le produit.

La viande chaude dans une ambiance froide va donc perdre à la fois de la chaleur et de la vapeur d'eau. Résultat, la température de la viande va baisser progressivement et sa masse va diminuer avec le temps jusqu'à obtention d'un équilibre. La vitesse de refroidissement est très variable selon les conditions appliquées (température de l'air, vitesse de l'air, humidité relative, durée) et selon les caractères du produit (composition en matière grasse, géométrie, dimension, épaisseur). Le refroidissement est d'autant plus rapide que la température est plus basse et la vitesse de l'air est plus grande.

7.1.2. Techniques de réfrigération

➤ Cas de grosses carcasses

Réfrigération lente : Procédé traditionnel de refroidissement à l'air ambiant à une température voisine de 15°C .

Refroidissement rapide : Dans une chambre moderne de réfrigération avec circulation forcée d'air à des températures voisines de 5°C . C'est la technique la plus utilisée actuellement.

➤ Cas du poulet

Refroidissement par immersion : Les carcasses sont immergées dans un fluide d'eau continu à des températures 0-4°C pendant 45 min

Refroidissement par air : Les carcasses sont placées dans un tunnel à circulation d'air à 0°C.

Refroidissement par voie sèche : Passage de carcasses dans un congélateur à -35°C pendant 75 min.

7.2. Congélation des viandes

La congélation consiste à abaisser suffisamment la température du produit de façon à transformer une grande partie de son eau en glace et à maintenir cet état pendant toute la durée de la conservation.

La température de congélation de la viande est -1.1°C mais au fur et à mesure que la température s'abaisse, le pourcentage d'eau congelée augmente, mais il reste toujours une certaine proportion d'eau liquide (26 % à -5°C, 14 % à -40°C et plus). La qualité de la viande reste associée à la quantité d'eau liquide résiduaire. D'où la congélation de la viande en quartiers, désossée ou en portion individuel.

7.2.1. Méthodes de congélation

Dans les chaînes de production, les produits de viandes sont transportés de façon mécanique sur un tapis roulant à travers une soufflerie qui produit des températures basses (-40 °C) : congélation par air pulsé.

Les produits suivants : azote liquide, fréon, gaz carbonique, saumure de chlorure de calcium - 29 °C peuvent être utilisés pour la congélation des aliments.

8-Structuration des pâtes fines

Une pâte fine est un mélange composé principalement de maigre et/ou de foie, de gras, d'eau, d'ingrédients et d'additifs dont le broyage est tel que l'on ne distingue plus à l'œil le grain des constituants ajoutés. Elle est utilisée seule : saucisse, mousses et pâtés de foie, ou en mélange avec d'autres éléments (association de grains grossiers et de pâte fine comme dans certaines terrines, pâtés, saucissons cuits, etc.).

La pâte fine peut s'élaborer selon deux technologies dominantes :

- fabrication à froid aboutissant à des produits à texture tranchable : saucisses type knacks, cervelas...
On parle, d'ailleurs, de pâtes fines de viande ;
- fabrication à chaud aboutissant à des produits à texture tartinable : pâtés et mousses de foie, farce fine de certaines terrines.

Une pâte fine est un système complexe formé d'une phase continue ou dispersante et d'une phase discontinue ou dispersée.

La phase continue ou dispersante se compose d'eau, de sel, de sucres, d'arômes dissous, de protéines du sarcoplasme hydrosolubles, de protéines myofibrillaires solubles dans les solutions salines.

La phase dispersée se compose : majoritairement de globules de lipides émulsionnés ; de bulles d'air formant une mousse ; d'éléments en suspension (fibres et épices insolubles, tissu conjonctif, fibres musculaires broyées).

9.Le cinquième quartier

Chez les bovins, le **cinquième quartier** est : les abats rouges (foie, cœur, etc.), les abats blancs (tête de veau, pied de veau), des tissus comestibles (intestins, estomac), les tissus non comestibles (onglons, cornes). Ce qui reste après la découpe de la carcasse en 4 quartiers.

Le cinquième quartier est valorisé en alimentation humaine (consommation des ménages), en chimie fine, industrie cosmétique, biochimique et pharmaceutique.

10-Poisson

Les poissons : sont des vertébrés au même titre que les animaux producteurs de viande. Les principales espèces suivantes : sardines, morues, thons, maquereaux, poissons plats (soles, turbots, limandes), colins, bars, raies, lottes, etc. ;

10.1 Les poissons peuvent être classés selon :

a. la famille

- les gades ou gadidés : poissons à tête volumineuse et corps allongé (morue, cabillaud, merlan, colin, aiglefin, tacaud, lieu, capelan),
- les pleuronectes : poissons couchés sur un flanc qui est aveugle (sole, raie, limande, carrelet),
- les scombridés : dont le corps est en forme de fuseau et irisés (sardine, maquereau, thon).

b. le milieu de vie

- poissons d'eau douce (truites brochets, perches, carpes, etc.),
- poissons de mer, 53
- poissons mixtes, mer et rivière, comme le saumon et l'anguille, esturgeons.

c. la teneur en lipide

- poissons maigres dont la teneur en lipides est inférieure à 5 % (majorité des gadidés et des pleuronectes),

- poissons demi-gras dont la teneur en lipides varie entre 6 % et 10 % (majorité des scombridés),
- poissons gras dont la teneur en lipides est supérieure à 10 % (saumon, anguille, thon, lamproie).

d. le squelette

- poissons cartilagineux dont le squelette est encore mou (raie, roussette) ;

10.2. Structure et composition chimique de la chair de poisson

La part comestible du poisson correspond à son tissu musculaire dont l'importance quantitative varie beaucoup selon le type de poisson. En tant que muscle de vertébrés, la chair de poisson présente des analogies profondes avec celle des animaux à viande. Cependant, quelques différences méritent d'être soulignées :

- l'organisation générale des muscles de poisson est marquée par une structure métamérique : les muscles longs sont divisés en segments de forme conique (myotomes) dont le sommet est dirigé vers la tête ; chaque segment est constitué de lamelles résultant de la juxtaposition de fibres musculaires relativement courtes (3 cm au maximum) contenant chacune un appareil contractile de myofibrilles ;
- la teneur en tissu conjonctif de la chair de poisson est réduite et les protéines de ce tissu (collagène surtout) ne représentent que 2 à 5 % des protéines totales ;
- la teneur en lipides est basse et la qualité des lipides est aussi intéressante car les acides gras polyinsaturés (AGPI) sont en proportion importante (35 %) avec surtout les acides gras essentiels (AGE) de la série n-3 ou ω 3 (25 à 30 % ; exemple : DHA (acide docosahexaénoïque) et EPA (acide éicosapentaénoïque)), mais également de la série n-6 ou ω 6 (2 à 8 % ; exemple : acide arachidonique) osseux dont le squelette est dur.

9.3. Méthodes de conservation du poisson

L'altération rapide de la chair du poisson après la pêche a incité l'homme à mettre en œuvre d'autres procédés de conservation, autre que la simple réfrigération. Certains procédés sont utilisés depuis des siècles.

9.3.1. Réfrigération

Ce procédé de conservation est utilisé sur le bateau après capture des poissons. Ces derniers sont maintenus à une température de 0°C jusqu'à l'arrivée chez le détaillant où ils sont exposés sur un lit de glace. A 0°C, la durée de conservation est d'environ de 3 à 6 j pour les poissons non éviscérés et de 10 à 12 j pour les poissons éviscérés.

9.3.2. Congélation

La congélation peut être effectuée soit à bord des bateaux, soit à terre. Elle consiste à abaisser la température du poisson à -18°C ou même à une température inférieure et à maintenir en permanence et sans aucune rupture cette température jusqu'au moment de la consommation du produit. La congélation respecte la valeur nutritionnelle du poisson.

9.4. Conserves de poisson

On considère les conserves tous les denrées alimentaires dont la conservation est assurée par l'emploi combiné des deux techniques suivantes :

- conditionnement dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux microorganismes,
- traitement par la chaleur ou par tout autre mode autorisé. Ce traitement ayant pour but de détruire ou d'inhiber totalement, d'une part les enzymes, d'autre part les microorganismes et leurs toxines dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation.

Trois types de conserves peuvent être dégagés : thons, sardine, maquereau.

Généralement, on retrouve les mêmes opérations de fabrication microbienne suivantes :

- ❖ étêtage et éviscération pour éliminer les foyers de prolifération microbienne ;
- ❖ lavage ;
- ❖ saumurage ;
- ❖ parage qui consiste à enlever toutes les parties qui n'entrent pas dans la fabrication de la conserve : peau, arrêtes, parties oxydées, muscle rouges
- ❖ cuisson qui varie suivant le poisson. Une exception, le thon au naturel est l'emboîtage à cru. Le thon, destiné aux conserves de thon à l'huile, est cuit soit en saumure, soit de plus en plus en atmosphère de vapeur. La cuisson des sardines se fait à l'eau, à l'air chaud ou à la vapeur et de plus en plus rarement à l'huile. Les maquereaux sont cuits en saumure ou à la vapeur ;
- ❖ emboîtage qui se fait manuellement ou mécaniquement ;
- ❖ remplissage de la boîte. Il se fait avec une légère saumure (thon au naturel), avec de l'huile (thon, sardine), avec une marinade (maquereau) ou avec de la sauce (maquereau) ;
- ❖ sertissage des boîtes ;
- ❖ stérilisation à l'autoclave : la température étant supérieure ou égale à 115°C.

