

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ - BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine: SNV

Filière: Sciences biologiques

Spécialité: Microbiologie appliquée

Présenté par:

MESRANE Amina & HAMED KHODJA Nihal

Thème

Les nouvelles techniques de conservation

Soutenu le: 06 / 07/2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mr NOURI	MCB	Univ. de Bouira	Président
Mm BENBARA T	MAA	Univ. de Bouira	Promotrice
Mm TIGHIDET S	MAA	Univ. de Bouira	Examinatrice

Année Universitaire: 2021/2022

Remerciements

Nous commençons par remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donnée courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce modeste travail.

C'est pour nous autant de plaisir qu'un devoir d'exprimer notre gratitude et Notre reconnaissance à M^{me}.BENBARA qui nous a orientée et guidée à fin de mener à bien ce travail, et aussi pour son effort fourni, ses conseils, sa patience et sa persévérance dans le suivi de notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail et à tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

Merci

Dédicace

On dédie ce travail

À nos très chères mères, pour leur amour, leurs encouragements et leurs sacrifices.

À nos très chers pères, pour leur soutien, leur affection et la confiance qu'ils nous ont accordé.

À nos très chers grands-parents, nos oncles et tantes, nos frères et sœurs, nos cousins et cousines; et à tous les membres de nos familles (*HAMED KHODJA, DRIBINE*) et à tous ceux que nous aimons.

À tous nos très chers professeurs, collègues.

À l'âme pure de la fierté de l'humanité; le merveilleux qui ne se répétera jamais, le grand docteur *DRIBINE Kamel*.

À mon âme IMEN que Dieu ait pitié de toi, je ne t'oublierai jamais

De Nihal et Amina

Liste des figures

Figure	Titre de figure	pages
01	Représentation du mécanisme de la réfrigération.	05
02	Schéma d'un appareil de lyophilisation	09
03	Structure de la nisine.	20

Liste des tableaux

Tableau	Titre du tableau	pages
I	Les différentes techniques de pasteurisation.	04
II	Intérêts et limites de la déshydratation.	07

Liste des abréviations

ATP : Adénosine TriPhosphate

Aw: Activité de l'eau

°C : Celsius

C: Cytosine

G : Guanine

GRAS : Generally Recognized As Safe

KDa : KiloDalton

LAB : Lactic Acid Bacteria

NaCl: chlorure de sodium

NaNO₃ : Nitrate de sodium

O₂ : oxygène

O₃ : ozone

pH : potentiel d'Hydrogène

T° : température

UHT : Ultra Haute Température

Table des matières

	Pages
Remercîments.	
Dédicace.	
Liste des figures.	
Liste des tableaux.	
Liste des abréviations.	
Introduction	01
Chapitre I : Généralités sur les méthodes de conservation des produits alimentaires	
1. Historique.....	02
2. Définition de la conservation.....	02
3. Les Objectifs de la conservation.....	03
4. Les différentes techniques de conservation.....	03
4.1. Techniques de conservation par la chaleur	03
1. La pasteurisation	03
2. La stérilisation	04
3. L'appertisation.....	05
4. Ultra Température	Haute 06
4.2. Techniques de conservation par le froid.....	06
1. La réfrigération	06

2.	La		
	congélation.....		07
3.	La	congélation	rapide
	surgélation.....		ou 07
4.3	Techniques par séparation et élimination d'eau (déshydratation).....		08
1.	La		
	déshydratation.....		08
2.	La		
	concentration.....		08
3.	Le		
	séchage		09
4.	La		
	lyophilisation		09
4.4	Techniques chimiques de conservation.....		10
1.	Le		
	fumage.....		10
2.	Le		
	sucrage		11
3.	La	salaison	ou
	salage.....		11
4.5	Techniques physiques de conservation.....		11
1.	Irradiation		ou
	ionisation.....		11
2.	Ozonisation		
	.12		
3.	L'atmosphère		contrôlée
	(O ₂)		12
4.	La	pressurisation	(pressage
	isostatique)		12
6.	Fermentation		12
7.	Antibiotiques et antiseptiques		12

Chapitre II : Les nouvelles techniques de conservation

1.La bio-conservation des aliments	14
2.Définition	14
3.Les microorganismes bio-protecteurs.....	14
3.1. Les critères de sélection des microorganismes bio-protecteurs	14
4. Les nouvelles techniques de la conservation	15
4.1.Les bactéries lactiques dans la bio-conservation des aliments	15
1. Définition.....	15
2. Les caractéristiques.....	16
3. Mode d'action	16
4. Les applications	17
4.2. Les bactériocines.....	17
1. Définition	17
2. Propriétés	18
3. Classification.....	18
4. Mode d'action.....	19
5. Applicationdes bactériocines.....	19
4.3. Utilisation des bactériophages.....	21
1. Définition	21
2. Mode d'action des bactériophages	21
3. Applicationdesbactériophages	21

5. Exemples sur la conservation de quelques aliments	22
1. La conservation de la viande	22
2. La conservation des fruits et légumes.....	23
3. La conservation par stérilisation du lait.....	24
4. La conservation par les bactériocines	25

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Introduction

Les denrées alimentaires que nous consommons sont en grande majorité d'origine biologique (végétale ou animale). La plupart de ces produits ne sont disponibles que pendant certaines saisons de l'année et s'altèrent rapidement lorsqu'ils sont frais, et subissent de modifications organoleptiques, nutritionnelles et/ou sanitaires au cours du temps **(Djioda, 2010)**.

Pour limiter ces modifications et allonger leur durée de vie, il est nécessaire de développer des techniques de conservation qui nous assureraient des denrées alimentaires saines, non dangereuses et qui se garderaient le plus longtemps possible **(Touzi,2008)**.

Depuis des siècles, l'Homme a recherché des méthodes pour conserver sa nourriture, entre le moment où les denrées sont capturées, cueillies ou récoltées et celui de la consommation **(Jean-Pierre,2000)**.

La bio-conservation, ou bio-préservation, est une méthode de conservation des aliments faisant appel à des micro-organismes, appelés encore cultures protectrices, ou à leurs métabolites naturels. Ces termes sont généralement utilisés en opposition à l'ajout de conservateurs dits « chimiques » classiquement utilisés dans les industries agro-alimentaires. **(Zagoerc et al.,2013)**

La bio-préservation comme toute autre méthode de conservation, doit permettre de maîtriser la croissance de flores pathogènes ou d'altération, tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit au cours de sa durée de vie. Il existe différentes voies permettant la bio-préservation des aliments. Ainsi, il est possible d'utiliser des micro-organismes, tels que les bactéries lactiques, dans des procédés ancestraux, comme la fermentation traditionnellement utilisée pour la fabrication de produits d'origine animale ou végétale. En effet, en raison de la diversification des produits et procédés, de l'évolution des modes de consommation et des nouvelles règles et normes sanitaires, la bio-préservation représente une méthode alternative et innovante **(Zagoerc et al.,2013)**

L'objectif de cette étude est de faire un aperçu sur les techniques de conservation que soit anciennes ou moderne. Ainsi, notre synthèse bibliographique est divisée en deux chapitres. Le premier consiste à donner des informations sur les différentes techniques de conservation classiques qui ont été utilisées anciennement ou sont toujours utilisées. Cependant, le deuxième détaille les nouvelles techniques de conservation qui sont de plus en plus utilisées et remplacent ainsi les anciennes techniques de conservation.

1. Historique

L'Homme a toujours cherché des techniques pour la conservation des aliments, dès l'antiquité, plusieurs techniques de conservation des aliments sont utilisées. Le séchage des produits est la plus ancienne technique avec la congélation dans les régions froides. Cependant, les Romains pratiquaient déjà le boucanage qui est une technique particulière de fumage car elle nécessite d'avoir un boucan(**Bonnel, 2012**).

La salaison est également une très ancienne technique de conservation. Les Romains conservaient leurs olives, légumes et poissons de cette manière. Dans les années 1790, **Nicolas Appaert** a révolutionné la conservation des aliments, il est l'inventeur de la boîte de conserve car il a trouvé la technique de conservation des aliments en les chauffant dans un récipient en verre et hermétique. Enfin, il faut attendre environ un siècle de plus pour voir un nouveau pas important dans la conservation des aliments, au milieu du 19^e siècle avec **Jacob Perkins** et **Ferdinand Carré** qui inventent le premier frigidaire(**Bonnel, 2012**).

En 1865, le brevet de la pasteurisation est déposé par Louis Pasteur pour généraliser la technique de pasteurisation comme technique de conservation. Depuis le début du 20^e siècle, de nouvelles méthodes de conservation des aliments ont vues le jour. La surgélation en 1923, le congélateur domestique en 1960, ainsi que l'UHT (Ultra Haute Température) et pour finir la conservation des aliments sous vide en 1970. La conservation par séchage ou dessiccation est une très ancienne méthode de conservation des aliments revient en force grâce aux déshydrateurs. L'intérêt de cette technique est le maintien de la plus part des nutriments, vitamines et enzymes. De plus, de très nombreux fruits et légumes supportent très bien cette méthode de conservation (**Bonnel, 2012**).

2. Définition de la conservation

La conservation est l'ensemble des procédés de traitement dont le but est de conserver des aliments, préserver leur comestibilité et leur propriété gustative et nutritive. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement (**Darinmou, 2000**).

La consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation diminue la valeur nutritive des produits, autrement dit, les aliments conservés sont moins bons pour la santé que les aliments frais (**Corlien, 2005**).

3. Les Objectifs de la conservation

Les méthodes courantes de conservation de la nourriture reposent principalement sur un transfert d'énergie ou de masse qui ont pour objet d'allonger la durée de vie des produits alimentaires, ou de les transformer par le jeu de réactions biochimiques ou de changement d'état (**Darinmou, 2000**). Les techniques de conservation reposent sur deux objectifs :

- La stabilisation de l'aliment assurée par un traitement qui bloque ou freine le développement microbienne.
- La stérilisation de l'aliment qui consiste à détruire les microorganismes et les enzymes de l'aliment (**Guy et al., 2007**).

4. Les différentes techniques de conservation

Il existe plusieurs techniques qui permettent d'augmenter la durée de vie des aliments et les recherches dans ce domaine sont constantes (**Alexandra, 2001**).

4.1. Techniques de conservation par la chaleur

Le traitement des aliments par la chaleur (ou traitement thermique) est aujourd'hui la technique de décontamination et de conservation à longue durée la plus communément utilisée en industrie agroalimentaire (**Farkas, 2007**). En termes de sécurité alimentaire, il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement, d'une part les enzymes, et d'autre part les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine (**Décret n°55-241, 1955**). Les premiers procédés industriels de traitement thermique datent de 1809, avec Nicolas Appert (1749-1841). Ce dernier a mis au point une méthode de conservation des aliments en les traitant par la chaleur dans des bouteilles en verre hermétiquement scellées (**Gaillard, 2003**).

Depuis cette époque, de nombreuses études ont été menées sur le traitement thermique, dans le but d'optimiser les procédés pour allier le mieux possible la sécurité et la conservation des aliments. De nos jours, on utilise plusieurs procédés, selon le couple temps/température appliqué (**Gaillard, 2003**).

5.1.a. La pasteurisation

La pasteurisation a pour but de détruire les microorganismes pathogènes et d'altération. Elle a été inventée par Louis Pasteur en 1856 par lequel un aliment est chauffé à une température définie pendant une période de temps fixée avant d'être refroidis rapidement. Les températures de pasteurisation sont inférieures à 100°C puisqu'elles varient entre 70°C et 85°C **(Emilie, 2009)**.

On distingue trois catégories de couple temps-température: pasteurisation basse (15-30 min à 60-65 °C), pasteurisation haute (15-40 s à 70-75 °C) et flash pasteurisation (1-2 s à 85-95 °C) **(Emilie, 2009)**.

-Les avantages et les inconvénients de la pasteurisation

➤ Les avantages

- Détruit la flore pathogène et ses toxines.
- Réduit la flore banale (flore d'altération); améliore la digestibilité du produit et provoque la coagulation et l'hydrolyse partielle des protéines (exemple: solubilisation du collagène attendrissement des viandes) **(Branger ,2007)**

➤ Les inconvénients

- Ne détruit pas les formes sporulées.
- Elle provoque des altérations minimales **(Branger ,2007)**

- Les techniques de pasteurisation

- Echangeurs à chaleur: c'est l'utilisation d'un pasteurisateur à plaque, tubulaire ou à surface raclée. Elle est appliquée pour les produits en vrac comme les jus de fruits, lait et sauce **(Emilie, 2009)**
- Pasteurisation type autoclave : appliquée pour les produits emballés et plats cuisinés **(Emilie, 2009)**.
- Tunnel de pasteurisation : appliquée pour la bière en bouteille) **(Emilie, 2009)**.

5.1.b. La stérilisation

La stérilisation est une technique destinée à éliminer tous les micro-organismes pathogènes y compris les formes sporulées et la plus part des autres germes susceptibles de contaminer un produit alimentaire. Les aliments stérilisés se conservent donc à températures

Chapitre I

Généralités sur les méthodes de conservation

ambiante tant que le récipient n'a pas été ouvert et bénéficient d'une date limite d'utilisation optimale (Emilie, 2009)

La stérilisation est très utilisée dans le monde par les industriels de la conserverie. C'est le procédé le plus efficace, avec la surgélation pour assurer la conservation des aliments sur de très longues durées (Pierre, 2012).

Tableau I: Les différentes techniques de stérilisation (Murielle, 2009).

La technique	Traitement		Exemples
	Température	Durée de traitement	
La stérilisation classique	110 à 115 °C	Quelques minutes	Lait, viandes, légumes, poisson.
La stérilisation par ultra haute température (UHT)	140 à 150°C par injection de vapeur	Quelques secondes	Lait, crèmes fraiche liquide, potage, jus de fruit.

5.1.c. L'appertisation

Cette méthode découverte par Nicolas APPERT en 1810 consiste à stériliser par la chaleur des denrées périssables dans des contenants hermétiques (boîtes métalliques, bocaux) ; qui sont considérées comme conserves des produits alimentaires d'origine animale ou végétale périssables : légumes, fruits au sirop, produit de salaison, poissons, crèmes desserts, plats cuisinés etc., Dont la conservation est assurée par un procédé associant le conditionnement dans un récipient(Décret,1955).

Les aliments sont chauffés à plus de 100°C en fonction de la nature des produits et du temps de chauffage. Les germes, sont détruits, pour une conservation de longue durée, à l'abri de l'air et de la lumière(Jean-pierre, 2000).

Les boîtes de conserves utilisées pour des aliments appertisés présentent plusieurs avantages:

- Parfaitement étanches aux liquides, aux gaz et aux microorganismes.
- Résistants au traitement thermique subi.
- Permettre la dilatation et la contraction de l'atmosphère intérieure du récipient pendant le chauffage et le refroidissement, sans bris ou éclatement: c'est le rôle du couvercle déformable des boîtes métalliques(**Bouagina,2015**).

Les conserves obtenues sont biologiquement stables à température ambiante d'entreposage. Elles sont considérées comme des aliments d'usage courant, indispensables parce qu'elles sont variées, faciles à stocker, prêtes à l'emploi et donnent des garanties d'hygiène au consommateur(**Vierling,2008**).

5.1.d. Ultra Haute Température

Le traitement à ultra haute température consiste à chauffer le produit à une température assez élevée, entre 135°C et 150°C, pendant un temps très court, entre 1 à 5secondes. Ce processus est utilisé pour la stérilisation des produits liquides (lait, jus de fruits,...) ou de consistance plus épaisse (desserts lactés, crème, jus de tomates...) (**Boumendjel , 2005**).

5.2. Techniques de conservation par le froid

Les basses températures retardent ou empêchent la détérioration des aliments. Ces techniques de froid sont basées en partie sur une diminution de l'activité de l'eau dans l'aliment. En effet, l'activité de l'eau A_w de la glace diminue avec la température. Entre autre, le froid diminue ou inhibe la synthèse protéique, donc la synthèse d'enzymes métaboliques et par conséquence le développement microbien (**Taibi, 2015**).

5.2.a. La réfrigération

C'est le refroidissement par un moyen artificiel d'un produit alimentaire, sans que soit atteint son point de congélation. Utilisant le froid proche de zéro (auquel l'eau du produit ne se congèle pas) et permettant des conservations limitées, cette technique impose une chaîne

Chapitre I

Généralités sur les méthodes de conservation

du froid contraignante. La réfrigération tend à conserver les aliments dans un état très voisin de leur état initial en retardant la multiplication des microorganismes. Elle freine les mécanismes de dégradation de la matière vivante ou non, et le métabolisme cellulaire des organes vivants (activité respiratoire, croissance, maturation). Elle retarde la prolifération des populations microbiennes, mais ne détruit qu'un nombre limité de germes. La contamination initiale des produits joue donc un rôle important, toute remontée de température, même de courte durée, entraînant une réactivation du développement des microorganismes (Taibi, 2015).

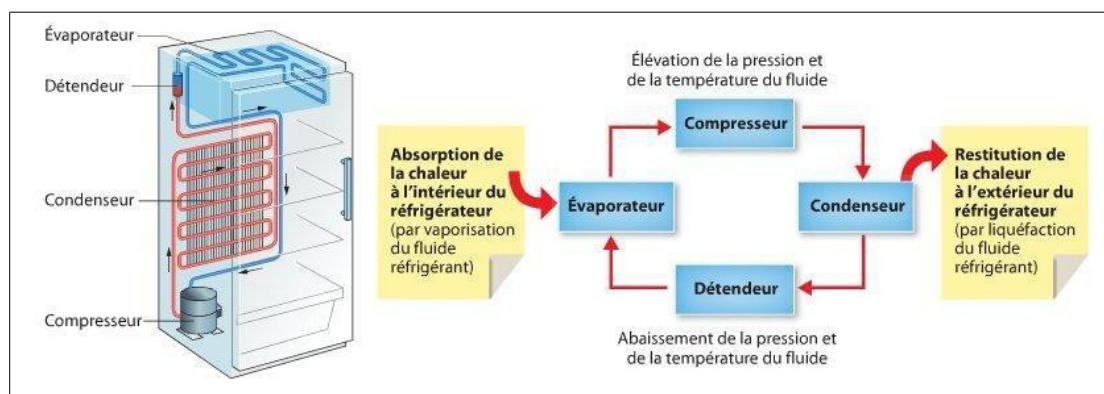


Figure 01 : Représentation du mécanisme de la réfrigération.

5.2.b. La congélation

La congélation, d'apparition assez récente, s'est développée après les travaux de Charles Tellier et de Mauvoisin qui codifièrent les règles à suivre pour obtenir un bon produit dans son « trépied » : produit sain, froid précoce, froid continu. C'est l'action de soumettre au froid (-30°C), pour les conserver (à -18°C), des produits alimentaires, en les amenant suffisamment rapidement, pour éviter la détérioration des tissus par des cristaux trop gros, à une température dite de congélation pour ralentir l'évolution des processus enzymatiques et assurer une durée de conservation. Lors de l'entreposage des denrées congelées, la qualité se modifie d'autant plus que la température est plus élevée et la durée plus longue. La congélation peut être comparée à une déshydratation. L'eau cristallisée par congélation est liée et devient inutilisable par les microorganismes. Le produit congelé doit être immédiatement consommé après décongélation car ce traitement ne détruit ni les enzymes ni les microorganismes (Taibi, 2015).

5.2.c. La congélation rapide ou surgélation

La surgélation est un procédé qui transforme l'eau des denrées alimentaires en glace. Elle cristallise l'eau à l'aide de températures très basses (au-dessous de -30 °C) et stabilise ensuite les aliments à -18 °C . Différentes techniques de surgélation ont été développées par l'industrie (**Monnier, Colette et al., 2010**).

La surgélation doit intervenir rapidement après la récolte ou la confection des produits. Elle a l'avantage de ne former que de très petits cristaux de glace, évitant ainsi de déchirer l'enveloppe des cellules du produit, contrairement à une congélation lente qui provoque la formation de plus gros cristaux. Lors de la décongélation en revanche, les produits surgelés se comportent mieux lorsque celle-ci est réalisée lentement : ils conservent ainsi leur aspect, leurs couleurs, leurs saveurs et tous leurs éléments nutritionnels (**Grogna, 2016**).

Cette technique est couramment utilisée pour la conservation des haricots et des petits pois (**Grogna, 2016**).

5.3. Techniques par séparation et élimination d'eau (déshydratation)

5.3.a. La déshydratation

La technique de déshydratation a pour but d'éliminer partiellement ou en quasi-totalité l'eau des aliments en vue d'y abaisser l'activité d'eau "Aw". De plus, l'élimination quasi-totale de l'eau permet une conservation encore plus longue (**Emilie, 2009**).

Tableau II : Intérêts et limites de la déshydratation (**Murielle, 2009**).

Qualité de l'aliment	Intérêt	Limites
Qualité Hygiénique	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilisation de la qualité sanitaire par arrêt de la croissance bactérienne. 	
Qualité Organoleptique	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de l'activité enzymatique responsable des altérations. • Conservation d'une qualité organoleptique moyennement satisfaisante (variable selon la nature de l'aliment). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le produit réhydraté avant sa consommation ne reprend jamais totalement sa forme, son goût d'origine et son aspect : <ul style="list-style-type: none"> ✓ saveur modifiée parfois, pertes d'aromes ✓ altération de la couleur ✓ flétrissement et durcissement par migration de constituants solubles à la surface.
Qualité nutritionnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'altérations nutritionnelles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte des vitamines les plus vulnérables (A, D, C).
Qualité de Service	<ul style="list-style-type: none"> • Allongement de la durée de vie des produits périssables (quelque mois) • Diminution massique et volumique du produit donc gain de place • Stockage a température ambiante • Conditionnement individuel ou familial 	<ul style="list-style-type: none"> • Modification des propriétés fonctionnelle (ex. : lors du moussage des blancs d'œufs) • Stockage obligatoire en atmosphère sèche • Temps de réhydratation assez long, et nécessite d'une eau très chaude

5.3.b. La concentration

La concentration consiste à augmenter la masse d'un produit par unité de volume et peut être réalisée par déshydratation partielle (**Mafart, 1991**). L'élimination de l'eau peut être réalisée:

- Par voie mécanique (centrifugation, égouttage, pressurage, ultrafiltration);
- Par voie thermique (évaporateur, séchoir, tour de séchage) (**Murielle, 2009**).

5.3.c. Le séchage

Le séchage est la plus ancienne méthode de conservation des aliments. Les microorganismes ne peuvent plus se développer dans un produit auquel on a retiré suffisamment d'eau (**Corlien, 2005**).

Le séchage est un procédé de conservation extrêmement ancien que, privant l'aliment d'eau libre, interdit toute activité microbienne ou enzymatique (**Mafart, 1991**). Il permet de conserver de bons aliments naturels, d'avoir tout au long de l'année des aliments

Chapitre I

Généralités sur les méthodes de conservation

sains. Les produits séchés, bien conservés à l'abri de la lumière, gardent leur saveur et leur valeur nutritive pendant environ un an. Le volume des aliments est parfois réduit jusqu'à 90 %. Par exemple, un kilo de pommes fraîches donne 100 grammes de pomme séchée (Yolande, 2001).

5.3.d. La lyophilisation

La lyophilisation est une dessiccation par sublimation. Cela signifie que l'on congèle le produit pour ensuite faire évaporer, sous- vide, l'eau qu'il contient sans passer par la phase liquide. Ce produit ne contiendra plus qu'une très faible teneur en eau (1 à 5%)(Grognna , 2016).

La lyophilisation permet de conserver dans la plupart des cas l'aspect, les propriétés et la qualité nutritionnelle du produit. Les principaux aliments lyophilisés disponibles sont les plantes aromatiques, le café, certaines levures. Cette technique assez couteuse et énergivore est autorisée en bio, mais n'est cependant pas adaptée dans le cadre d'une diversification en transformation et concerne en fait une petite niche (Grognna, 2016).

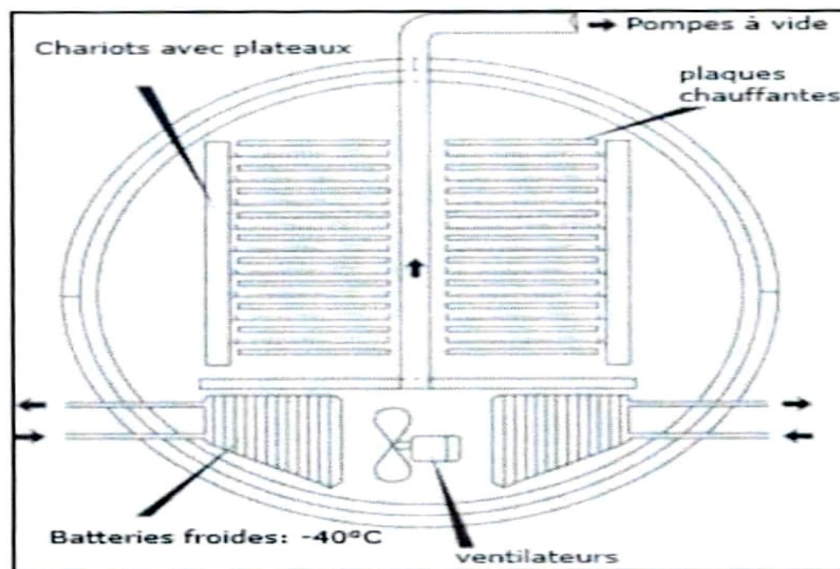


Figure 02 : Schéma d'un appareil de lyophilisation(Elisabeth, 2008).

5.4. Techniques chimiques de conservation

5.4.a. Le fumage

Le fumage ou fumigation consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action des composés gazeux qui se dégagent lors de la combustion de végétaux (**Darinmou, 2000**). Le fumage joue plusieurs rôles: aromatisation et coloration, préservation par effet antimicrobien et modification de la texture du produit (**Pole, 2010**). Il s'applique principalement aux produits carnés pour lesquels le séchage suivi du fumage permet de conserver les viandes et poissons grâce à l'action combinée de la déshydratation et des antiseptiques contenus dans la fumée (**Darinmou, 2000**). Il existe deux types de fumage :

- **Le fumage à froid:** il est surtout pratiqué dans les pays du nord. La température «ambiante» est maintenue entre 20 et 25 C. La durée du traitement varie de quelques heures à quelques jours selon le type d'installation et le produit désiré (**Gret, 1993**).
- **Le fumage à chaud:** c'est la méthode la plus utilisée en pays de sud car on obtient un produit relativement stable. La température ambiante varie entre 60°C et 120°C. La teneur en eau de produit finie est très variable car elle dépend du produit désiré (**Michel, 2010**).

Le fumage a longtemps été considéré comme une technique de préservation des aliments. Mais aujourd'hui, le fumage, tel qu'il est pratiqué par des nombreux fumeurs, a plus une action aromatisant et colorante qu'un rôle de conservation. Ils donnent aux produits une saveur et un visuel spécifique (**Pole, 2010**).

5.4.b. Le sucrage

Le sucrage est un excellent conservateur grâce à sa grande avidité pour l'eau. Le rôle du sucre ressemble à celui du sel sauf qu'il n'est efficace qu'à de très fortes concentrations (65-67%) (**Boumendjel, 2005**).

La concentration en sucre ne peut se faire qu'à chaud puisque l'aliment doit perdre une partie de l'eau qu'il contient par évaporation tandis que le sucre une fois dissous, se lie aux molécules d'eau et les rend indisponibles pour la croissance des microorganismes(**Murielle, 2009**).

5.4.c. La salaison ou salage

La conservation par le sel ou salage consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action du sel :

-Soit en le répandant directement à la surface de l'aliment (salage à sec).

-Soit en immergeant le produit dans une solution d'eau salée (saumurage).

En diminuant l'activité de l'eau du produit, ce procédé permet de freiner ou de bloquer le développement microbien. Cette technique est essentiellement utilisée en fromagerie et en charcuterie (**Murielle, 2009**). Mais elle est utilisée comme technique de conservation la plupart du temps pour les poissons et les viandes (**Emilie, 2009**).

5.5. Techniques physiques de conservation

5.5.a. Irradiation ou ionisation

Se sont des techniques qui consistent à « bombarder » le produit de radiation ionisantes créées par accélération d'électrons, par isotopes radioactifs ou par une source de rayon X. L'irradiation est le plus souvent utilisée pour le traitement des aliments solides (viandes, fruits de mer, épices), séchés ou frais (**Taibi, 2015**).

Le traitement de certains aliments par des radiations ou des particules ionisantes est un procédé récent (environs 50 ans) et encore relativement peu utilisé. Il permet de détruire soit certains ou la majorité des microorganismes présents dans l'aliment (**Taibi, 2015**).

5.5.b. Ozonisation

L'ozone (O_3) a un effet stérilisant sur les aliments. Son utilisation se fait sur les aliments liquides, il entre en contact avec les aliments. Outre son pouvoir stérilisant, l'ozone élimine de nombreux goûts et odeurs des aliments (**Taibi, 2015**).

5.5.c. L'atmosphère contrôlée (O_2)

L'oxygène cause l'oxydation et le rancissement des aliments. On peut donc diminuer le taux d'oxygène qui entre en contact avec les aliments emballés, en employant toutes sortes de moyens, tels que : l'utilisation des pompes à vide, le remplacement de l'air par un gaz inerte comme l'azote (**Taibi, 2015**).

5.5.d. La pressurisation (pressage isostatique)

La pression communiquée par un milieu liquide est isostatique (pression hydrostatique) : elle est identique dans toutes les directions de l'espace, en tout point de

l'enceinte et du produit qui y est contenu. Dans le cas d'un produit préemballé, qu'il soit solide ou liquide, l'emballage doit être flexible pour transmettre la pression extérieure. Chaque particule est ainsi soumise à une pression isostatique omnidirectionnelle **(Taibi, 2015)**.

5.6. Fermentation

Il s'agit d'une méthode de conservation par laquelle l'aliment subit un changement du milieu sous l'action de levures spécialisées ou de bactéries. Elle est utilisée par exemple pour les concombres frais, olives, choux,...etc. La fermentation est habituellement combinée à d'autres procédés, comme salaison contrôlée ou l'ajout du sucre **(Taibi, 2015)**.

5.7. Antibiotiques et antiseptiques

L'addition par exemple de la tétracycline à la glace concassée est un procédé utilisé dans l'industrie de la volaille et du poisson. Les agents antiseptiques doivent être toxiques pour les microorganismes mais non toxique pour l'Homme. Ils doivent avoir une toxicité sélective **(Taibi, 2015)**.

L'anhydride sulfureux, l'acide sorbique, l'acide benzoïque, l'acide propénoïque, nitrites sont autant de produits utilisés à différentes doses dans différents aliments pour leurs effets bactériostatiques, bactéricides et fongicides **(Taibi, 2015)**.

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

1. La bio-conservation des aliments

1.1. Définition

La bio-conservation des aliments est une technologie de conservation consistant à ajouter dans des aliments, généralement conditionnés sous vide ou sous atmosphère protectrice, des micro-organismes sélectionnés pour leurs capacités à inhiber la croissance de micro-organismes indésirables (microflores d'altération et microflore pathogène). L'objectif est d'allonger la durée de conservation des produits et /ou de maîtriser le développement d'un danger bactérien spécifique (**Pilet *et al.*, 2010**).

1.2. Les microorganismes bio-protecteurs

Les matières premières constituant les aliments sont inévitablement contaminées par des microorganismes qui vont, au cours des étapes de transformation et de stockage, pouvoir se développer à des degrés divers dans les aliments. La croissance des microorganismes peut engendrer, ou non, une modification notable de la matière première : le développement de certaines espèces peut être souhaité, comme celui des ferments dans les produits fermentés, ou au contraire redouté, comme celui des bactéries d'altération qui peuvent agir sur la couleur, la texture, la saveur ou l'odeur de l'aliment (**Zagoerc *et al.*, 2013**).

1. Les critères de sélection des microorganismes bio-protecteurs

Si les cultures protectrices sont attendues pour leur effet positif sur l'hygiène des produits, elles doivent avant tout, comme tous les autres ferments, satisfaire aux critères habituellement requis pour une utilisation industrielle de cultures microbiologiques. Ces cultures doivent notamment résister aux procédés de fabrication des aliments mis en œuvre et s'implanter dans l'aliment (**Zagoerc *et al.*, 2013**).

Elles doivent en outre présenter les propriétés suivantes :

- L'aptitude à inhiber les flores indésirables dans l'aliment ;
- L'aptitude à la production industrielle ;
- présente une innocuité (**Zagoerc *et al.*, 2013**).

➤ Activité inhibitrices dans l'aliment

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

La majorité des cultures de préservation ont été sélectionnées pour leur activité inhibitrice par la production de bactériocine, qui est dirigées contre des bactéries pathogènes (**Zagoerc et al., 2013**).

➤ **Production et faisabilité industrielle**

- **Production de biomasse**

L'un des critères de sélection des ferments porte sur leur aptitude à la production. D'un côté économique, l'idéal est de pouvoir produire un maximum de biomasse et en minimum temps, et si possible dans des conditions de culture qui ne soient pas trop coûteuses (**Chamba et al., 1994**). Dans les conditions optimales de culture, les bactéries sélectionnées doivent présenter un taux de croissance important et fournir une production suffisante (**Zagoerc et al., 2013**).

- **Résistance à la lyophilisation et à la congélation**

La résistance des bactéries à la conservation est très variable d'une espèce à une autre et peut même varier d'une espèce donnée et d'une souche à l'autre. De nombreuses études portant sur les bactéries lactiques ont montré que divers facteurs interviennent sur la viabilité des souches microbiennes lors des traitements de conservation : les conditions de préparation des cultures, les conditions de congélation et de stockage ; les conditions de décongélation, puis de remise en culture ou de réhydratation des lyophilisats (**Zagoerc et al., 2013**).

2. Les nouvelles techniques de la conservation

2.1. Les bactéries lactiques dans la bio-conservation des aliments

1. Définition

Les bactéries lactiques sont des microorganismes unicellulaires procaryotes hétérotrophes et chimio-organotrophes formant un group hétérogène constitué de cocci et de bacilli (**Badis et al., 2005**). Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram positif dont la teneur en guanine et cytosine (G+C) est inférieure à 50%, capables de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C et à des pH allant de 4.0 à 4.5. Ces bactéries sont généralement immobiles et se caractérisent par la production d'acide lactique comme produit majeur du métabolisme. Leur division se déroule sur un seul plan à l'exception des genres :

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

Pediococcus, *Aerococcus*, et *Tetragenococcus* (Salminen *et al.*, 2004 ; König et Fröhlich, 2009 ; Pringsulaka *et al.*, 2011).

Les bactéries lactiques sont généralement reconnues comme étant saines, de statut "GRAS" et jouent un rôle important dans la fermentation et la conservation des aliments, que ce soit sous forme de microflore naturelle ou de cultures ajoutées sous des conditions réglementées. Elles sont largement utilisées dans la préparation de nombreux aliments fermentés (yaourts, laits fermentés, fromages,... etc). En plus de leur rôle technologique, la contribution la plus importante de l'ajout de ces souches au produit est l'amélioration de sa qualité (saveur, texture) et son innocuité par l'intermédiaire de l'allongement de sa durée de vie et de l'inhibition de la flore compétitive d'altération et des bactéries pathogènes (O'sullivan *et al.*, 2002).

2. Les caractéristiques

Ces propriétés de conservation sont le résultat des propriétés inhibitrices des bactéries lactiques. Ces propriétés peuvent être :

- Une compétition pour les nutriments.
- Une modification physico-chimiques du milieu, tels que l'acidification et la production de métabolites antimicrobiens.
- Une production de nombreux composés antimicrobiens telles que les acides organiques (acide lactique), du peroxyde d'hydrogène, du CO₂, du diacétyl, de l'acétaldéhyde et des bactériocines (Ray et Daeschel, 1994; Ringo et Gatesoupe., 1998 et O'sullivan *et al.*, 2002).

3. Mode d'action

Les bactéries lactiques ne possèdent pas de cytochrome, elles sont incapables d'effectuer un métabolisme respiratoire et s'en remettent entièrement à la fermentation. Les *Lactococcus* sont des bactéries ayant un métabolisme homo-fermentaire et qui produisent leur énergie métabolique par phosphorylation au niveau du substrat pendant la fermentation des glucides. (Larpent, 1991; Pelmont, 1995). Cependant, *Lactococcus lactis* peut effectuer une respiration sur un milieu riche en hème en aérobiose et d'utiliser l'oxygène comme accepteur final d'électrons. (Duwat *et al.*, 2001). Les bactéries lactiques sont également des cellules hétérotrophes et possédantes des besoins nutritionnels particulièrement complexes car en plus des hydrates de carbone, les souches lactiques exigent plusieurs acides aminés, peptides, vitamines, glucides et les précurseurs des bases azotées (Juillard *et al.*, 1996).

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation .

4. Les applications

Les bactéries lactiques sont reconnues comme étant saines, de statut "GRAS" et jouent un rôle important dans la fermentation et la préservation des aliments, que ce soit sous forme de microflore naturelle ou de cultures ajoutées sous des conditions réglementées. Elles sont largement utilisées dans la préparation de nombreux aliments fermentés (yaourts, laits fermentés, fromages, etc.). En plus, de leur rôle en technologie, la contribution la plus importante de l'ajout de ces souches au produit est l'amélioration de sa qualité (saveur, texture) et son innocuité par l'intermédiaire de l'allongement de sa durée de vie et de l'inhibition de la flore compétitive d'altération et des bactéries pathogènes **(O'sullivan et al., 2002)**.

- Ces propriétés de conservation sont le résultat des propriétés inhibitrices des bactéries lactiques. Ces propriétés peuvent être : **(Ray et Daeschel, 1994; Ringo et Gatesoupe, 1998 et O'sullivan et al., 2002)**.
- Une compétition pour les nutriments.
- Une modification physico-chimique du milieu, tels que l'acidification et la production de métabolites antimicrobiens.
- Une production de nombreux composés antimicrobiens tels que les acides organiques (acidelactique), du peroxyde d'hydrogène, du CO₂, du diacétyle, de l'acétaldéhyde et des bactériocines **(Ray et Daeschel, 1994; Ringo et Gatesoupe, 1998 et O'sullivan et al., 2002)**.

2.2. Les bactériocines

1. Définition

Les bactériocines sont des substances de nature totalement ou partiellement protéique, avec une activité bactéricide contre les espèces proches de la souche productrice. Elles sont synthétisées par voie ribosomale, sous forme de peptides inactifs, et deviennent actives en milieu extracellulaire. Dans la plupart des cas, elles sont codées par des gènes plasmidiques. Ces substances antagonistes diffèrent entre elles par : leurs poids moléculaires, leurs propriétés biochimiques, leur spectre et leur mode d'action **(Klaenhammer, 1988)**.

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

2. Propriétés

Certains critères des bactériocines produites par les bactéries lactiques justifient leur choix comme bio-conservateurs (**Galvez *et al.*, 2007 ; Thakur et Roy, 2009**).

- Inactives et non toxiques contre les cellules eucaryotes ;
- Généralement thermostables et tolérantes aux variations du pH ;
- Possèdent un spectre d'activité relativement large ;
- Mode d'action généralement bactéricide (membrane cytoplasmique) ;
- Déterminants génétiques codés par les plasmides ;
- Sensibilité aux protéases et digestibilité dans le tractus intestinal (**Galvez *et al.*, 2007 ; Thakur et Roy, 2009**).

3. Classification

Les bactériocines produites par les bactéries lactiques sont réparties en quatre classes. Selon Klaenhammer (1993), cette classification reposant sur les structures et les mécanismes d'action des bactériocines.

➤ **Classe I : Les lantibiotiques**

Peptides de taille inférieure à 5 kDa, thermostables et contiennent des acides aminés inhabituels soufrés (lanthionine, β -méthyl lanthionine, la déhydrobutyrine et déhydroalanine) formés post traditionnellement (**Mc Auliffe *et al.*, 2001 ; Twomey *et al.*, 2002**).

➤ **Classe II**

Peptides de taille inférieure à 10 kDa, stables à la chaleur, ne contenant pas d'acides aminés modifiés. Leur point isoélectrique varie entre 8 et 10 (**Fimland *et al.*, 2000 ; Richard *et al.*, 2006**).

➤ **Classe III**

Protéines de taille supérieure à 30 kDa et sensibles à la chaleur. La structure et le mode d'action de ces bactériocines diffèrent complètement des autres bactériocines produites par les bactéries lactiques (**Nilsen *et al.*, 2003 ; Papagianni, 2003 et Nigutova *et al.*, 2007**).

➤ **Classe IV**

Peptides qui nécessitent une partie carbohydrates ou lipidiques pour avoir une activité. Aucune bactériocine de cette classe n'a été identifiée (**Klaenhammer, 1993**).

4. Mode d'action

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation .

Bien que toutes les bactériocines partagent le même site d'action qui est la membrane cytoplasmique, leur mode d'action semble être différent (**Dortu et Thonart, 2009**). Les antibiotiques tel que la nisine, portant une structure cationique et amphiphile allongée, interagissent avec la membrane des cellules cibles soit en se liant au lipide II (un précurseur de peptidoglycanes) empêchant ainsi la synthèse de la paroi cellulaire conduisant à la mort de la cellule, soit en utilisant ce lipide comme une molécule d'appui pour s'insérer dans la membrane et y former des pores causant la destruction de la cellule suite à la dissipation du potentiel membranaire et l'efflux des petites molécules (ions, ATP, acides aminés,...etc) (**Gillor et al., 2008 ; Dortu et Thonart, 2009**).

L'insertion des bactériocines de la classe II dans la membrane est conférée par la structure α -hélice amphiphile, cette insertion induit la perméabilisation de la membrane et par conséquent la mort cellulaire suite à l'écoulement de molécule à faible poids moléculaire (**Gillor et al., 2008 ; Dortu et Thonart, 2009**).

5.Application des bactériocines

Généralement les bactériocines des bactéries lactiques trouvent leur utilisation dans divers domaines où elles empêchent le développement de bactéries pathogènes et nuisibles (**Albano et al., 2007**).

L'utilisation des bactériocines dans les produits alimentaires a connu une forte progression. Du fait que ces substances sont naturelles, sûres (non nocives pour les cellules eucaryotes et facilement digestibles dans le tractus intestinal), résistantes aux traitements thermiques et aux variations de pH et fonctionnant à faibles concentrations, leur application contribue à prolonger la durée de conservation des produits alimentaires (**Djenane 2009; Gautam et Sharma, 2009 ; Siboukeur, 2018**).

Ces molécules bioactives sont introduites dans les aliments soit directement sous forme purifiée ou semi-purifiée (nisine) ou sous forme de concentré (pédiocine) soit indirectement en appliquant la souche productrice dans le produit alimentaire (production *in situ*), comme elles peuvent être immobilisées par encapsulation ou adsorption. A l'heure actuelle, seule la nisine est acceptée comme additif (**Ghalfi et al., 2006 ; Dortu et Thonart, 2009**).

➤ Exemples d'application : la nisine

- Généralités

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

La nisine, est une bactériocine lantibiotique de type A, c'est un peptide de 34 acides aminés, de poids moléculaire de 3,5 KDa, qui possède un caractère amphiphile : hydrophobe du côté N-terminal et hydrophile du côté C-terminal (**Van Der Meer et al., 1993; Hooven et al.,1996**) (figure 01). Elle est thermorésistante et active à des pH bas (**Liuc et Hansen, 1990**). En 1983, la nisine est ajoutée dans la liste des additifs alimentaires (E234). Son utilisation est admise dans plus de 50 pays comme additif alimentaire en Europe et est approuvée par la FDA (**Cotter et al., 2005**).

Les souches de *Lactococcus lactis* produisent trois variantes structurales de nisine : la nisine A est le prototype, la nisine Z diffère par un acide aminé et la nisine Q diffère par quatre acides aminés (**Mulders et al., 1991; Fukao et al.,2008**).

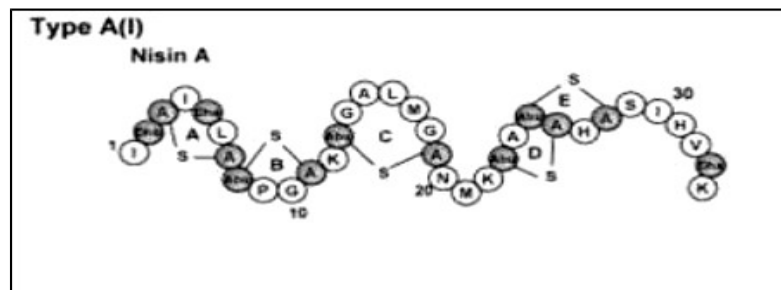


Figure 03: Structure de la nisine (**Akaleta et Entian, 1991**).

- Mode d'action

La nisine peut avoir un double mode d'action. Elle peut d'abord se lier au lipide II, qui est le principal transporteur de sous-unités peptidoglycane du cytoplasme vers la membrane cellulaire, et par conséquent empêcher la synthèse de la paroi cellulaire, processus qui conduit à la mort des cellules. Elle peut aussi utiliser le lipide II comme un récepteur, afin d'engager un processus d'insertion dans la membrane et la formation de pores. Il résulte de ce processus une augmentation de la perméabilité membranaire provoquant un efflux rapide de l'ATP, des ions et des acides aminés entraînant une dissipation de la force proton motrice, à l'origine de la mort de la cellule (**Patton et Van der Donk, 2005**).

Le deuxième mode d'action de la nisine est l'inhibition de la biosynthèse de la paroi cellulaire (**Reisinger et al., 1980**). Cette inhibition résulterait de la formation d'un complexe entre le précurseur lipidique membranaire du peptidoglycane, le lipide II, et les molécules de

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation .

nisine. Le lipide II est également la seule cible spécifique de la nisine pour la formation de pores (MC Auliffe *et al.*, 2001).

2.3. Utilisation des bactériophages

1. Définition

Les bactériophages ont été découverts par Twort en 1915 et par D'Hérelle en 1917. Les bactériophages sont des virus spécifiques des bactéries, qui peuvent infecter et détruire en quelques heures la quasi-totalité d'une culture bactérienne. Elles munissent d'une grande spécificité, leur utilisation potentielle en tant qu'agents de bio-préservation des denrées alimentaires suscite un intérêt croissant depuis quelques années (Zageorc *et al.*,2013).

2.Mode d'action des bactériophages

Les phages sont spécifiques d'une espèce ou d'un genre de bactérie hôte. Les phages qui n'ont pas de métabolisme propre, utilisent la machinerie cellulaire des bactéries pour se multiplier. Tous les bactériophages ont un cycle lytique, dit virulent ou infectieux, pendant lequel le virus s'adsorbe sur la bactérie et y injecte son matériel génétique. Après intégration dans la cellule hôte par des récepteurs spécifiques, la particule phagique se réplique à une centaine d'exemplaires qui entraînent la lyse de la cellule bactérienne et provoque la mort cellulaire de la bactérie infectée. Les particules phagiques sont alors propagées dans l'environnement(Christiens *et al.*, 2013).

3.Application des bactériophages

Les phages sont utilisés en thérapeutique humaine pour lutter contre les infections bactériennes depuis le XX^e siècle (D'Hérelle, 1917). Cette méthode de lutte a été quasi abandonnée depuis les années 1940, du fait de l'apparition des antibiotiques, plus facile d'emploi. Cependant, face aux problèmes d'antibiorésistance rencontrés depuis les années 1980, l'utilisation de phages montre un regain d'intérêt (Sulakvelidze *et al.*, 2001).

Les bactériophages sont également utilisés en élevage pour un usage vétérinaire préventif et curatif, notamment contre *Salmonella*,... ainsi qu'en production végétale pour lutter contre les bactéries phytopathogènes (Svircey *et al.*, 2010).

Parallèlement, l'utilisation de phages lytiques a été explorée dans le domaine alimentaire, afin de contrôler des germes pathogènes ou d'altération (Hudson *et al.*, 2005; Hagens *et Loessner*, 2007). Les conditions d'activité des phages sont généralement compatibles avec les conditions d'environnement rencontrées dans les aliments. En outre, les

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation .

phages n'affectent pas les caractéristiques organoleptiques des produits alimentaires (goût, odeur, couleur et texture) et n'ont pas d'impact écologique, puisqu'ils sont constitués d'acides aminés et d'acides nucléiques. Enfin, du fait de leur spécificité, des bactériophages utilisés contre des bactéries pathogènes ne peuvent infecter les bactéries utiles des aliments, tels que les ferments (**Christiens et al., 2013**).

3. Exemples sur la conservation de quelques aliments

1. La conservation de la viande

La viande de boucherie et de charcuterie provient du bœuf, Veau, volaille, mouton, l'agneau, du cheval et des abats comestibles. Principalement, la viande a une valeur nutritionnelle dont elle contient un apport en protéines et en fer; une moyenne teneur en protéines : pour 100 grammes de viande il y a de 16 à 20 grammes avant cuisson. La viande contient des vitamines de groupe de A et B (**Girard, J.P. [Ed.], 1990, Nout, M.J.R.,2003**).

Les viandes disposent de multiples méthodes de conservation, à savoir :

- ✓ **L'utilisation de froid** : la réfrigération est importante dès le départ dans l'abattoir. Les carcasses sont refroidies de 38°C à 5°C en quelques heures. De plus, les expéditions aux grossistes et aux détaillants seront en l'état de refroidi avec le stockage. La durée de stockage maximale de la viande est conservée est entre 0 et 5°C pendant plusieurs jours. La flore psychrophile (*Pseudomonas spp*) est capable de se multiplier à ces températures, et par un processus enzymatique la viande se gâte. La durée de stockage lorsque la viande est congelée à -20°C est de quelques semaines. La surgélation entraînera des problèmes de détérioration, d'autre part le séchage de la surface de la carcasse et la croissance lente de moisissure noire (décoloration)(**Girard, J.P. [Ed.], 1990, Nout, M.J.R.,2003**).
- ✓ **L'utilisation de la chaleur** : Cette conservation se fait soit par cuisson simple, dans ce cas, il doit être combiné avec la réfrigération ; soit par pasteurisation (semi-conserve) : l'effet chauffant est renforcé par l'application de sel, des épices, de nitrite, etc. Le stockage réfrigéré est nécessaire, par appertisation (stérilisation) : la mise en boîte suivie par l'autoclavage (121°C, 40- 60 minutes(**Girard, J.P. [Ed.], 1990, Nout, M.J.R.,2003**).
- ✓ **La déshydratation avec ou sans fumage**

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

- ✓ **Le salage** : NaCl + NaNO₃ (salpêtre) avec l'action conservatrice du nitrite (formation de nitrosomyoglobine et nitrosohémochrome).
- ✓ **La fermentation lactique** : Saucisses fermentées (exemple : le salami) (**Girard, J.P.** [Ed.], 1990, **Nout, M.J.R.,2003**).

2.La conservation des fruits et légumes

❖ Conservation par la chaleur (appertisation)

C'est une méthode qui consiste à enfermer l'aliment dans un récipient hermétiquement clos, et à le soumettre à un chauffage assurant la destruction ou l'inactivation des micro-organismes et des enzymes susceptibles de l'altérer. L'appertisation s'applique à de nombreux fruits et légumes (petits pois et tomates en boîte, fruits au sirop, jus de fruits, nectar de fruits...)(**Nout, M.J.R.,2003**).

Dans la mesure où les légumes diffèrent des fruits du point de vue composition chimique, les conditions de chauffage ne sont pas similaires. Les légumes ont une acidité plus faible (pH>4,5) que les fruits et peuvent contenir plus de micro-organismes du sol thermo-résistants que les fruits. En outre, beaucoup de légumes exigent plus de cuisson que les fruits pour l'amélioration de leur flaveur et de leur texture. Pour ces raisons, les légumes mis en boîtes qui exigent un traitement thermique plus intense que celui appliqué aux fruits (**Nout, M.J.R.,2003**).

❖ Conservation par séchage

Le séchage ou déshydratation consiste, à éliminer de l'eau contenue dans le fruit ou le légume, jusqu'à atteindre une teneur en eau compatible avec une préservation à long terme. Le séchage donne aussi au produit une facilité de réduction en poudre et une facilité de stockage supérieures. La teneur en eau résiduelle des fruits séchés ne doit en général pas dépasser 23 - 24%. Lorsque les fruits déshydratés sont destinés à être réduits en farine, leur teneur en eau finale est plus faible (de l'ordre de 8 à 10%).

Avant, le séchage est réalisé par exposition directe des produits au soleil. Il s'agit d'un séchage par rayonnement et convection, très économique, mais présentant cependant des inconvénients considérables quant à la qualité nutritionnelle et hygiénique des produits séchés (dégradation des vitamines, dépigmentation des légumes, brunissement, contamination par la

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

poussière ambiante, contamination dues aux insectes, aux oiseaux et aux rongeurs) (Nout, M.J.R.,2003).

❖ Conservation par le sel et le vinaigre

La conservation des fruits ou des légumes par le sel et le vinaigre s'effectue suivant deux principes différents, selon que l'on autorise une fermentation ou non :

On peut tout d'abord faire le traitement des légumes avec du sel en forte concentration (15% minimum) sans ajouter de vinaigre. A cette teneur, les germes putréfiant ainsi que les germes pathogènes sont inhibés et il n'y a pas de fermentation dans le produit (sel = agent de conservation)(Nout, M.J.R.,2003).

On peut procéder également d'une autre manière en traitant les légumes par des solutions à une concentration de l'ordre de 8 à 10% de sel, ce qui permet le développement sélectif d'une certaine catégorie de micro-organismes (les bactéries lactiques) et autorise une fermentation. En effet ces bactéries vont transformer les sucres fermentescibles du produit pour la plupart. Cet acide, ainsi que l'acide acétique provenant du vinaigre que l'on ajoute également, inhibe le développement d'autres micro-organismes nuisibles, tels que les bactéries productrices de spores, les bactéries protéolytiques et les organismes pectolytiques. (Sel + vinaigre = agent de conservation)(Nout, M.J.R.,2003).

❖ Conservation par atmosphère contrôlée

La préservation des fruits et légumes fait aussi appel à la modification de l'atmosphère des entrepôts en agissant sur la teneur en oxygène, en anhydride carbonique et en azote. Par exemple, des atmosphères de 10 à 15% d'oxygène et de 0 à 2% de CO₂ ont permis de prolonger jusqu'à 8 mois la durée de conservation des agrumes. Les atmosphères contrôlées sont intéressantes pour la conservation de beaucoup de fruits, mais en ce qui concerne les fruits tropicaux, les études n'ont pas été approfondies et les applications industrielles sont très rares et coûteuses(Nout, M.J.R.,2003).

3.La conservation par stérilisation du lait

Chapitre II les nouvelles techniques de conservation

La stérilisation consiste en un chauffage énergétique destiné à tuer tous les micro-organismes du lait pour assurer une longue conservation. Le résultat peut être obtenu par deux méthodes : le procédé conventionnel et le procédé par ultra haute température (UHT).

Quelle que soit la méthode, il faut que le lait soit homogénéisé avant la stérilisation, pour éviter la séparation de la matière grasse au cours de la conservation(Nout, M.J.R.,2003).

En utilisant le procédé conventionnel, le lait est chauffé dans des conditions d'autoclavage, soit 15-20 minutes à 115-120 °C, ou 8-10 minutes à 125-130 °C. Le lait est préalablement conditionné en récipients hermétiques comme les bouteilles en verre ou en matière plastique. Le procédé UHT consiste en un chauffage instantané du lait, en flux continu, à 140-150°C pendant 2-3 secondes, suivi d'un conditionnement aseptique dans des récipients stériles, par exemple, emballage en carton ou en matière plastique de formes diverses(Nout, M.J.R.,2003).

Autrefois, le lait stérilisé était un lait profondément modifié dans ses compositions, sa structure et sa valeur nutritionnelle par le traitement thermique. Aujourd'hui, les progrès réalisés par les techniques et le matériel de stérilisation permettent de limiter considérablement les modifications enregistrées. Le lait stérilisé, par le procédé UHT, conserve sa teinte blanche initiale et sa valeur nutritionnelle est respectée(Nout, M.J.R.,2003).

4.La conservation par les bactériocines

Les bactéries du genre *Carnobacterium* isolées des produits de la mer, et sélectionnées pour leurs capacités à inhiber *Listeria monocytogenes* dans le saumon fumé lors de sa conservation réfrigérée semble être une voie prometteuse. intéressante à considérer pour une utilisation en bio-conservation car elle produit une bactériocine de classe IIa, la divercine V41 ayant une forte activité anti-*Listeria*(Duffes et al., 1999).

Conclusion

L'aliment est le besoin fondamental de la vie. L'agriculture, l'élevage et la pêche fournissent aux humains une variété de produits qui doivent être stockés pour une consommation à long terme. La conservation des produits alimentaires nécessite des opérations visant à assurer leur bonne qualité en les rendant attractifs, comestibles, savoureux et nutritifs pour les consommateurs. Le stockage, la distribution et le commerce des aliments nécessitent une longue durée de vie commerciale et une bonne sécurité pour les consommateurs(**Nout, M.J.R., 2003**). Il existe plusieurs techniques pour prolonger la durée de conservation des aliments, et la recherche dans ce domaine se poursuit(**ALEXANDRA L. ,2001**). Les méthodes actuelles de conservation des aliments sont principalement basées sur le transfert d'énergie ou de masse ou de les transformer par l'action de réactions biochimiques ou de changement d'état, et la conservation biologique est un changement de paradigme très efficace dans la préservation des denrées alimentaires(**DARINMOU, 2000**).

Références bibliographiques

- **ABEE.T, 1995** :Pore-formingbacteriocins of Gram+ bacteria and self protection mechanisms of producerorganisms. FEMS Microbiol. Lett., 129, 1-9.
- ALEXANDRA L., 2001**. La conservation des aliments tout on jeu. Savoir scientifique.
- Azcarate-Peril M.A., 2005**. Genomicfeatures of lacticacidbacteriaeffectingbioprocessing and health. FEMS Microbiol. Rev., **29**, 393-409
- **BADIS A., LAOUABDI-SELLAMI N., GUETARNI D., KIHAL M. ET OUZROUT R.,2005**.Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvrede deux populations caprines locales «Arabia et Kabyle». Sci. Technol., 23: 30-37.

- BONNEL.D,2012**.La conservation des denrées alimentaires en refuges. AFRAT Centre de formation 38000 Autrans.Université Le Mirail 31000 Toulouse
- **BOUMENDJEL M. , 2005**. Conservation des denrées alimentaires . Cours multimédia interactif à usage pédagogique centre universitaire d'EL - TAREF.
- **Branger, A., Richer, M.-M., Roustel, S., 2007**. Alimentation et processus technologiques. Educagri éd, Dijon.
- Brenner, D. J., Krieg, N. R., Garrity, G. M., et Staley, J. T. (2005)**. Bergey'smanual of Systematicbacteriology : The proteobacteria Springer.
- **CORLIEN H., 2005**. La conservation du poisson et de la viande. Fondation Agromisa . Wageningen Agrodok 12. ISBN : 90-9573-033-3 . P6-8-14-15.
- DARINMOU ,2000**.Conseil pour le consommateur. Laboratoire darinmoub. Site darinmoub.com /conseils.pdf

- **Décret n°55-241 (1955)**. Décret pris pour l'application en ce qui concerne le commerce des conserves et semi-conserves alimentaires de la loi du 1er août 1905 modifiée et complétée sur la répression des fraudes: Version consolidée au 03 avril 1997
- **DELLAGLIO F., de ROISSART H., TORRIANI S., CURK M.C. et JANSSEUS D.**

- DJIODA T., 2010**. Amélioration de la conservation de la mangue 4ème gamme par application de traitement. Thermique et utilisation d'une conservation sous atmosphère modifiée. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse. Spécialité : sciences agronomiques.Montpellier. Université d'Avignon.

- **DUFFES F., LEROI F., BOYAVAL P.and DOUSSET X. ,1999b**, Inhibition of Listeria monocytogenes by in situ produced and semipurified bacteriocins of Carnobacterium spp. on vacuumpacked, refrigerated cold-smoked salmon, Journal of Food Protection. 62 : 1394-1403.
- **DUWAT P., SOURICE S., CESSÉLIN B., LAMBERT G ., VIDO K., GAUDU F.,LELOIR Y., VIOLET F., LOUBIERE P. and GRUSS A.(2001)**. Respiration capacity of

the fermenting Bacterium *Lactococcus lactis* and positive effects on Growth and Survival. J. bacterial.,183 (15), 4509-4516.

- **ELISABETH V., 2008 « b »**. Aliments et boissons . Technologies et aspects réglementaires. 3ème édition Doin éditeur. Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine. 3 ° ème édition. ISBN : 978-2-7040-1264-0 . P99-100-114 131.

- **EMILIE F. , 2009**. Connaissance des aliments .Bases alimentaires et notionnelles de la déitique. 2ème Edition Lavoisier .ISBN 978-7430-1156-7.

- **Exapro (2010)**. From <http://www.exapro.com>.

- **Farkas, J. (2007)**. Physical methods of foodpreservation. In Food microbiology: fundamentals and frontiers, pp. 685-712.

-**Galvez A., Abriouel H., Lopez R.L. & Ben Omar N., 2007**. Bacteriocin-basedstrategies for foodbiopreservation. Int. J. Food Microbiol., **120**(1-2), 51-70.

- **GIRARD, J.P. [Ed.] (1990)** Technologie de la viande et des produits carnés. Collection “Sciences et Techniques AgroAlimentaires”. Tec & Doc - Lavoisier - INRA. 304pp. ISBN 2-85206-725-0.

-**Grogna, P. (2016)**. conservation des fruits et légumes. itinéraires BIO, BIEWALLONIE: p10-13.

- **GRET : Groupe de recherche et d'échange technologique, 1993**. Conserver et transformer le poisson. Collection le point sur : Saint - Etienne. P 286.

-**GUY L ELIZABETH V., 2007**.Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurités alimentaires. Doin éditeur, Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine, 4èmeédition

- **HUGENHOLTZ J. & KLEEREBEZEM M., 1999**. Metabolic engineering of lacticacidbacteria: overview of the approaches and results of pathwayreroutinginvolved in food fermentations. Curr. Opin. Biotechnol., 10(5), 492-497.

-**JEAN-PIERRE D., 2000**.La conservation des aliments. Lycée de Métiers de l'hôtellerie et du Tourisme. Alexandre Dumas Strasbourg-Illich

- **JUILLARD V., FOUCAUD C., DESMAZEAUD M. et RICHARD J.(1996)**. Utilisation des sources azotées du lait par *Lactococcus lactis*. Lait, 76, 13-24.

-**Klaenhammer T.R., 1988**. Bacteriocins of lacticacidbacteria. Biochimie, **70**, 337-349.

-**Klaenhammer T.R., 1993**. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. FEMS Microbiol. Rev., **12**(1-3),39-85.

-**Klaenhammer T.R., Barrangou R., Logan Buck B. &**

- **KÖNIG H., FRÖHLICH J. 2009**. Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine.Ed Springer-Verlag., Berlin Heidelberg.109p.

-**LARRENT J.P(1991)**. Les ferments microbiens dans les Industries Agro-Alimentaires : produits laitiers et carnés. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

- **LIU, W., PANG, H., ZHANG, H., AND CAI, Y. (2014).** "Biodiversity of lactic acid bacteria," in *Lactic Acid Bacteria*. (The Netherlands: Springer), 103-203.
- **Lund, B. M., Baird-Parker, T. C. & Gould, G. W. (2000).** *The microbiological safety and quality of food*.
- **MAFART P., 1991.** *Génie industriel Alimentaire TOM1. Les procédés physiques de consommation*. Edition Lavoisier . ISBN 2-85206-707-2 . P 60-72.
- **MICHEL R., 2010.** *Fumage de poisson en Afrique de l'ouest pour les marchés locaux et d'exportation. Rapport finale*. Agence universitaire de la francophone.
- **Monnier, L., C. Colette, et al. (2010).** "La saga alimentaire : ses heurs et ses malheurs au cours des siècles (1re partie)." *Médecine des Maladies Métaboliques* 34093(10): 691-696.
- **MURIELLE M., 2009.** *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Edition Lavoisier, ISBN : 987-2-7430-1072-0.
- **Nicholson, W. L., Munakata, N., Horneck, G., Melosh, H. J. & Setlow, P. (2000).** *Resistance of Bacillus endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64, 548-572.
- **Nout, M.J.R., Hounhouigan, J., Boekel, M.A.J.S.V., Tiny, 2003.** *Les aliments: transformation, conservation, et qualité*.
- **O'SULLIVAN, L; Ross, R.P. and Hill, C. 2002** : *Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality*. *Biochimie*. 84: 593-604.
- **Papagianni M., 2003.** *Ribosomally synthesized peptides with antimicrobial properties: biosynthesis, structure, function and applications*. *Biotechnol. Adv.*, **21**(6), 465-499.
- **PATRICK TAILLIEZ.** *MINI-REVUE : les bactéries lactiques, ces êtres vivants* apparus il y a près de 3 milliards d'années. *Le Lait*, INRA Editions, **2001**, 81 (1-2), pp.1-11. 10.1051/lait : 2001101. hal-00895453. **(1994)**. *Caractéristiques générales des bactéries lactiques* ; in : « Bactéries lactiques ». Vol 1. Ed. Loriga, Uriage.
- **PELMONT J. (1995).** *Bactéries et environnement : adaptation physiologique, volume II*, collection Grenoble science, Ed. Office de Publication Universitaire.
- **PIARD J.C., 1995,** *Evidence for two bacteriocins produced by Carnobacterium piscicola and Carnobacterium divergens isolated from fish and active against Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, 58 : 266-262.
- **PIERRE F., 1998.** *Aliments et industries alimentaires : les propriétés de la recherche publique* . Edition ENRA. ISBN : 978-2-7380-0827-5 .
- **PILET M.F., DOUSSET X., BARRE R., NOVEL G., DESMAZEAUD M. and**
- **POLE A., 2010.** *Le fumage du poisson*.

- **POT B. (2008)**. The taxonomy of lactic acid bacteria ; in : « Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments ». Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- POTHIVEJKUL K. AND RANGSIRUJI A., 2011**. Partial characterization of bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from Thai fermented meat and fish products. Food Control, 23: 547-551.
- **PRINGSULAKA O., THONGNAN N., SUWANNASAI N., ATTHAKOR W.,**
- **RAY, B. and DAESCHCL, M. 1994**. Bacteriocins of starter culture bacteria. In M. Dillon & G. Board (Eds.), Natural antibacterial Systems and food preservation(pp. 133). OxonUK: CAB International.
- **RIGAUX P.(2008)**. Evaluation des propriétés immuno-modulatrices de la bactérie lactique *Lactobacillus plantarum* NCI MB8826 dans le cadre de l'allergie aux acariens. Thèse de Doctorat, Université libre de Bruxelles, Ecole Interfacultaire de Bioingénierie, Laboratoire d'Allergologie Expérimentale
- **RINGO, E. AND GATESOUPC, F.J. 1998**. Lactic acid bacteria in fish: A review. Aquaculture. 160: 177-203.
- **RODGERS, S .2001** :Preserving non-fermented refrigerated foods with microbial cultures. A review. Trends Food Sci. Technol. 12: 276-284.
- **SALMINEN S., WRIGHT A.V. AND OUWEHAND A., 2004**. Microbiological and functional aspects. Marcel Dekker. Inc., U.S.A .p 628
- **SIBOUKEUR.A:** Etude d'une bactériocine (type nisine) produite par deux souches de bactéries lactiques(*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) isolées à partir des laits camelin et caprin et essai d'application dans la bioconservation des viandes. Mémoire de Doctorat en Biologie option Microbiologie. Université KasdiMerbah Ouargla.2018.166 pp.
- **Spilimbergo, S., Elvassore, N. & Bertucco, A. (2002)**. Microbial inactivation by high-pressure. Journal of Supercritical Fluids 22, 55-63.
- **Steriflow thermal processing (2010)**. From <http://www.steriflow.com/en>.
- **Taibi, F., Boumendjel, M., 2015**. Conservation et stockage des denrées alimentaires.
- TOUZI A. ET MERZAIA-BLAMA A., 2008**. La conservation des denrées agroalimentaires par séchage dans les régions sahariennes.
- Twomey D., Ryan M., Meaney B. & Hill C., 2002**. Antibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications. Antonie van Leeuwenhoek, 82, 165-185
- **VERMEIREN L., DEVLIEGHIERE F. & DEBEVERE J., 2004**. Evaluation of meat born lactic acid bacteria as protective cultures for the biopreservation of cooked meat products. Int. J. Food Microbiol., 96(2), 149-164.

- **Vierling, E., 2008.** Aliments et boissons: technologies et aspects réglementaires, 3e éd. ed, Biosciences et techniques. ScérÉn-CRDP Aquitaine Doin.
- **YOLANDE B., 2001.** Le séchage des aliments, un procédé de sante.
- **Zagorec, M., Christieans, S., 2013.** Flores protectrices pour la conservation des aliments, Synthèses. Éd. Quae, Versailles.

Résumé :

L'aliment est un besoin fondamental pour la vie dont l'agriculture, l'élevage et la pêche fournissent à l'homme une variété de produits qui doivent être conservés pour être consommés sur une plus longue période.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à montrer l'impact de diverses techniques anciennes qui permettent de maintenir une alimentation saine et leur processus de réalisation. D'autre part, principalement à démontrer l'efficacité des nouvelles techniques de la bio-conservation des aliments, qui consiste à empêcher le développement des microbes indésirables par l'utilisation des micro-organismes et des molécules spécifiques ; dont l'objectif toujours est d'allonger la durée de conservation des produits et /ou de maîtriser le développement d'un danger bactérien spécifique . Donc, les traitements de conservation appliqués aux denrées alimentaires visent à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives pour éviter des intoxications et des maladies d'origine alimentaire.

Mots clés : l'aliment, bio-conservation, molécules spécifiques.

المخلص:

الغذاء هو حاجة أساسية للحياة، لوجود الزراعة، الثروة الحيوانية وصيد الأسماك والتي توفر للإنسان مجموعة متنوعة من المنتجات التي يجب الحفاظ عليها للاستهلاك لمدة زمنية طويلة.

في هذا العمل، نحن مهتمون بإظهار تأثير مختلف التقنيات القديمة التي تسمح بالحفاظ على نظام غذائي صحي والعمل على تحقيقه. من ناحية أخرى وبشكل أساسي، اثبات فعالية التقنيات الجديدة للحفظ البيولوجي للأغذية، والتي تتمثل في منع تطور الميكروبات غير المرغوب فيها باستخدام الكائنات الدقيقة وجزئيات محددة، والهدف دائما هو إطالة العمر الافتراضي للمنتجات و/أو التحكم في تطور خطر بكتيري معين. لذلك، تهدف معالجات الحفظ المطبقة على المواد الغذائية الى الحفاظ على صلاحيتها للأكل مع مذاقها وخصائصها الغذائية من التسمم والأمراض الناتجة عن الأغذية.

الكلمات المفتاح: الغذاء، الحفظ البيولوجي، جزئيات محددة

Abstract:

Food is a basic need for life and agriculture, livestock and fishing provide humans with a variety of products that must be preserved for consumption over a longer period of time. In this work, we are interested in showing the Impact of various ancient techniques that allow to maintain a healthy diet and their realization process. On the other hand mainly, to demonstrate the effectiveness of new techniques for the bio conservation of food which consists in preventing the development of undesirable microbes, by using microorganisms and specific molecules; the objective is always to extend the shelf life of products and/or to control the development of a specific bacterial hazard. Therefore, the preservation treatments applied to foodstuffs aim to preserve their edibility and their taste and nutritional properties in order to avoid poisoning and food borne illnesses.

Key words: food, bio-conservation, specific molecules.

