

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Biochimie de la Nutrition

Intitulé du thème :

Effet du gingembre (*Zingiber officinale*) sur la teneur en moisissures et levures dans la viande hachée fraîche du bœuf

Présenté par : **Melle** BERREBAH Nedjlaa Warda

Melle LECHELOK Fatima Zohra

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mr** BENABDERRAHMANE Mokhtar (M.C.A/ UDL/SBA)

Examineur : **Mme** ZEGGAI Souad (M.A.A/ UDL/SBA)

Promoteur : **Mr** DIAF Mustapha (M.C.A/ UDL/SBA)

Co-Promoteur : //

Année universitaire 2019 - 2020

Session : « Septembre »

Remerciements

. Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH, le tout puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Ce travail n'a pu être mené à bien qu'avec le soutien de plusieurs personnes qu'on voudra, à travers ces quelques lignes, remercier du fond du cœur.

Notre gratitude, notre profonde reconnaissance et nos remerciements les plus vifs et les plus sincères vont tout d'abord à **Monsieur DIAF Mustapha**, **Maître de conférences** à la faculté des **Sciences De La Nature et De La Vie** à **Université Djillali Liabès**.

Merci pour votre implication, pour votre disponibilité, pour votre réactivité, pour vos orientations ficelées, pour vos précieux conseils, pour votre soutien et pour votre patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

On est reconnaissante pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de l'expérience enrichissante.

Vous avez su apprécier avec justesse nos difficultés et apaiser nos doutes en proposant sans imposer. On vous en remercie. On a eu beaucoup de plaisir à travailler à vos côtés.

On tient à remercier avec plus grande gratitude **Monsieur BENABDERRAHMANE Mokhtar**, **Maître de conférences** à l'université de **Sidi Bel Abbés de l'honneur** qu'il nous fait d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

On tient également à présenter nos plus chaleureux remerciements à **Madame ZEGGAI Souad**, *d'avoir accepté d'être examinatrice et membre de ce jury.*

On remercie vivement le responsable du laboratoire de **Microbiologie Générale** **Monsieur SELOUANI Mustapha**.

Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce mémoire



DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers et magnifiques parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez, qu'ALLAH me les garde.

Puisse ALLAH, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive. Ainsi à Mon frère et mes sœurs. A Madame ABERKANE Djohar. A mes amies et à toute personnes qui m'ont encouragée et aidée au long de mes études.



DEDICACE

Ce travail modeste est dédié à :

Mes chers parents, pour leur soutien Leurs
encouragement infinis pour m'avoir aidé afin d'être de ce
Niveau

Que je trouve honorable qu'ALLAH me les garde

Mes chers frères, pour leurs encouragements
permanents, et leur soutien.

Toutes mes amies.

Toute personne qui a participé à l'élaboration de ce
travail.

Résumé

Le gingembre appelé aussi *Zingiber officinale* est un arbuste qui appartient à la famille des Zingibéracées. C'est une plante médicinale largement utilisée en médecine traditionnelle à des fins thérapeutiques.

L'étude présente a déterminé l'effet de l'ajout du gingembre sec et broyé sur la teneur en levures et la croissance des champignons dans la viande hachée fraîche bovine. Les échantillons utilisés ont été procurés de cinq endroits différents de la ville de Sidi Bel Abbés. Les cinq échantillons de la viande hachée fraîche du bœuf ont été bien homogénéisés, après ce processus six échantillons ont été constitués. Des différentes proportions de gingembre (1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%) ont été additionnées aux échantillons (V1, V2, V3, V4 et V5) de la viande hachée fraîche bovine toute en préservant un échantillon témoin. Les résultats obtenus ont démontré la comparaison des solutions mères (SMT, SM1, SM2, SM3, SM4 et SM5) et de leurs dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5}). Une diminution graduelle de nombres des levures et moisissures a été enregistrés, leur nombre été diminué en présence de l'additif naturel (le gingembre) par rapport à celui de l'échantillon témoin (0% de gingembre). Le nombre le plus faible des levures et moisissures a été enregistré sur l'échantillon 5 qui contient la plus forte proportion de gingembre (3%), il y a eu une activité antifongique du gingembre sur certaines levures et moisissures.

Les moisissures qui ont été inhibées par le gingembre sont du genre (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* et *Mucor sp.*).

Mots clés : Gingembre, viande, levure, moisissures, conservation

Abstract

The ginger, also called *Zingiber officinale*, is a shrub that belongs to the *Zingiberaceae* family. It is a medicinal plant widely used in traditional medicine for therapeutic purposes.

The present study determined the effect of the addition of dry and crushed ginger on yeasts and the growth of fungi in fresh bovine ground meat. The samples used were obtained from five different locations in the town of Sidi-Bel-Abbés. The five samples of the fresh minced beef were well homogenized, then six samples were constituted. Different proportions of ginger (1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3%) were added to the samples (V1, V2, V3, V4 and V5) of fresh ground beef while preserving a control sample. The results obtained showed the comparison of stock solutions (SMT, SM1, SM2, SM3, SM4 and SM5) and decimal dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5}). A gradual decrease in the numbers of yeasts and molds was recorded, their numbers were decreased in the presence of the natural additive (ginger) compared to the control sample (0% ginger). The lowest number of yeasts and molds was recorded in sample 5 that contains the highest proportion of ginger (3%), there has been antifungal activity of ginger on certain yeasts and molds.

The molds that have been inhibited by ginger are of the genus (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* and *Mucor sp.*).

Keywords: Ginger, meat, yeast, molds, preservation

ملخص

الزنجبيل من النباتات العشبية التابعة للعائلة الزنجبيلية. إنه نبات طبي يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي لأغراض العلاجية.

حددت الدراسة الحالية تأثير إضافة الزنجبيل الجاف والمطحون على نمو الخميرة والفطريات في لحم البقر الطازج المجمد. تم الحصول على العينات المستخدمة من خمسة مواقع مختلفة في مدينة سيدي بلعباس. تم تجانس العينات الخمس من اللحم المجمد الطازج في 1، 1.5، 2، 2.5، و3% (إلى العينات 1، 2، 3، 4 و5) من اللحم المجمد الطازج مع الحفاظ على عينة السيطرة كشاهد. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها مقارنة حلول المخزون (SMT، SM1، SM2، SM3، SM4، و SM5) والتخفيفات العشرية (1-10، 2-10، 3-10، 4-10، 5-10). تم تسجيل انخفاض تدريجي في أعداد الخمائر والعفن

وانخفاض عددها في وجود المضاف الطبيعي (الزنجبيل) مقارنة بعينة السيطرة (0% زنجبيل). تم تسجيل أول عدد من الخمائر والعفن في العينة 5 التي تحتوي على أعلى نسبة من الزنجبيل (3%)، كان هناك نشاط مضاد للفطريات من الزنجبيل على بعض الخمائر والعفن.

الوالب التي تم تمييزها بواسطة الزنجبيل هي من الأجناس (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*) (*Mucor sp.*).

الكلمات المفتاحية: الزنجبيل، اللحم، الخميرة، العفن، الحفظ

Table des matières

Résumé	I
Abstract.....	II
ملخص	III
Table des matières.....	IV
Liste des figures	V
Listes des tableaux.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Introduction...	1
Chapitre 1. Le gingembre.....	2
1.1 Historique.....	2
1.2 Étymologie	2
1.3 Noms vernaculaires	2
1.4 Étude botanique	2
1.4.1 Classification	2
1.4.2 Écologie	3
a. Conditions climatiques	3
b. Répartition mondiale de la production du gingembre	4
1.4.3 Description botanique	5
a. Aspect général.....	5
b. Partie souterraine.....	5
c. Partie aérienne	6
1.4.4 Utilisation	7
1.5 Composition	8
1.5.1 Composition nutritive.....	8
1.5.2 Composition chimique.....	8
1.6 Activité antimicrobienne	9
1.6.1 Action antifongique	9
a. <i>Candida spp</i>	10
b. <i>Aspergillus spp</i>	11
Chapitre 2. La viande	13
2.1 Définition de la viande	13
2.2 Types de viandes.....	13
2.2.1 La viande rouge.....	13
2.2.2 La viande blanche	13

2.2.3 La viande de poisson.....	14
2.3 Structure et composition de la viande	14
2.3.1 Structure de la viande.....	14
2.3.2. Composition de la viande.....	15
2.4 Qualité de la viande.....	15
2.4.1 Qualité organoleptique.....	16
a. La couleur.....	16
b. La flaveur	16
c. La jutosité	17
d. La tendreté.....	17
2.4.2 Qualité nutritionnelle.....	17
4.4.3. Qualité hygiénique	17
4.4.4 Qualité technologique.....	18
2.5 La viande hachée.....	18
2.5.1 Opération du hachage des viandes.....	18
a. Désossage.....	18
b. Séparation des morceaux.....	19
c. Parage.....	19
d. Dégraissage	19
e. Épluchage.....	19
f. Hachage.....	19
2.5.2 Incidence du hachage sur la contamination	19
2.6 Facteurs d'altération des viandes	20
2.6.1 Blessures	20
2.6.2 Teneur en eau	20
2.6.3 Teneur en oxygène.....	20
2.6.4 Degré d'acidité	21
2.6.5 Composition chimique spécifique	21
2.6.6 La température	21
2.7 Signes d'altération.....	21
2.7.1 Viscosité : Enduit muqueux	21
2.7.2 Modifications de la couleur	22
2.7.3 Modifications organoleptiques	22
2.8 Conservation de la viande.....	22
2.8.1 Méthodes physiques de la conservation.....	22
a. Chauffage.....	22
b. Réfrigération et congélation (refroidissement).....	22

c. Séchage	22
2.8.2 Méthodes chimiques de la conservation.....	23
a. Procédures traditionnelles	23
b. Additifs chimiques.....	23
c. Additifs naturels	23
Chapitre 3. Matériels & Méthodes	24
3.1 Lieu et durée de l'étude	24
3.2 Objectif de l'étude	24
3.3 Matériels biologiques	24
3.4 Méthodes	24
3.4.1 Echantillons utilisés	24
3.4.2 Préparation des milieux de culture.....	25
a. Définition du milieu Sabouraud Dextrose Agar.....	25
b. Principe du milieu Sabouraud Dextrose Agar	25
c. Préparation du milieu BBL Sabouraud Dextrose Agar	26
d. Préparation du Bouillon Nutritif	26
e. Préparation de l'Eau Peptonée	26
3.4.3 Préparation des dilutions.....	26
3.4.4 Analyse microbiologique du gingembre.....	29
a. Séchage à l'étuve	29
b. Broyage et tamisage	29
c. Recherche des levures et moisissures.....	30
3.4.5 Analyse microbiologique de la viande hachée	33
a. Hachage de la viande bovine.....	33
b. Addition du gingembre	34
c. Recherche des levures et moisissures	35
Chapitre 4. Résultats & Discussion	37
4.1 Aperçu des résultats obtenus.....	37
4.2 Comparaison entre les différents échantillons selon la dilution.....	39
Discussion	47
Conclusion	51
Références Bibliographiques.....	52

Liste des figures

	<i>Page</i>
Figure 1.1	Répartition mondiale des plantes de la famille des Zingiberaceae 4
Figure 1.2	Aspect général de <i>Zingiber officinale</i> 6
Figure 1.3	Rhizome de <i>Zingiber officinale</i> 6
Figure 1.4	Inflorescences et fleurs de <i>Zingiber officinale</i> 7
Figure 1.5	Fleur de <i>Zingiber officinale</i> 8
Figure 1.6	Principaux composants chimiques du gingembre 11
Figure 2.1	Structure d'un muscle squelettique 18
Figure 3.1	Le lieu de réalisation de l'étude (Laboratoire de Microbiologie Général) 24
Figure 3.2	Les racines du gingembre frais 25
Figure 3.3	La viande hachée fraîche bovine 25
Figure 3.4	Le pesage de 1g de poudre par une balance électrique 27
Figure 3.5	La poudre versée dans l'eau distillée 27
Figure 3.6	Agitation à l'aide d'un agitateur et ajustement du ph 27
Figure 3.7	Les milieux de cultures préparés et déposés dans des flacons 28
Figure 3.8	La préparation des dilutions d'eau peptonée 28
Figure 3.9	Stérilisation dans l'autoclave pendant 15 minutes à 121°C 28
Figure 3.10	Les tranches fines étalées sur l'assiette d'aluminium 29
Figure 3.11	Séchage du gingembre dans l'étuve 29
Figure 3.12	Broyage du gingembre à l'aide d'un broyeur électrique 30
Figure 3.13	Les cinq échantillons de poudre de Rizhome de <i>Zingiber Officinale</i> 30
Figure 3.14	La technique de préparation des solutions mères et des dilutions 31
Figure 3.15	Pesage de 1g de chaque échantillon de gingembre pour préparer les solutions mères. 32
Figure 3.16	Homogénéisation de la solution mère à l'aide d'un Vortex 32
Figure 3.17	Préparation des dilutions et des solutions mères des échantillons de gingembre 32
Figure 3.18	Ensemencement et incubation des boîtes de pétri 33
Figure 3.19	Homogénéisation de la viande hachée fraîche dans un mortier et pilon en céramique. 34

Figure 3.20	Le mélange de l'échantillon 1 et l'échantillon 3 de gingembre	34
Figure 3.21	Préparation des solutions mères et des dilutions	35
Figure 3.22	Ensemencement des boîtes avec 0,1 ml de chaque dilution de chaque échantillon et incubation des boites.	36
Figure 4.1	L'échantillon témoin E0 (0 %) de gingembre	37
Figure 4.2	L'échantillon témoin E1 (1 %) de gingembre	37
Figure 4.3	L'échantillon témoin E2 (1,5 %) de gingembre	38
Figure 4.4	L'échantillon témoin E3 (2 %) de gingembre	38
Figure 4.5	L'échantillon témoin E4 (2,5 %) de gingembre	39
Figure 4.6	L'échantillon témoin E5 (3 %) de gingembre	39
Figure 4.7	Comparaison des Solutions mères	40
Figure 4.8	Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-1}	41
Figure 4.9	Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-2}	42
Figure 4.10	Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-3}	43
Figure 4.11	Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-4}	44
Figure 4.12	Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-5}	45
Figure 1.13	Comparaison de la fréquence du genre <i>Aspergillus</i> dans des épices commercialisées en Algérie	49
Figure 1.14	Comparaison de la fréquence du genre <i>Penicillium</i> dans des épices commercialisées en Algérie (50

Liste des tableaux

		<i>Page</i>
Tableau 1.1	La table de composition nutritionnelle de gingembre	10
Tableau 2.1	Composition moyenne du muscle squelettique	15
Tableau 4.1	Le nombre de levures et de moisissures dans les préparations de viande hachée additionnées de gingembre.	46

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

Kj : kilojoule

g : Gramme

% : Pour cent

pH : Le potentiel hydrogène

ISO : Organisation internationale de normalisation

ATP : Adénosine triphosphate

F : Degré Fahrenheit

h : Heure

min : Minute

SDA : Sabouraud Dextrose Agar

ml : Millilitre

µl : Microlitre

mg : Milligramme

kg : Kilogramme

UFC : Unité Formant Colonie

E : Echantillon

ET : Echantillon témoin

SMT : Solution Mère Témoin

SM: Solution Mère

GMP: Good Manufacturing Practices

V : Viande hachée

Introduction

Introduction

La contamination de la viande est l'un des problèmes majeurs auxquels sont confrontés les pays développés et en développement. Les consommateurs et les producteurs exigent des procédures fiables pour la production des viandes de bonne qualité (Lowry & Gill, 1984; Silva *et al.*, 2010). Ainsi que les lieux d'abattage, les moyens de transport et les matériels utilisés jouent un rôle sur la prolifération des microorganismes dans les viandes et leurs dérivés (Asefa *et al.*, 2010).

Les industriels de la viande consacrent des efforts pour éviter la contamination des viandes, en se basant sur les bonnes pratiques de la fabrication (FAO, 2008). Les conservateurs industriels jouent un rôle sur la prolongation de la durée de conservation des viandes en inhibant leurs phénomènes d'altération (Ejechi *et al.*, 1999), cependant, les conservateurs industriels peuvent avoir un effet néfaste sur la santé (Filtenborg *et al.*, 1996; Weng & Wang, 2000). Les études actuelles se sont orientées vers l'utilisation des plantes et leurs extraits, qui contiennent des composants efficaces contre les microorganismes qui provoquent la détérioration des aliments, ces conservateurs naturels sont disponibles à moindre coût et ils ont moins d'effets secondaires. Le gingembre est une plante qui a des remèdes thérapeutiques connus comme ayant des effets bénéfiques, car il a été toujours utilisé pour soigner certaines pathologies (Adel & Lamy *et al.*, 2012; Mahasneh, 1999; DeBoer *et al.*, 2005). Des études ont démontré qu'il contient des composants efficaces contre la croissance de certaines bactéries *Escherichia coli*, *Listeria monocytogene*, *Salmonella*, *Lactobacilli* et *Staphylococcus aureus* (Kim *et al.*, 2008; Gugnani & Ezenwanze, 1985). Ainsi que le gingembre broyé et asséché et leurs extraits ont la possibilité d'inhiber la croissance de certaines levures et moisissures qui provoquent la détérioration des aliments tel que : *Aspergillus flavus* qui induit un risque sur la santé humaine et animale (Frisvad & Meena, 1992; Thrane, 2002).

L'objectif de la présente étude est de déterminer l'effet de l'addition du gingembre sec et broyé sur la teneur en levures et moisissures de la viande hachée fraîche ou conservée au congélateur sur des périodes différentes, afin de l'utiliser comme alternatif des conservateurs industriels qui ont un impact sur la santé.

Partie Théorique

œ Chapitre 1. œ

Le gingembre

Chapitre 1. Le gingembre

1.1 Historique

Le gingembre est l'une des premières épices orientales à rallier le bassin méditerranéen, probablement grâce aux Phéniciens. En Égypte antique, il entre dans le processus de momification (Chouleur *et al.*, 2009).

Au XIII^{ème} siècle, les Arabes exportent le gingembre en Afrique orientale, et les Portugais en Afrique occidentale. Dès le début du XVI^{ème} siècle, le gingembre est introduit dans le Nouveau Monde (aux Antilles, au Mexique), et rapidement, la production dépasse les espérances. Au XVII^{ème} siècle, le gingembre gagne le Brésil où il est largement cultivé. C'est aussi à cette époque qu'il est introduit dans les jardins botaniques européens (Chouleur *et al.*, 2009).

Ainsi, l'histoire des épices et plus précisément celle du gingembre remonte à l'Antiquité. Leur consommation dans le monde entier a beaucoup évolué au cours du temps. Aujourd'hui, les épices y compris le gingembre ont retrouvé une place assez importante dans notre alimentation même si nos plats sont nettement moins épicés qu'au Moyen Âge (Chouleur *et al.*, 2009).

1.2 Étymologie

Le nom *Zingiber officinale* et sa traduction française « gingembre » proviennent du mot sanskrit shringavera, qui signifie « en forme de bois de cerf », en allusion à la forme des jeunes pousses sortant de son rhizome (Butin, 2017).

Apparaît ensuite le nom grec ziggiberi, qui découlerait du nom arabe zangabîl. Le terme latin zingiber apparaît plus tard, et est à l'origine du nom de genre botanique Zingiber. Il est adapté en vieux français en « gingibre », pour finalement s'écrire « gingembre » à partir du XIII^{ème} siècle (Butin, 2017 ; Minker *et al.*, 2012).

1.3 Noms vernaculaires

Le *Zingiber officinale* est connu sous le nom commun « gingembre » en français, « gingerroot » en anglais, ses noms chinois sont « shenjiang » pour le rhizome frais et « gan giang » s'il est sec, cette plante est appelée « zanjabil » dans les pays arabes à l'exception du Maroc qui la dénomme « skenjbir » ou aussi « skenjabil » (Ross, 2005).

1.4 Étude botanique

1.4.1 Classification

Le gingembre, dont le binôme latin est *Zingiber officinale*, appartient à :

- Règne : Végétal

- Embranchement : Spermatophyte
- Sous-embranchement : Angiospermes (Magnoliophyta)
- Classe : Monocotylédones (Liliopsida)
- Sous-classe : *Zingiberidae*
- Ordre : Zingibérales
- Famille : *Zingiberaceae*
- Genre : *Zingiber*
- Espèce : *Zingiber officinale Roscoe.*

La famille des *Zingiberaceae* est une importante famille botanique qui regroupe plus de 1000 espèces différentes. Ce sont toutes des plantes herbacées de grande taille, vivaces, à rhizome souterrain ramifié à l'origine de racines formant souvent des tubercules, et de plusieurs tiges aériennes portant des feuilles distiques, c'est-à-dire disposées sur deux rangs opposés (Botineau., 2010).

Le gingembre, de par son nom, est la plante la plus connue des *Zingiberaceae*. Cependant, d'autres espèces ont déjà montré d'intéressantes propriétés, telles que *Curcuma longa*, riche en curcuminoïdes, composés responsables à la fois de sa couleur jaune (il est d'ailleurs le principal constituant du curry), et de ses propriétés pharmacologiques. Le curcuma est d'ailleurs appelé « gingembre-safran » à la Réunion.

Une autre espèce de la famille des *Zingiberaceae* est connue sous le nom de gingembre rouge (ou de lavande rouge). Il s'agit de l'espèce *Alpinia purpurata* appartenant au genre *Alpinia* et non au genre *Zingiber* ; elle n'est utilisée qu'en tant que plante ornementale.

Les dénominations internationales découlent toutes plus ou moins de la racine latine *Zingiber* : ainsi, en anglais, le gingembre se dit Ginger, en italien zenzero, en espagnol jengibre, en portugais gengibre, en néerlandais gember, et en allemand Ingwer (Gernot., 2016).

1.4.2 Écologie

a. Conditions climatiques

Le gingembre est une plante inconnue à l'état sauvage : elle ne peut se développer seule dans la nature.

Sa culture requiert un climat tropical, c'est-à-dire une humidité élevée et constante, une température moyenne supérieure à 21°C, et un bon ensoleillement : le gingembre est une plante héliophile. Sa croissance nécessite également des apports hydriques abondants

(environ 2000mm) et réguliers. C'est une plante qui supporte l'altitude : elle peut se développer jusqu'à une altitude de 1500m.

Les plantations se font sur des sols légers et fertiles, argilo-sablonneux, et bien drainés (Euring, 2016).

b. Répartition mondiale de la production du gingembre

Comme toutes les *Zingiberaceae*, le gingembre est majoritairement cultivé dans les pays de l'hémisphère sud.



Figure 1.1 Répartition mondiale des plantes de la famille des *Zingiberaceae* 

Bien qu'implantée sur tous les continents, sa culture s'est intensifiée dans certains pays. La Chine et l'Inde sont les principaux exportateurs de gingembre : environ la moitié de la production mondiale provient de leurs exportations. Les autres pays d'Asie du Sud Est (Japon, Indonésie, Bangladesh, Thaïlande notamment) ont également leur propre production. Le Cameroun, l'Éthiopie et le Nigeria produisent la plupart du gingembre originaire d'Afrique, tandis que la production du continent américain se concentre sur la Jamaïque et la République dominicaine.

Par cette diversité de pays producteurs, on distingue plusieurs types de gingembre, de qualité et de saveurs variables :

- Le gingembre de Chine est principalement commercialisé sous forme confite, et a un goût plus léger que les autres. Les méthodes de stérilisation de la plante utilisent parfois des produits toxiques, ce qui limite ses importations en Europe.
- Le gingembre indien a un goût piquant et citronné, et est divisé en sous-catégories en fonction de la région productrice : Bengale, Malabar, Calicut, Cochin. Il est très souvent exporté, sous forme sèche.

- Le gingembre africain possède un goût corsé. Son huile essentielle sert surtout aux filières cosmétique et alimentaire.
- Le gingembre de Jamaïque est surtout exporté, et principalement en France. Considéré de bonne qualité, à l'arôme délicat, son utilisation est fréquente en cuisine.
- On note également la présence de gingembre du Brésil, utilisé sous forme fraîche, et le gingembre d'Australie, entrant dans la fabrication de confiseries (Pinson, 2012).

1.4.3 Description botanique

a. Aspect général



Figure 1.2 Aspect général de *Zingiber officinale* Roscoe 

Zingiber officinale est une plante vivace tropicale herbacée, dont le port fait penser à celui d'un roseau, et mesure environ 1m30 de haut.

Il s'agit d'une plante stérile : les quelques graines et fruits produits n'entraînent pas de reproduction sexuée. La multiplication de la plante se fait grâce aux bourgeonnements de son rhizome à l'origine de nouveaux plants (Faivre et *al.*, 2006).

b. Partie souterraine



Figure 1.3 Rhizome de *Zingiber officinale* 

Il possède une peau beige et une chair jaune parfumée et juteuse. En vieillissant, il se couvre d'épaisses écailles et devient plus fibreux.

Les racines, de forme cylindrique, s'insèrent au niveau de la partie inférieure du rhizome (Faivre *et al.*, 2006).

c. Partie aérienne

○ *Les tiges et les feuilles*

Se formant annuellement suite au bourgeonnement du rhizome, les tiges sont de deux types : les plus longues sont stériles, et servent à capter la chlorophylle, pigment indispensable à la croissance de la plante. Les plus courtes, d'environ 20 cm de long, portent les fleurs, organes reproducteurs (Botineau, 2010).

Les feuilles de *Zingiber officinale* sont longues (environ 20cm), engainantes, lancéolées, persistantes et odorantes. Comme toutes les *zingiberaceae*, elles sont distiques et alternes.


Le limbe des feuilles est dit penninervé, c'est-à-dire que les nervures secondaires partent de la nervure centrale de façon oblique, comme les barbes d'une plume (Faivre *et al.*, 2006).

○ *Les inflorescences et les fleurs*

Les inflorescences sont soit portées par la partie terminale des tiges les plus courtes, soit issues directement du rhizome, et sortent donc du sol.

Ce sont de courts épis, possédant de grosses bractées cireuses de couleur jaune-vert formant un spadice dense, et dont la conformation superposée permet de protéger les fleurs avant leur éclosion (Faivre *et al.*, 2006).



Figure 1.4 Inflorescences et fleurs de *Zingiber officinale* 

Les fleurs sont zygomorphes (la symétrie est bilatérale), trimères, parfumées, de couleur blanc jaune, avec des traînées violettes sur le labelle, faisant vaguement penser à des fleurs d'orchidée.

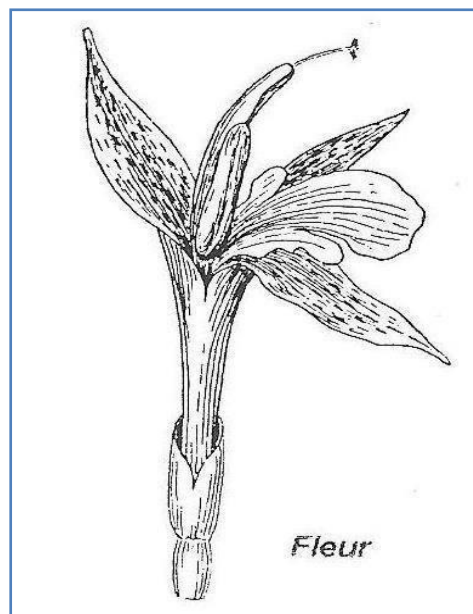


Figure 1.5 Fleur de *Zingiber officinale* 

1.4.4 Utilisation

Récemment, les études sur l'application du gingembre dans les produits alimentaires ont augmenté. Le gingembre a été appliqué sous forme d'huile essentielle, de poudre, d'extrait ou d'additif (Beristain-Banza *et al.*, 2019).

Le gingembre est également utilisé à des fins médicales dans divers systèmes traditionnels, aussi bien dans les systèmes de médicaments traditionnels en Asie qu'en

Afrique (Kuete & Mbaveng, 2017). Pour la médecine traditionnelle chinoise, le gingembre est une drogue de nature tiède et de saveur piquante. Elle réchauffe le cœur, calme la toux, arrête les vomissements. La médecine ayurvédique l'utilise notamment dans le traitement de la migraine connue comme une grande pourvoyeuse de nausées (Gigon, 2012).

L'industrie agroalimentaire l'utilise notamment dans la fabrication de diverses boissons, telles que des sodas, des eaux et thés aromatisés, ou encore des bières. Il est de nos jours possible de trouver dans le commerce le gingembre sous de nombreuses formes, qui découlent soit de rhizomes frais, soit de rhizomes séchés :

- Les rhizomes frais peuvent être vendus tels quels, en conserve, ou encore sous forme d'extraits liquides (décoctions, teintures...).
- Les rhizomes séchés sont d'abord nettoyés avant d'être préparés de différentes façons : épluchés, fendus, moulus ou confits (trempés dans du sirop de sucre) (Butin, 2017).

1.5 Composition

1.5.1 Composition nutritive

Le gingembre est largement utilisé dans de nombreux aliments en raison de sa haute valeur nutritionnelle. Les rhizomes de gingembre sont une riche source de glucides, de vitamines, de minéraux et de fer. Les différentes teneurs de sa composition sont présentées dans le tableau 1 (Jyotsna *et al.*, 2017).

Tableau 1.1 La table de composition nutritionnelle de gingembre (Ciqual, 2017).

Constituant	Teneur moyenne
Énergie (kJ/100g)	1410
Protéines (mg/100g)	9,05
Glucides (mg/100g)	58,3
Lipides (mg/100g)	4,24
Sucres (mg/100g)	3,39
Sel chlorure de sodium (mg/100g)	0,068
Fer (mg/100g)	19,8
Magnésium (mg/100g)	214
Potassium (mg/100g)	1320
Sodium (mg/100g)	27
Vitamine B3 ou PP ou Niacine (mg/100g)	9,62
Vitamine B9 ou Folates totale (µg/100g)	13
Vitamine C (mg/100g)	0,7

1.5.2 Composition chimique

La richesse et la variété des produits chimiques présents dans les rhizomes de *Zingiber officinale* sont responsables du goût, de l'arôme et des propriétés curatives du

gingembre. Les constituants spécifiques des extraits de gingembre dépendent de l'origine de la variante et de l'état des rhizomes (frais ou séchés) (Quave, 2012).

Le gingembre contient plusieurs composés parmi lesquels un mélange de zingérone, de shogaols, de gingérols et d'huiles volatiles (Kuete, Mbaveng, 2017). Le piquant du rhizome de gingembre frais est dû aux gingérols, dont le principal principe piquant est le (6)-gingérol, un liquide gras, et le constituant le plus abondant parmi les gingérols (Srinivasan, 2017). Bien que les gingérols soient principalement responsables du piquant du gingembre, ils se transforment en shogaols lorsqu'ils sont exposés à la chaleur ou à des processus de déshydratation, qui confèrent le parfum caractéristique épicé sucré du gingembre (Figure 3). De plus, le gingembre frais ne contient pas de zingérone, bien qu'il puisse être généré à partir de gingérols par hydrolyse pendant le chauffage (Beristain-Banza *et al.*, 2019).

La zingérone moins piquante est également produite à partir de gingérols au cours du processus de séchage (Srinivasan, 2017).

L'huile essentielle volatile du gingembre contient plus de 50 composants, présents à raison de 1 à 3% et responsables de l'arôme du gingembre frais (Quave, 2012).

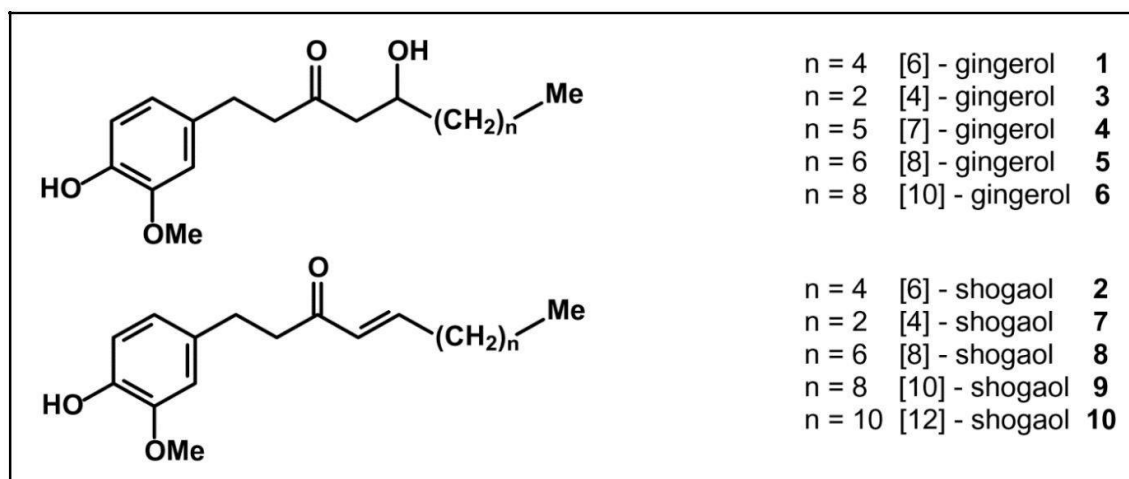


Figure 1.6 Principaux composants chimiques du gingembre (Badreldin, 2008).

I.6 Activité antimicrobienne

1.6.1 Action antifongique

Bien que le nombre d'espèces de champignons et de levures soit immense et que leur pathogénicité soit parfois aussi intense que celle de certaines bactéries, peu d'investigations ont été menées à ce sujet.

Les deux champignons communs, et pathogènes pour l'homme sont : *Candida spp.* d'une part, et *Aspergillus* d'autre part (Butin, 2017).

a. *Candida spp.*

○ *Rappels microbiologiques et pathogénicité*

Il existe plus de 200 espèces de champignons appartenant au genre *Candida*. Parmi elles, une vingtaine est potentiellement pathogène, et la plus connue est *Candida albicans*.

Ces levures sont initialement présentes dans la flore commensale intestinale et génitale humaine, mais dans certaines circonstances ou en présence de facteurs favorisants, elles peuvent engendrer des infections : on parle de candidoses (Butin, 2017).

Les candidoses peuvent être classées en deux catégories :

Les candidoses cutanées et muqueuses : elles se développent aussi bien sur un terrain immunodéprimé que chez un individu sain. Les candidoses cutanées touchent préférentiellement les zones humides (aisselles, espaces interorteils, pli de l'aîne), tandis que les candidoses muqueuses atteignent surtout la cavité buccale (muguet) et la muqueuse vaginale. *Candida albicans* est l'espèce la plus fréquemment incriminée.

Les candidoses systémiques : plus graves, elles touchent l'organisme dans son ensemble et sont liées à une immunodépression. Là encore *Candida albicans* est la principale espèce pathogène, suivie de *Candida glabrata*, *Candida tropicalis* et *Candida parapsilosis*.

Plusieurs familles d'antifongiques sont utilisées pour traiter les candidoses. Leur indication dépend du type d'infection. Tout comme pour les antibiotiques, certaines espèces développent une résistance aux traitements conventionnels, ce qui a poussé les équipes de recherche à s'orienter vers des traitements alternatifs, et notamment vers la phytochimie (Butin, 2017).

○ *Effet du gingembre sur Candida spp*

Aucune étude *in vivo* n'a été mise en place concernant l'action anti-*Candida* du gingembre, ce qui laisse encore beaucoup d'incertitudes sur cette propriété. Cependant, quelques études *in vitro* ont été réalisées : leurs résultats, plutôt encourageants, sont à approfondir.

L'une des études, effectuée *in vitro* en 2013, a montré l'efficacité anti-*Candida albicans* d'un extrait éthanolique à 10% de gingembre, en déterminant une concentration minimale inhibitrice de 2,5%, et une zone maximale d'inhibition de 14mm, via une technique de diffusion sur gel d'Agar (Takashi *et al.*, 2011).

Takahashi *et al.*, se sont quant à eux intéressés à l'inhibition de la filamentation de *Candida* grâce aux huiles essentielles de diverses préparations de rhizomes de gingembre : jeune, mature, séché, cuit à la vapeur, ou encore à partir de graines.

Il a été montré que ces huiles essentielles, et surtout celles issues des rhizomes secs et des graines, ont une action antifongique supérieure à celle des oléorésines et des extraits éthanoliques.

De plus, il a été mis en évidence que le (6)-shogaol est le composé ayant l'effet antifilamentation le puissant, suivi du citral et du (6)-gingérol (Pozzati *et al.*, 2008).

En effet, une équipe brésilienne s'est intéressée dès 2008 à l'activité antifongique d'huiles essentielles de plusieurs plantes : ainsi, la cannelle (*Cinnamomum zeylanicum*), l'origan (*Origanum vulgare*), l'origan mexicain (*Lippia graveolens*) le basilic (*Ocimum basilicum*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), le thym (*Thymus vulgaris*), la sauge (*Salvia officinalis*) et le gingembre (*Zingiber officinale*) ont été testées (Soeras *et al.*, 2015).

En plus de donner une hiérarchie des plantes testées, l'étude a également démontré que les souches de *Candida* résistantes au fluconazole (un antifongique de la famille des azolés, très utilisé pour traiter les candidoses) sont plus sensibles à l'action de ces plantes que les souches sensibles à l'antifongique classique (Soeras *et al.*, 2015).

En fait, l'effet du rhizome de gingembre contre les levures *Candida* reste discutable. Davantage d'études sont nécessaires pour conclure à une véritable action antifongique sur ce type de germe.

Néanmoins, il apparaît évident que certaines plantes possèdent des propriétés anti-*Candida*; leur association permettrait la mise au point de traitements antifongiques parallèles aux traitements classiques, plus sûrs et naturels (Butin, 2017).

b. *Aspergillus spp.*

o Rappels microbiologiques et pathogénicité

Aspergillus spp. est un genre de champignon qui regroupe environ 180 espèces. Il s'agit de champignons filamenteux asexués se développant surtout à des températures comprises entre 25 et 40 degrés, et pouvant croître dans des milieux très secs.

Parmi la quarantaine d'espèces pathogènes, *Aspergillus fumigatus* est la plus répandue, suivie d'*Aspergillus flavus* et d'*Aspergillus niger*. Les infections que ces champignons entraînent, appelées aspergilloses, peuvent être de gravité variable, allant de la « simple » allergie clinique, à des aspergilloses pulmonaires ou extrapulmonaires envahissantes chez les patients immunodéprimés (Butin, 2017).

La contamination se fait surtout par inhalation des spores, mais aussi par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés : en effet, *Aspergillus* est un genre ubiquitaire ; il est donc présent dans l'air, sur le sol (terre, plantes...), mais aussi dans la nourriture ou l'eau, principalement dans les pays à climat tropical.

Le pouvoir pathogène d'*Aspergillus* provient à la fois de ses spores de petite taille, qui peuvent atteindre facilement les alvéoles pulmonaires ; et à la fois des mycotoxines qu'il

produit : appelées aflatoxines, certaines d'entre elles ont des propriétés génotoxiques, voire carcinogènes (Butin, 2017).

- *Effet du gingembre sur Aspergillus spp*

C'est sur ce dernier point que quelques études *in vitro* se sont penchées : en effet, dans la plupart d'entre elles, le paramètre testé était l'inhibition de la synthèse d'aflatoxines, grâce à diverses plantes.

Plusieurs études s'accordent à dire que le gingembre a un effet minime quant à son action anti-aflatoxine, ou en tout cas moins important que d'autres plantes telles que la cannelle ou le clou de girofle.

Une étude réalisée en 2013 s'est quant à elle intéressée à l'inhibition de la sporulation et de la croissance du mycélium de plusieurs espèces d'*Aspergillus* en présence de déhydrozingérone. Ce composé, dérivé de la zingérone et de structure proche de la curcumine, est présent dans le rhizome de gingembre.

Il a été mis en évidence une concentration minimale inhibitrice comprise entre 755 et 911 micromoles/L, ainsi qu'une diminution significative de la croissance fongique et de la germination des spores, par une diminution des constituants cellulaires (ADN et protéines notamment) (Kubra *et al.*, 2012).

La déhydrozingérone est donc un composé antifongique potentiel. Néanmoins, dans cette étude, le composé était testé seul ; le rhizome de gingembre n'était pas directement testé dans son intégralité. La dose de gingembre nécessaire pour obtenir un tel effet n'a donc pas pu être déterminée.

De plus amples investigations sont donc nécessaires pour évaluer l'action antifongique réelle de *Zingiber officinale* sur les champignons du genre *Aspergillus* (Butin, 2017).

œ Chapitre 2. œ

La viande

Chapitre 2. La viande

2.1 Définition de la viande

La viande est la chair des animaux utilisée pour l'alimentation humaine (Drieux *et al.*, 1962; Craplet, 1966; Dumint & Valin, 1982). Selon l'Organisation mondiale de la Santé Animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau ». Dans ce vocabulaire sont incluses la chair des mammifères (ovin, bovin, caprin, camelin ...), des oiseaux (poulet, dinde, pintade ...) et celle des poissons (Fosse, 2003; Elramouz, 2008).

Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité, elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau. Les viandes sont aussi classées selon la couleur en : Viandes rouges et viandes blanches et selon la richesse en graisse en : viandes maigres et viandes plus ou moins riches en graisse (Staroun, 1982).

La viande et ses dérivés occupent une place de choix dans notre alimentation tant pour des raisons nutritionnelles (Clinquert *et al.*, 1999).

La viande est considérée comme une bonne source des protéines, avec un taux de 19,6% (Wilson, 1984; Kilgour, 1986).

2.2 Types de viandes

Traditionnellement, les viandes sont classées par rapport à la couleur de leur chair :

- Viandes blanches.
- Viandes rouges.
- Viandes de poissons (Chougui, 2015).

2.2.1 La viande rouge

La viande rouge 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.

2.2.2 La viande blanche

La viande blanche 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) et volailles à chair rose (lapins d'élevage) (Chougui, 2015).

2.2.3 La viande de poisson

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). La couleur de leur chair varie selon plusieurs paramètres (la saison, le sexe, l'âge, etc.) allant du blanc au rouge (Chougui, 2015).

2.3 Structure et composition de la viande

2.3.1 Structure de la viande

La connaissance de la structure et de la biochimie du muscle est indispensable pour comprendre les processus qui suivent l'abattage afin d'utiliser au mieux la viande. En effet le muscle est composé d'un ensemble hétérogène de fibres musculaires groupées en faisceaux. Ces derniers sont séparés les uns et les autres par une trame de tissu conjonctif. Les fibres musculaires permettent de distinguer les muscles blancs des muscles rouges (Dumint & Valin, 1982 ; Buscailhon & Monin, 1994).

Les muscles rouges ont une couleur plus intense, un pH et un pouvoir de rétention d'eau plus élevés.

La trame de tissu conjonctif qui représente l'armature interne des muscles joue un rôle très important dans la détermination des qualités organoleptiques de la viande notamment dans la tendreté (Craplet, 1966; Dumint & Valin, 1982).

La forme spécialisée du tissu conjonctif apparaissant tardivement dans le développement de l'organisme, lorsque les nutriments excèdent les besoins, donne le tissu gras. Ce dernier peut constituer jusqu'à 90% du poids du tissu conjonctif (Craplet, 1966).

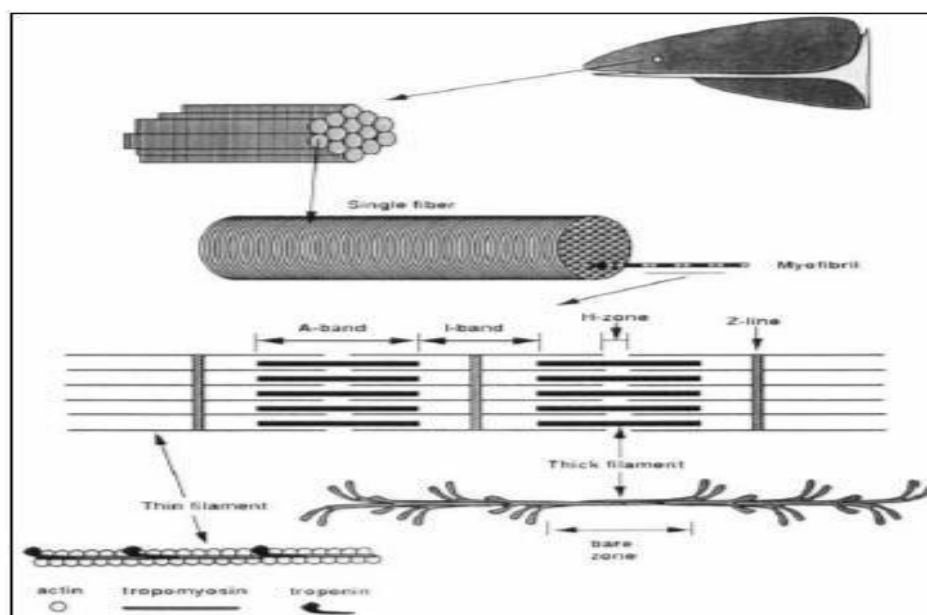


Figure 2.1 Structure d'un muscle squelettique (Cassens & Robert, 1994).

2.3.2. Composition de la viande

La composition du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre. Mais il y a une composition moyenne qui est retenue indiquée dans le tableau 2 (Coibion, 2008).

Une carcasse de 100 kg, contient en moyenne, 77 kg de viande, 5 kg de graisse et 16 kg d'os. Elle est composée de 76, 2 % d'eau, 22 % de protéines, 1 % de graisse et 0, 9 % de matière minérale (Chiabou, 2005).

Parmi, les matières minérales on trouve du potassium (350 mg/100g), du phosphore (190 mg/100g), du calcium (5mg/100g), du magnésium (20mg/100g) et du sodium (75mg/100g). Ces valeurs sont proches des résultats retrouvés (Ould el hadj *et al.*, 2002).

Tableau 2.1 Composition moyenne du muscle squelettique (Coibion, 2008).

Composants	Pourcentages
Eau	75-80%
Protéines	15-20%
Substances azotées non protéiques	10%
Lipides	3%
Glycogènes	1%
Sels minéraux	1%

L'eau qui compose plus de 75% du muscle est répartie en eau intracellulaire et en eau extracellulaire. L'activité de l'eau (A_w) est déterminée par l'eau extracellulaire qui s'écoule plus librement que l'eau intracellulaire.

Les protéines qui forment plus de 15% du muscle sont constituées par les protéases, la myoglobine et le collagène. Selon Beatty *et al.*, le muscle rouge contient 0,9% de collagène.

Quant aux lipides ils forment 10% du muscle et jouent un rôle important dans les qualités organoleptiques des viandes. Ainsi donc des critères de composition des viandes hachées fixant la teneur en matières grasses et le rapport collagène sur protéine de viande ont été déterminés par les normes françaises.

2.4 Qualité de la viande

La qualité selon la norme ISO-8402 est définie comme l'ensemble des propriétés d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur.

Pour la viande, sa qualité peut être définie par un certain nombre de caractéristiques (Coibion, 2008).

2.4.1 Qualité organoleptique

La qualité organoleptique regroupe les caractéristiques de la viande perçues par les sens du consommateur (l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, la consistance et la texture). Ce sont les propriétés sensibles. Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités :

1. **Qualitative**, déterminant la nature de la viande.
2. **Quantitative**, qui représente l'intensité de cette sensation.
3. **Hédoniste**, qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu (Lamoise *et al.*, 1984 ; Touraille, 1994).

a. La couleur

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. Elle dépend de la fraîcheur de l'aliment. Le principal pigment responsable de la couleur de la viande est la myoglobine qui est une chromoprotéine. Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur.

La myoglobine est une molécule qui stocke et échange l'oxygène. Elle existe sous trois formes qui déterminent la couleur de la viande, variant selon la nature de la myoglobine (oxydée ou réduite) et la quantité de cette myoglobine dans le muscle.

La couleur est aussi affectée par l'évolution du pH. Un pH bas provoque une décoloration de la viande, un pH élevé donne aux viandes une couleur sombre (Frayssé & Darre, 1989).

b. La flaveur

C'est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives liées à la consommation d'un aliment. Elle est donnée par plus de 650 composés chimiques (Henry, 1992).

En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances précurseurs de flaveurs. C'est la fraction lipidique de la viande dont les composés sont classés en 2 catégories qui est responsable de la flaveur.

Les composés volatils (arôme et odeur) sont des composés soufrés, alcools, esters, hydrocarbures aliphatiques, etc....

Les composés non volatils (goût) comprennent les nucléotides, certains acides aminés, la créatinine. Ces précurseurs sont élaborés au cours de la maturation de la viande.

La flaveur est influencée par divers facteurs : l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution post mortem (Rosset & Linger, 1978).

c. La jutosité

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication ; elle est fonction du persillé ou marbre, c'est-à-dire de la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles. Une viande dépourvue de persil est moins succulente (Henry, 1992).

d. La tendreté

La tendreté est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication (Virring, 2003). Elle joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur (Rosset, 1982). Elle représente souvent un critère de qualité, mais elle peut varier beaucoup d'un morceau à l'autre et dépend essentiellement :

- du collagène du tissu conjonctif.
- des protéines myofibrillaires des fibres musculaires.

La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6° C, de 14 jours à 2° C et de 16 jours à 0°C (Coibion, 2008; Lamoise *et al.*, 1984).

La tendreté évolue au cours de la transformation du muscle en viande. Les cellules musculaires cherchent à maintenir leur homéostasie par l'hydrolyse des molécules d'ATP. Cette hydrolyse libère des protons hydrogène provoquant une acidification des cellules jusqu'à un pH de 5.4 à 5.7 et par le métabolisme du glycogène provoque une production d'acide lactique. Ce dernier libère un proton hydrogène pour se transformer en lactate suite à la fixation d'ion de sodium ce qui collabore aussi à l'acidification du milieu cellulaire (Guilem *et al.*, 2009).

2.4.2 Qualité nutritionnelle

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu (protéines, glucides, lipides, oligo-éléments...).

La viande est un élément qui apporte de nombreux nutriments indispensables à une alimentation équilibrée. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition. C'est une source de protéines d'excellentes qualités, car ces protéines contiennent 40 % d'acides aminés essentiels. Cet aliment apporte également des minéraux tels que le fer, en particulier, dans les viandes rouges et le zinc et aussi des vitamines du groupe B. La viande peut être une source d'acides gras poly insaturés à chaîne longue. (C18 :2 et C18 :3) (Chougui, 2015).

4.4.3. Qualité hygiénique

La qualité hygiénique de la viande constitue l'exigence élémentaire du consommateur. Elle peut être altérée par la prolifération de microorganismes néfastes, de

parasites et/ou la présence de composés toxiques. La viande peut être contaminée par des microorganismes à différentes étapes de la chaîne de transformation. Le contrôle des proliférations microbiennes dépend avant tout du respect de la chaîne du froid (Lamoise *et al.*, 1984 ; Chiabou, 2005).

4.4.4 Qualité technologique

La qualité technologique de la viande correspond à ses aptitudes à subir une transformation. La qualité de la matière première doit être définie par rapport à l'utilisation envisagée.

Le pouvoir de rétention en eau de la viande fraîche est la capacité des 20 % de protéines musculaires à retenir les 75 % d'eau présents ; c'est une caractéristique essentielle pour la fabrication de viande cuite. Il est fortement influencé par la vitesse de chute du pH post mortem ; une chute trop rapide du pH combinée à une température élevée provoque la dénaturation des protéines, conduisant à une réduction du pouvoir de rétention. Cela entraîne une diminution du rendement de fabrication de viande cuite (Chougui., 2015).

2.5 La viande hachée

Les viandes qui sont soumises à une opération de hachage en fragments ou à un passage dans un hachoir à vis sans fin dans un magasin de détail, en vue de leur vente directe au consommateur.

Les viandes hachées sont des viandes qui ont été seulement soumises à une opération de hachage en fragment ou à un passage dans un hachoir, auxquelles a été éventuellement ajouté un maximum de 1% de sel. Tout ajout d'eau est interdit.

Seules peuvent être utilisées pour la fabrication de viandes hachées les viandes provenant d'animaux de boucherie d'une seule des espèces suivantes : bovine, porcine, ovine, et caprine. Les mélanges de plusieurs espèces sont dénommés préparations de viande hachée (CMC, 2000).

2.5.1 Opération du hachage des viandes

Les opérations effectuées, entre la découpe des carcasses et l'obtention de la viande hachée, doivent se dérouler plus en aval pour diminuer le délai entre la préparation et la consommation. Ainsi il y aura moins de risque de prolifération microbienne. C'est pourquoi le boucher doit toujours éviter de préparer les viandes destinées au hachage à l'avance (Lemaire, 1982).

a. Désossage

C'est l'extraction des os et des cartilages. Le désossage est pratiqué à main nue ou avec un gant métallique de protection qui est en contact avec la viande. L'avantage du port

du gant n'est plus à démontrer, car son usage entraîne une obligation quotidienne de nettoyage et de désinfection (Mariam, 2006).

b. Séparation des morceaux

Au cours de la séparation des morceaux, il convient de recommander aux exécutants de manipuler le moins possible les pièces de viande. L'entassement des morceaux sur les tables, dans les bacs et sur les crochets doit être évité (Mariam, 2006).

c. Parage

Le terme parage désigne plusieurs opérations destinées à améliorer, à des fins commerciales, l'aspect des viandes hachées (Mariam, 2006).

d. Dégraissage

Selon les morceaux, l'élimination du gras est totale ou partielle. Dans la plupart des cas, ce travail est pratiqué manuellement à l'aide d'un couteau à lame flexible. Cette opération réduit la protection naturelle de la viande. Elle doit donc être pratiquée le plus tard possible, juste avant la mise en vente (Mariam, 2006).

e. Épluchage

Cette préparation de viande a pour objet de débarrasser certains muscles de leur aponévrose (Mariam, 2006).

f. Hachage

Le hachage est un prélude à l'élaboration de tous les produits divisés. Il concerne les tissus musculaires et adipeux ainsi que certains organes à l'état frais ou congelé. Cette opération utilise l'énergie mécanique pour désorganiser les structures des tissus par des opérations de tranchage, d'écrasement et de rupture (Girard *et al.*, 1988). Les appareils les plus utilisés sont les hachoirs ou les cutters. Différents auteurs ont cherché à comparer les propriétés des hachages faits au cutter et ceux faits au hachoir. Il en résulte que le hachoir donne des particules plus homogènes que le cutter (Durand, 1999).

2.5.2 Incidence du hachage sur la contamination

Le hachage entraîne une modification de structure du produit et favorise la contamination des masses musculaires par les germes de surface. Ainsi les viandes hachées sont plus sensibles aux altérations microbiennes que les viandes entières. Selon Cartier (1993), le niveau de contamination de la viande hachée est étroitement lié à la qualité de la matière première. Cette dernière conditionne largement celle des produits finis. Par conséquent les contaminations en cours de fabrication ne jouent qu'un rôle secondaire. Les contaminations par la matière première sont estimées à hauteur de 30% à 40%. Les conditions de fabrication sont variables d'une unité de fabrication à une autre. C'est pourquoi des seuils de contamination au-delà desquels la matière première est jugée inapte

à l'élaboration de hacher sont adoptés. Ces seuils sont $5,4 \cdot 10^6$ pour la flore totale, $3,7 \cdot 10^6$ pour *Pseudomonas* et supérieur à $1,8 \cdot 10^3$ germes/cm pour les entérobactéries. Étant donné la nature de cette transformation, la contamination microbienne des viandes hachées est influencée par celle de la viande et celle des appareils de hachage (Dumont, 1982; Bauchart & Aurousseau, 1993).

2.6 Facteurs d'altération des viandes

Les bactéries ne peuvent provoquer la détérioration des produits que si elles se développent après la contamination. Les facteurs ci-dessous jouent un rôle dans le développement des bactéries et la rapidité de la détérioration. Il existe en effet différents types (Joffin *et al.*, 2003) :

- **Altération physique** : chocs, blessures, changements d'état, variation de la teneur en eau, changement de couleur.
- **Altération chimique et biochimique** : oxydation (rancissement) par les enzymes (brunissement enzymatique, lyses, destruction des vitamines et de certains nutriments).
- **Altération microbienne** : elle est sans doute la forme la plus connue et la plus risquée (ex : Fermentation).

2.6.1 Blessures

La peau du poisson et de la viande forme une protection naturelle contre la croissance bactérienne dans la chair. Les blessures de la peau permettent aux matières nutritives de s'échapper et aux bactéries d'entrer dans la chair et de s'y développer (Bigitte *et al.*, 2005).

2.6.2 Teneur en eau

Le poisson contient en moyenne 70% d'eau, La viande de bœuf, en moyenne 65% et la viande de porc, 60%. Ces hautes teneurs en eau favorisent la croissance bactérienne. Si l'environnement est chaud, la viande froide se recouvre d'une fine couche de condensation qui constitue un milieu favorable pour les bactéries et les moisissures (Bigitte *et al.*, 2005).

2.6.3 Teneur en oxygène

Les micro-organismes strictement aérobies ont besoin d'oxygène pour se développer, alors que les micro-organismes strictement anaérobies peuvent se développer dans un environnement sans oxygène. La viande hachée, par exemple, s'altère rapidement, car elle laisse entrer beaucoup d'air (Bigitte *et al.*, 2005).

2.6.4 Degré d'acidité

Le degré d'acidité d'un produit est exprimé par le pH. Les bactéries se développent le mieux par un pH de 6,5-7,5. Le poisson et la viande ont un pH neutre (7) et, par

conséquent, sont des denrées très périssables. A la fermentation du poisson, on tient le pH bas pour que seuls les microorganismes désirés agissent sur le produit, et non les bactéries responsables de l'altération (Bigitte *et al.*, 2005).

2.6.5 Composition chimique spécifique

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'énergie et d'azote, ainsi que des minéraux et des vitamines. Dans la viande, les bactéries utilisent comme sources d'énergie d'abord le sucre, puis le lactate, en suite les acides aminés libres et enfin la protéine. Comme source d'azote, elles utilisent le nitrate, l'ammoniac, les peptides, les acides aminés ou les produits de la décomposition (Bigitte *et al.*, 2005).

2.6.6 La température

La température idéale pour le développement des micro-organismes se situe entre 7 et 55°C (45-131°F). Les températures limites pour leur développement sont -10° C et 70° C (14-158°F), mais celles pour leur survie sont beaucoup plus larges. La congélation inactive les microorganismes et le chauffage prolongé les détruit. Des températures supérieures à 80° C (176°F) les détruisent généralement. Les spores résistent souvent à des températures supérieures à 100° C (212°F). Outre ces conditions de développement des micro-organismes, le temps écoulé entre la contamination du produit et son traitement ou sa consommation joue un rôle important (Bigitte *et al.*, 2005).

2.7 Signes d'altération

Aux températures de réfrigération, les germes psychrotrophes sont à l'origine de la putréfaction des viandes. Car elle est soumise à l'action de ses propres enzymes et celle des microorganismes. Ces altérations se manifestent par différents aspects tel que :

2.7.1 Viscosité : Enduit muqueux

La viscosité est due aux bactéries du genre : *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* et quelques fois à des levures et des moisissures. Les viandes pièces et hachées sont plus sensibles à la putréfaction que les carcasses (Pierre, 1998).

Pour limiter le développement et l'action des bactéries aérobies responsables des phénomènes d'altération et de putréfaction, le conditionnement des produits sous vide ou sous atmosphère modifiée est largement utilisé avec le strict respect de la chaîne du froid. Ces modes de conditionnement, en créant un milieu défavorable à la prolifération des bactéries responsables de la putréfaction, permettent de commercialiser la viande à l'état frais pendant quelques jours (Pierre, 1998).

2.7.2 Modifications de la couleur

Les modifications de la couleur peuvent se manifester par une décoloration de la viande, sous l'action de *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et des levures ou une pigmentation provoquée par des bactéries telles que *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* ou des levures (*Rhodotorula*) et des moisissures (*Cladosporium herbarum*, *Penicillium*).

Les modifications de couleur sont le résultat de divers phénomènes, soit à la suite de synthèse d'un ou plusieurs pigments ou la transformation d'un pigment endogène à l'aliment. (La myoglobine) (Pierre, 1998).

2.7.3 Modifications organoleptiques

Les modifications organoleptiques se manifestent par le rancissement des graisses oxydées dues à leur exposition à l'air (oxygène) en donnant un goût et une odeur de rance et en libérant des composés responsables d'aspect (couleur), de texture et de flaveur (odeur et goût à la fois) souvent indésirable sous l'action des microorganismes tel que : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Flavobacterium*, *Clostridium* (Pierre, 1998).

2.8 Conservation de la viande

2.8.1 Méthodes physiques de la conservation

Le contrôle de la température (chauffage ou refroidissement) et la régulation de la teneur en humidité ont été les moyens les plus largement utilisés pour préserver la viande (Cassens & Robert, 1994).

a. Chauffage

Production d'un produit pasteurisé ou commercialement stérilisé ; cuisson préconsommation. La boîte, contenant de la viande, est hermétiquement fermée et ensuite placée dans l'eau bouillante.

b. Réfrigération et congélation (refroidissement)

Utilisé principalement pour ralentir ou limiter la croissance des microorganismes.

c. Séchage

C'est une technique très ancienne, elle consiste essentiellement à éliminer l'eau de la viande et par conséquent l'inhibition de la croissance des microorganismes (Cassens & Robert, 1994).

2.8.2 Méthodes chimiques de la conservation

a. Procédures traditionnelles

Conservation par salage (et ensuite par le processus de durcissement), par utilisation du vinaigre (acide acétique) et par utilisation des épices (dont certaines contiennent des antioxydants naturels tel que le gingembre) (Cassens & Robert, 1994).

b. Additifs chimiques

À titre d'exemple, le formaldéhyde, le benzoate de sodium, l'acide borique, les sulfites, l'acide sorbique (2,4-hexadiénoïque) et ses sels et le lactate de sodium.

Les consommateurs ont une forte préférence et un appétit pour les aliments frais. Cependant, s'ils sont informés que la nourriture fraîche a été conservée avec des produits chimiques, leur zèle diminue assez rapidement et, en fait, ils peuvent rejeter la nourriture et chercher une alternative naturelle (Cassens & Robert, 1994).

c. Additifs naturels

Il y a des antioxydants naturels. Par exemple, certaines épices, comme le romarin, le gingembre, qui peuvent être utilisées comme assaisonnements dans la viande, ont une activité antioxydante qui ralentit ou prévient l'oxydation et le développement résultant du rancissement (Cassens & Robert, 1994).

œPartie Expérimentaleœ

œChapitre 3.œ

Matériels & Méthodes

Chapitre 3. Matériels & Méthodes

3.1 Lieu et durée de l'étude

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie général de la faculté des sciences de la nature et de la vie durant une période d'un mois.



Figure 3.1 Lieu de réalisation de l'étude (Laboratoire de Microbiologie Général)

3.2 Objectif de l'étude

L'objectif de la présente étude est de déterminer l'effet de l'addition du gingembre sec et broyé sur les levures et moisissures dans la viande hachée fraîche du bœuf, afin de l'utiliser comme alternatif des conservateurs industriels qui ont un impact sur la santé.

3.3 Matériels utilisés

Le matériel utilisé au niveau du laboratoire de microbiologie général comporte le milieu de culture Sabouraud Dextrose Agar, l'antibiotique (Oxytetracycline), l'autoclave pour stérilisation, l'étude pour incubation et séchage, la verrerie et des appareils électriques.

3.4 Méthodes

3.4.1 Echantillons utilisés

Les échantillons utilisés sont : **(1)** les racines du gingembre frais et **(2)** la viande hachée fraîche du bœuf. Cinq échantillons de gingembre frais (E) et cinq échantillons de viande hachée fraîche du bœuf (V) ont été procurés de cinq endroits différents de la ville de Sidi Bel Abbés. Après l'achat, les échantillons de viande hachée ont été conditionnés dans une glacière puis transportés le plus rapidement possible vers le laboratoire de microbiologie général.



Figure 3.2 Les racines du gingembre frais



Figure 3.3 La viande hachée fraîche bovine

3.4.2 Préparation des milieux de culture

a. Définition du milieu Sabouraud Dextrose Agar

Le Sabouraud Dextrose Agar est un milieu non sélectif servant à la culture et la conservation des champignons pathogènes et non pathogènes, notamment les dermatophytes. La sélectivité est obtenue par l'ajout du chloramphénicol.

b. Principe du milieu Sabouraud Dextrose Agar

La Sabouraud Dextrose Agar est un milieu peptone complété au dextrose pour encourager la croissance des champignons. Les peptones sont des sources de facteurs de croissance azotés. Le dextrose fournit une source d'énergie pour la croissance des microorganismes. Ajouté à la formulation, le chloramphénicol est un antibiotique à large spectre, inhibiteur pour une large gamme de bactéries Gram positives et Gram négatives.

*Remarque

Le chloramphénicol a été remplacé par l'oxytétracycline dans notre étude qui est aussi un antibiotique à large spectre.

c. Préparation du milieu BBL Sabouraud Dextrose Agar

Les milieux de culture sont préparés suivant le mode opératoire indiqué sur l'étiquette de la boîte de chaque milieu de culture.

Pour la Sabouraud Dextrose Agar, 32.5 g de la poudre a été versée dans 500 ml d'eau distillée ensuite portée à l'ébullition jusqu'à la dissolution complète. L'HCl a été ajouté pour ajuster le pH à 5.6. Le mélange a subi une agitation jusqu'à l'obtention d'une mousse puis conservé dans des flacons en verre. La stérilisation a été effectuée dans un autoclave pendant 15 minutes à une température de 121°C.

d. Préparation du Bouillon Nutritif

Pour le Bouillon Nutritif, 2 g de la poudre a été versée dans 250 ml d'eau distillée ensuite, le mélange a été agité et déposé dans des flacons en verre pour passer à la stérilisation qui a été effectuée dans un autoclave pendant 15 minutes à 121°C.

e. Préparation de l'Eau Peptonée

Pour l'eau peptonée, 7.5 g de la poudre a été versée dans 500 ml d'eau distillée ensuite, le mélange a été agité puis, il a été déposée dans des flacons en verre, à la fin la stérilisation s'est effectuée dans un autoclave pendant 15 minutes à 121°C.

3.4.3 Préparation des dilutions

Pour la préparation des dilutions de l'eau peptonée après la stérilisation qui a été effectuée dans l'autoclave, à l'aide d'une pipette graduée, 9 ml de l'eau peptonée a été déposée dans chaque tube des 36 tubes à essai. A la fin les 36 tubes à essai ont subi une autre stérilisation dans l'autoclave pendant une durée de 15 minutes à 121°C.

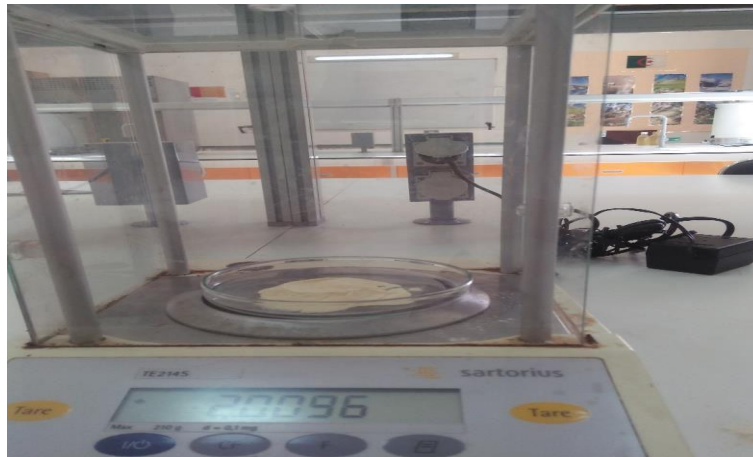


Figure 3.4 La pesée de poudre des milieux de culture par une balance électrique



Figure 3.5 La poudre versée dans l'eau distillée



Figure 3.6 Agitation à l'aide d'un agitateur et ajustement du pH

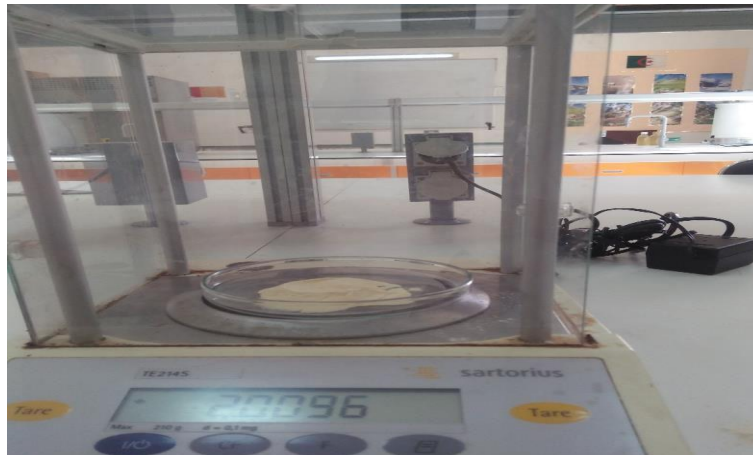


Figure 3.7 Les milieux de cultures préparés et déposés dans des flacons



Figure 3.8 La préparation des dilutions d'eau peptonée



Figure 3.9 Stérilisation dans l'autoclave pendant 15 minutes à 121°C

3.4.4 Analyse microbiologique du gingembre

a. Séchage à l'étuve

Les cinq échantillons de racines de gingembre ont été bien lavées avec l'eau de robinet et l'eau distillée pour les débarrasser de toutes impuretés, puis découpées en fines tranches d'environ 4 mm d'épaisseur.

Les tranches fines ont été étalées sur une assiette en aluminium, puis ont subi un séchage à 40°C à l'étuve.



Figure 3.10 Les tranches fines de gingembre étalées sur l'assiette d'aluminium



Figure 3.11 Séchage du gingembre dans l'étuve

b. Broyage et tamisage

Après le séchage par l'étuve, le gingembre sec a été broyé à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisé à l'aide d'un tamis pour obtenir des poudres fines et homogènes. Ces poudres ont été conservées dans des récipients stériles en plastique, hermétiquement scellés et à l'abri de la lumière.



Figure 3.12 Broyage du gingembre à l'aide d'un broyeur électrique

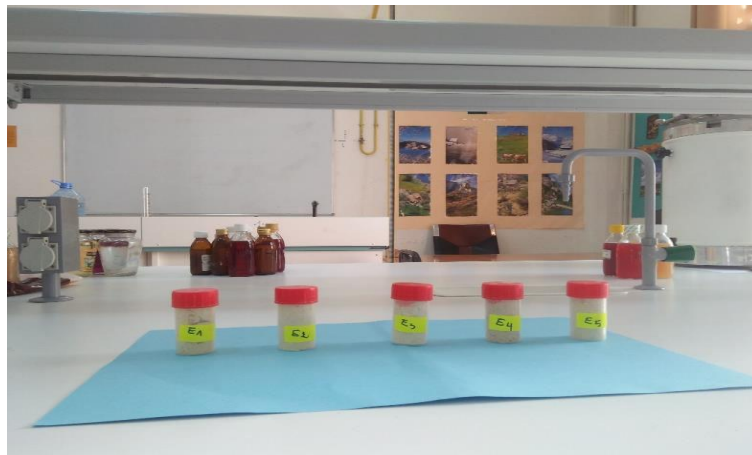


Figure 3.13 Les cinq échantillons de Rizhome de *Zingiber officinale* en poudre

c. Recherche des levures et moisissures

○ *Dénombrement des levures et moisissures*

La contamination des aliments par les moisissures est actuellement considérée avec beaucoup d'attention en raison des mycotoxines que ces microorganismes sont capables de synthétiser. Les moisissures sont très largement répandues dans la nature (air, sol...) et elles peuvent très facilement contaminer les aliments en cours de fabrication.

Les levures acidophiles, psychrotrophes ou osmophiles peuvent induire des altérations profondes dans les aliments (structure, propriétés organoleptiques etc.). La plupart d'entre elles ne sont pas pathogènes (Baumgart, 1994).

o Le protocole

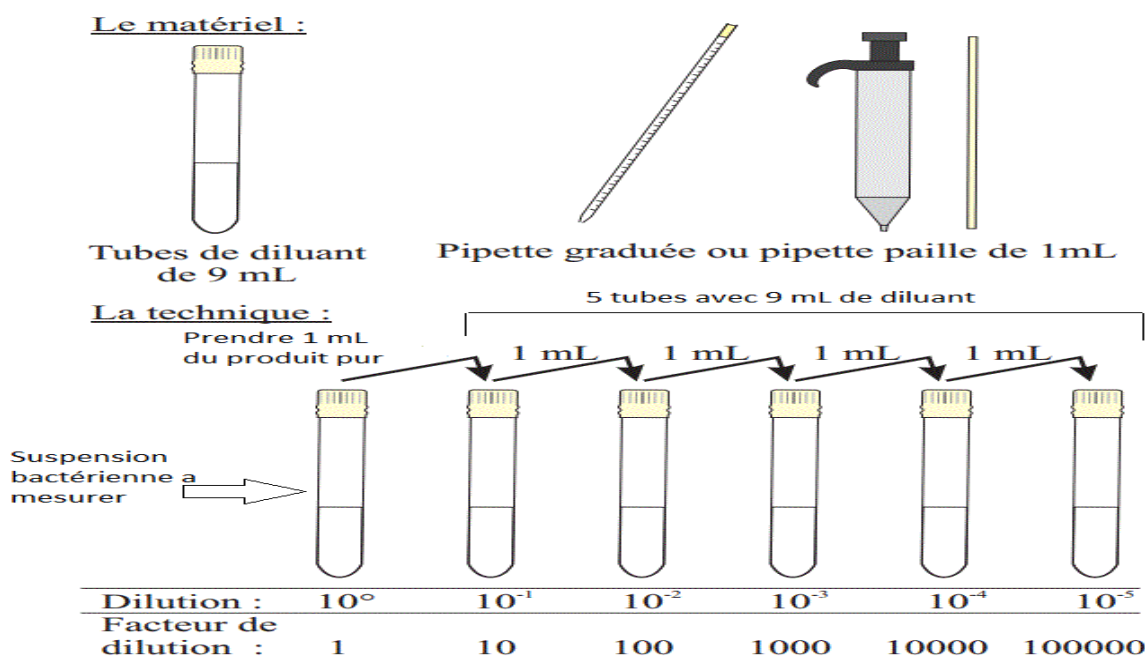


Figure 3.14 La technique de préparation des solutions mères et des dilutions

- La suspension bactérienne (solution mère) est composée de 1 g de gingembre dilué dans 9ml d'eau peptonée (diluant) et homogénéisée à l'aide d'un Vortex.

- Si on a 5 échantillons différents de gingembre donc logiquement on aura 5 suspensions bactériennes différentes (solutions mères), avec des dilutions (jusqu'à 10^{-4}) pour chaque solution on va arriver à 20 boites.

Préparation des dilutions

-Après revivification de la solution mère, on réalise la dilution initiale en prélevant 1 ml de la solution mère qui est prélevée et mis dans 9 ml d'eau peptonnée, la dilution 10^{-1} est réalisée.

-Pour réaliser la dilution 10^{-2} , 1 ml de la dilution est ajouté dans 9 ml d'eau peptonnée ainsi de suite pour réaliser la dilution 10^{-3} et la dilution 10^{-4} .



Figure 3.15 Pesage de 1g de chaque échantillon de gingembre pour préparer les solutions mères



Figure 3.16 Homogénéisation de la solution mère à l'aide d'un Vortex

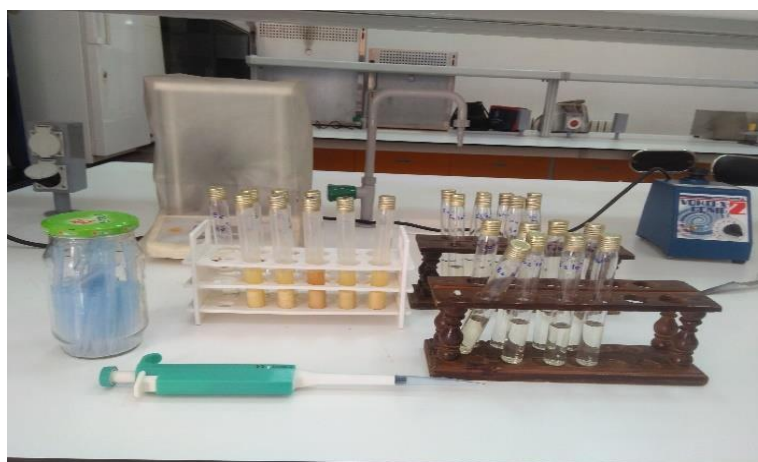


Figure 3.17 Préparation des dilutions et des solutions mères des échantillons de gingembre

Ensemencement

Le dénombrement de la flore fongique a été réalisé sur le milieu SDA + oxytétracycline. Une prise de 10 ml de SDA et 0.1 mg/ml d'oxytétracycline est coulée dans des boîtes de pétri vides stériles.

Après solidification, ces boîtes sont ensemencées avec 0,1 ml de chaque dilution de chaque échantillon ensuite, l'échantillon est étalé sur la surface du milieu à l'aide d'un râteau (étaioire) à la fin les boîtes sont incubées à une température de 25°C-30°C pendant 5 à 7 jours, en fermant les boîtes avec un para-film et les mettant dans un sachet pour ne pas contaminer l'étuve.

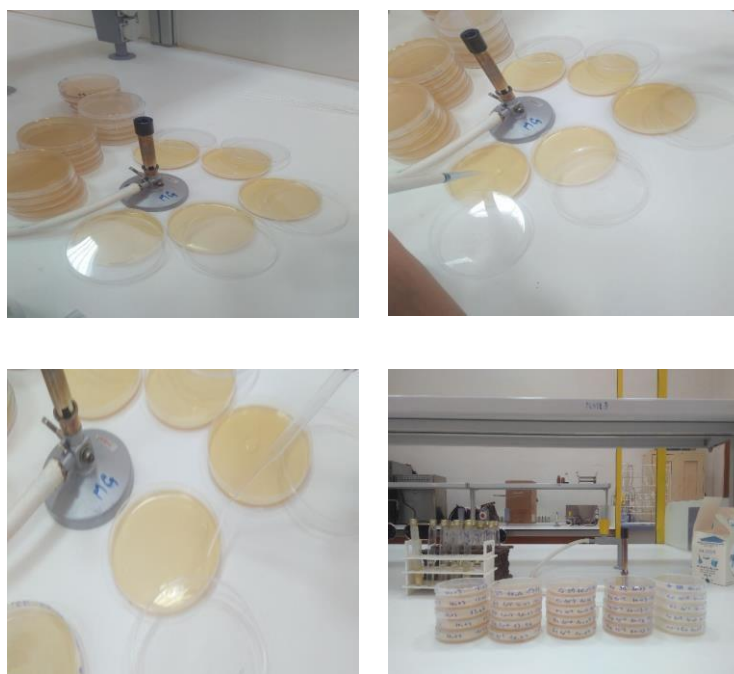


Figure 3.18 Ensemencement et incubation des boîtes de pétrie

3.4.5 Analyse microbiologique de la viande hachée

a. Hachage de la viande bovine

Pour le hachage des cinq échantillons, tout d'abord chacun des échantillons a été acheté d'un endroit différent, toutes les parties indésirables (l'os, les nerfs, le cartilage, le tissu conjonctif.) ont été enlevées de la viande bovine fraîche chez le boucher ensuite, la viande a été découpée en morceau puis hachée dans un hachoir électrique.

La viande hachée a été transportée dans une glacière vers le laboratoire de microbiologie général puis, on a pesé 50 g de chacun des cinq échantillons de la viande

hachée fraîche procurées et ces derniers ont subis une homogénéisation dans un mortier et pilon en céramique.



Figure 3.19 Homogénéisation de la viande hachée fraîche dans un mortier et pilon en céramique.

b. Addition du gingembre

Pour obtenir de bons résultats concernant notre étude et après les analyses microbiologiques effectuées sur le gingembre, l'échantillon le moins pollué du gingembre a été choisis pour l'additionner à la viande hachée fraîche. On a pesé 5 g de l'échantillon numéro 1 et 5 g de l'échantillon numéro 3 (du gingembre) et on les a mélangés.



Figure 3.20 Le mélange de l'échantillon 1 et l'échantillon 3 de gingembre

Ensuite on a constitué des échantillons (V) de 10 g à partir de la viande hachée fraîche homogénéisée et ces derniers ont été triés puis déposés dans des récipients stériles en plastique.

Le gingembre a été ajouté sur les échantillons (V1, V2, V3, V4, V5) de la viande hachée fraîche à des proportions différentes.

Un des échantillons de la viande hachée a été choisi comme l'échantillon témoin (VT) (c'est-à-dire l'échantillon qui ne contient aucun gramme de gingembre).

○ *Les différentes proportions d'addition du gingembre sur les échantillons (V1, V2, V3, V4, V5*

+ témoin) de la viande hachée fraîche

- 1) 0,1 g de gingembre (1%) a été additionné dans 10 g de l'échantillon V numéro 1 de la viande hachée fraîche.
- 2) 0,15 g de gingembre (1.5%) a été additionné dans 10 g de l'échantillon V numéro 2 de la viande hachée fraîche.
- 3) 0,2 g de gingembre (2%) a été additionné dans 10 g de l'échantillon V numéro 3 de la viande hachée fraîche.
- 4) 0,25 g de gingembre (2.5%) a été additionné dans 10 g de l'échantillon V numéro 4 de la viande hachée fraîche.
- 5) 0,30 g de gingembre (3%) a été additionné dans 10 g de l'échantillon V numéro 5 de la viande hachée fraîche.
- 6) V Témoin (0%) de gingembre.

c. Recherche des levures et moisissures

Préparation des dilutions

A partir de chaque proportion, des dilutions décimales jusqu'à 10^{-5} ont été réalisés.

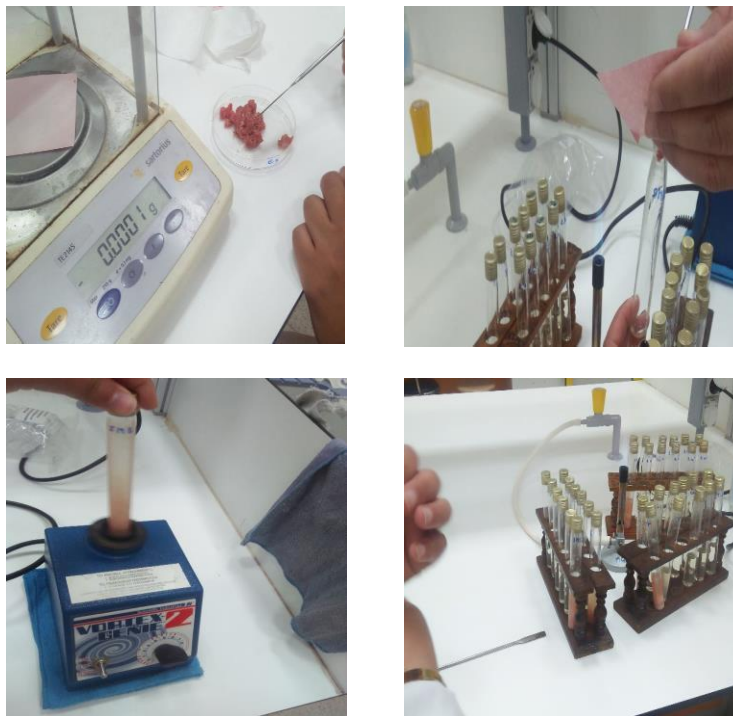


Figure 3.21 Préparation des solutions mère et des dilutions

Ensemencement

Le dénombrement de la flore fongique a été réalisé sur le milieu SDA et l'oxytétracycline. Une prise de 10 ml de SDA et 0.1 mg/ml d'Oxytétracycline est coulée dans des boîtes de pétri vides stériles.

Après solidification, ces boîtes sont ensemencées avec 0,1 ml de chaque dilution de chaque échantillon ensuite, l'échantillon est étalé sur la surface du milieu à l'aide d'un râteau (étaioire) à la fin les boîtes sont incubées à une température de 25°C - 30°C pendant 5 à 7 jours en fermant les boîtes et en les mettant dans un Sachet pour ne pas contaminer l'étuve.

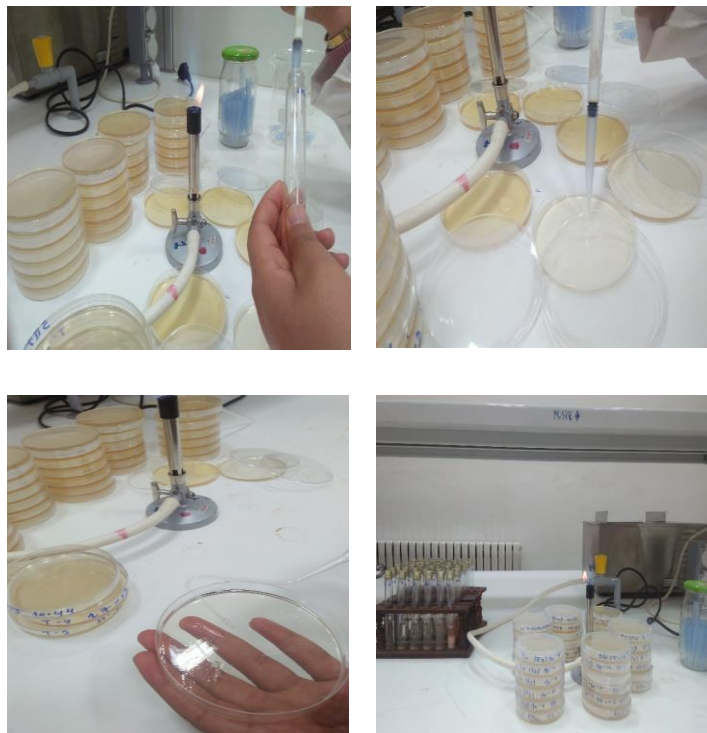


Figure 3.22 Ensemencement des boîtes avec 0,1 ml de chaque dilution de chaque échantillon et incubation des boîtes

œ Chapitre 4. œ

Résultats & Discussion

Chapitre 4. Résultats & Discussion

4.1 Aperçu des résultats obtenus

Après les analyses microbiologiques on a obtenu les résultats suivants :

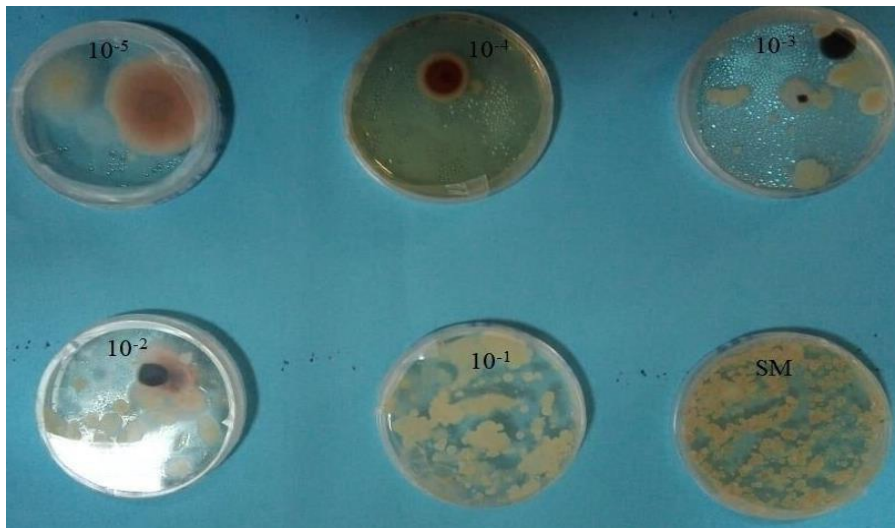


Figure 4.1 L'échantillon témoin VT (0 %) de gingembre

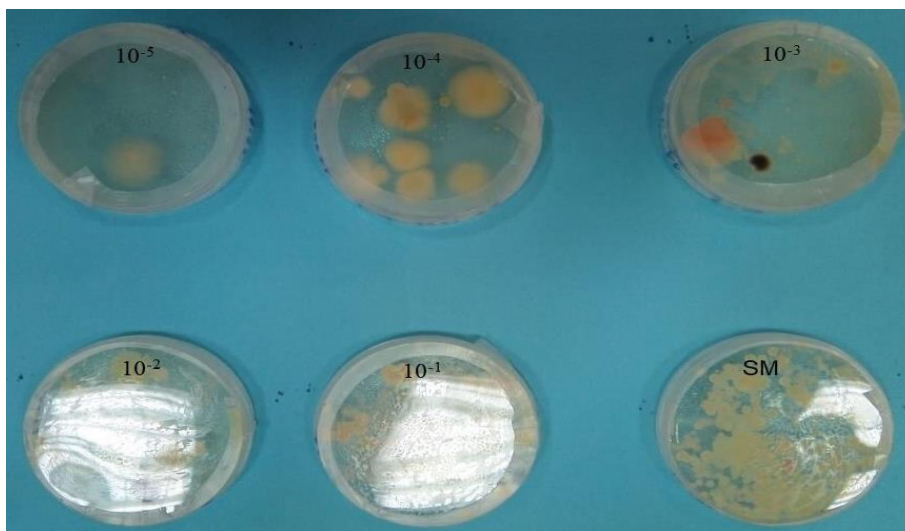


Figure 4.2 L'échantillon V1 (1 %) de gingembre

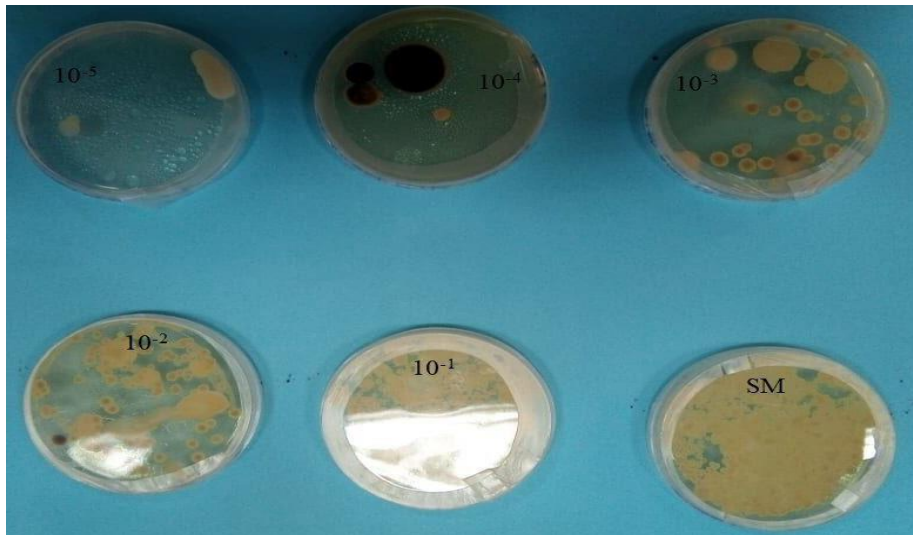


Figure 4.3 L'échantillon V2 (1,5 %) de gingembre

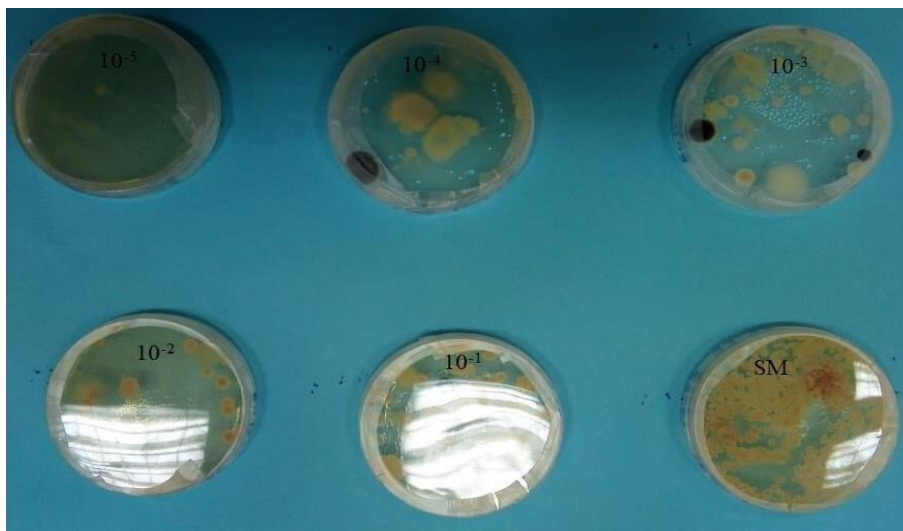


Figure 4.4 L'échantillon V3 (2 %) de gingembre

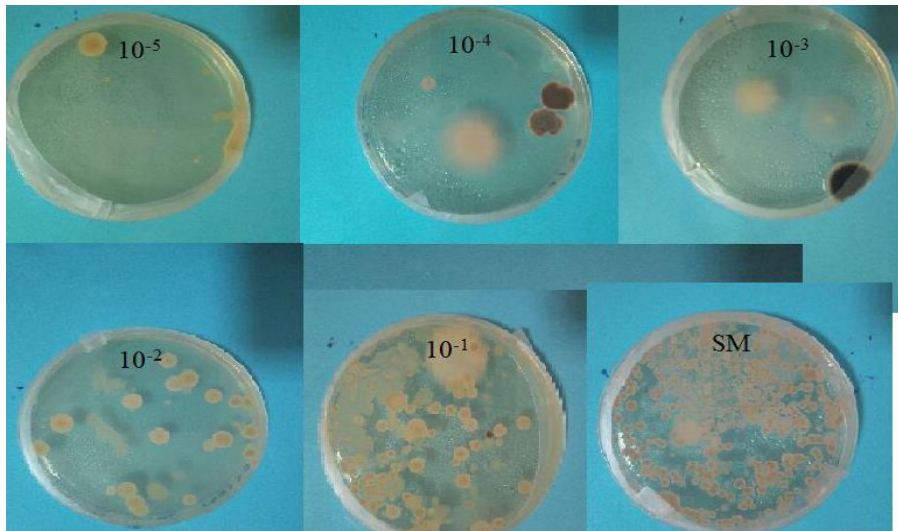


Figure 4.5 L'échantillon V4 (2,5 %) de gingembre

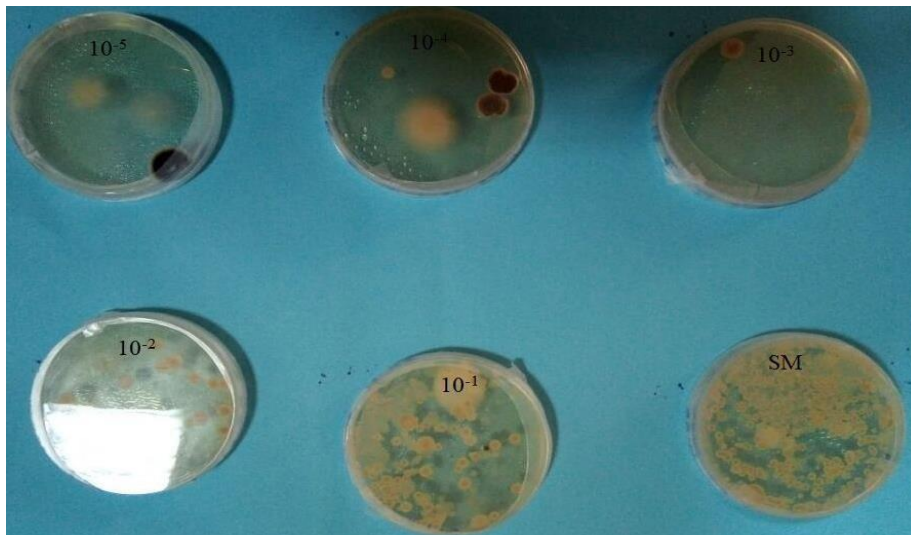


Figure 4.6 L'échantillon V5 (3%) de gingembre

4.2 Comparaison entre les différents échantillons selon la dilution

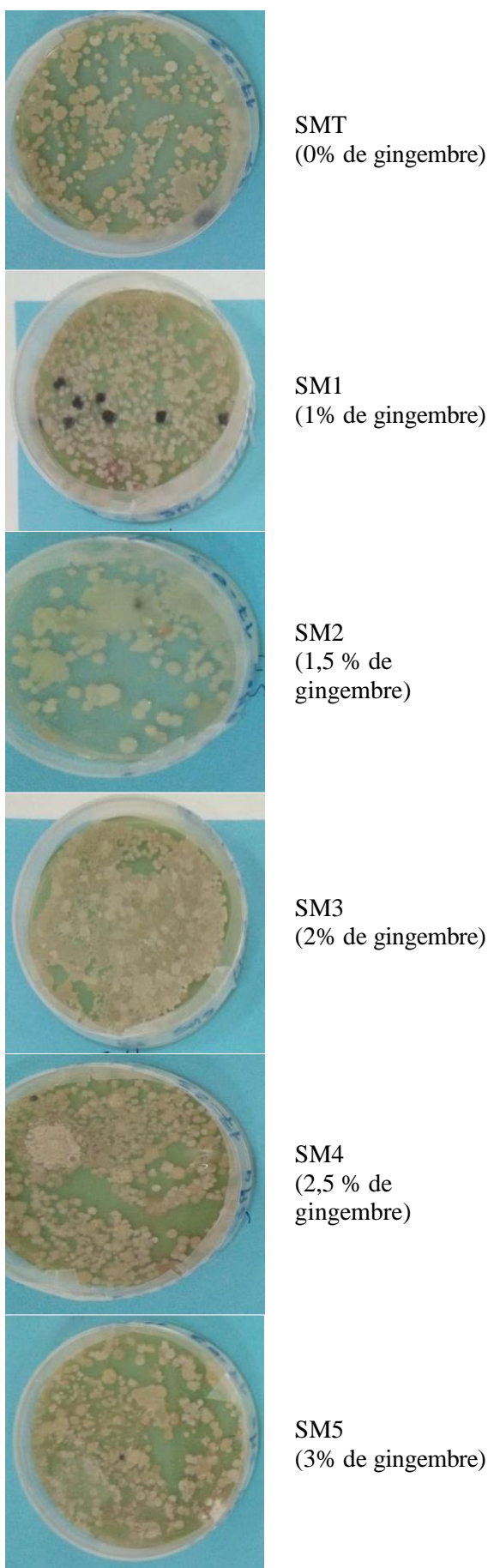


Figure 4.7 Comparaison des Solutions mères

Après 7 jours d'incubation à une température de 25 °C, les solutions mères préparées à partir de la viande hachée additionnée de différentes proportions (0 % ; 1 % ; 1,5 % ; 2 % ; 2,5 % et 3%) de gingembre ont donné des résultats différents.

Des densités élevées de colonies de levures et moisissures sont observées sur les SMT, SM1, SM3, SM4 et SM5.

Cependant, une densité faible de colonies de levures et moisissures est notée sur la SM2.

Nos résultats sont en concordance avec les conclusions de Lamy *et al.*, 2012 qui ont rapporté une diminution de nombre de colonies de levures et moisissures avec des concentrations de 1,5 % de gingembre (sur la viande fraîche).

Cependant, nos résultats sont différents de ceux de Salem & Raafet, 2017 où le nombre de colonies de levures et moisissures observé sur des échantillons de viande fraîche était inversement proportionnel à la concentration croissante de gingembre.

Chapitre 4. Résultats et Discussion

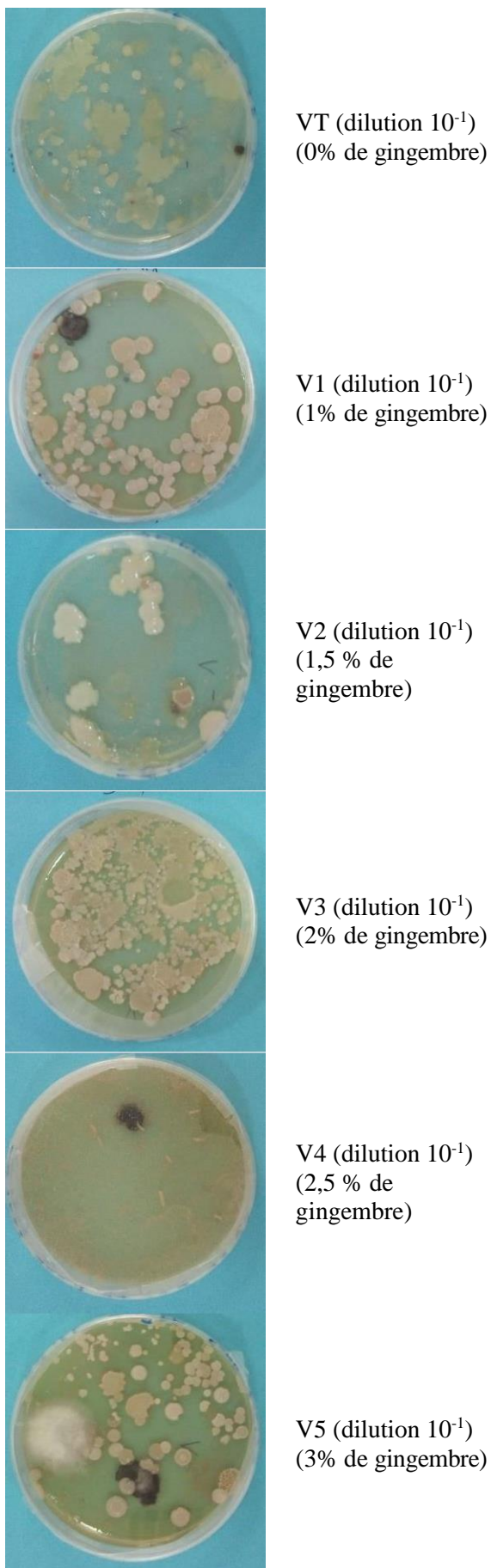


Figure 4.8 Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-1}

La croissance des colonies de levures et de champignons sur les dilutions 10^{-1} indique une faible densité de colonies sur l'échantillon V2 (1,5% de gingembre).

La densité des colonies de levures et moisissures sur les autres échantillons était remarquablement élevée.

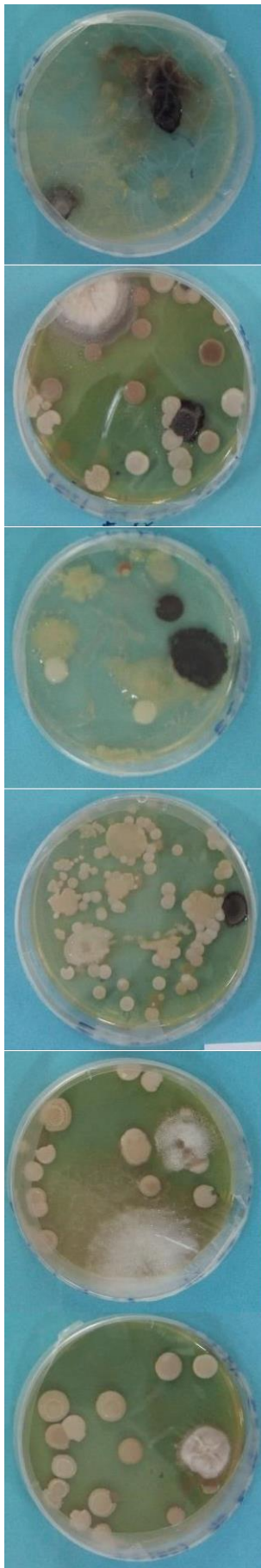
Nous avons remarqué aussi une densité moyenne de colonies sur l'échantillon témoin (VT ; 0% de gingembre).

La même observation a été rapportée par Lowry & Gill, 1984. L'utilisation du gingembre pour la conservation des viandes rouges réduit significativement les levures, mais pas les champignons (moisissures) qui résistent grâce à leurs spores.

Selon Kumolu-Johnson & Ndimele (2011), le gingembre (*Zingiber officinale*) a des effets antioxydants et antifongiques qui peuvent retarder le rancissement oxydatif, inhiber la croissance fongique, avoir un impact sur la saveur acceptable et ainsi prolonger la durée de conservation des produits carnés.

Chapitre 4. Résultats et Discussion

Figure 4.9 Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-2}



VT (dilution 10^{-2})
(0% de gingembre)

V1 (dilution 10^{-2})
(1% de gingembre)

V2 (dilution 10^{-2})
(1,5 % de
gingembre)

V3 (dilution 10^{-2})
(2% de gingembre)

V4 (dilution 10^{-2})
(2,5 % de
gingembre)

V5 (dilution 10^{-2})
(3% de gingembre)

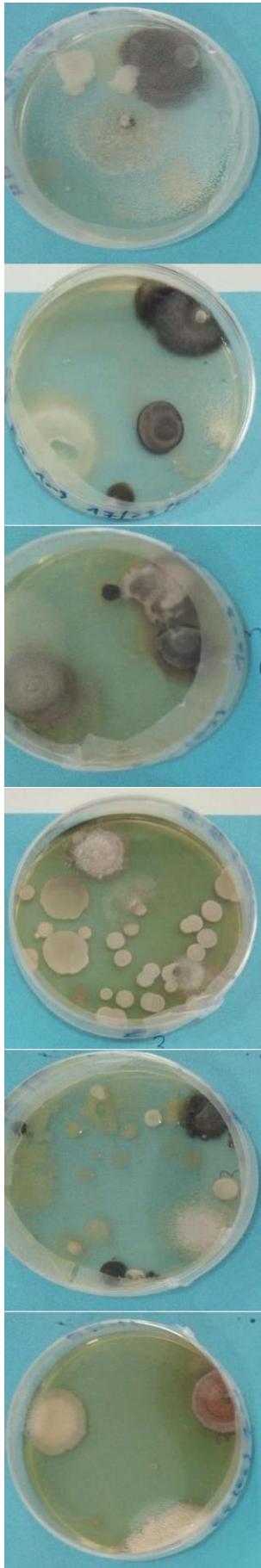
Avec une dilution décimale de 2 (10^{-2}), les densités les plus élevées de colonies de levures et moisissures ont été enregistrées sur les échantillons V1, V3 V4 et V5 qui correspondent aux concentrations de 1% ; 2% ; 2,5% et 3% de gingembre.

La densité la plus faible de colonies de levures (deux colonies seulement) et moisissures a été notée sur l'échantillon V2 contenant 1,5% de gingembre.

Toutefois, sur l'échantillon V témoin (0% de gingembre), nous avons enregistré uniquement une croissance de moisissures (champignons). Cette constatation nous laisse suggérer que les colonies de levures obtenues sur les autres échantillons (V1, V2, V3, V4 et V5) sont issues du gingembre et non pas de la viande hachée.

Selon les données de la littérature, les épices peuvent contenir des microorganismes ou des bactéries pathogènes qui constituent une menace potentielle pour la santé des consommateurs. De ce fait, l'utilisation d'épices **stérilisées** dans l'industrie de la viande sera utile pour minimiser les risques d'hygiène et prévenir la santé des consommateurs (Hampikyan *et al.*, 2009).

Chapitre 4. Résultats et Discussion



V7 (dilution 10⁻³)
(0% de gingembre)

V1 (dilution 10⁻³)
(1% de gingembre)

V2 (dilution 10⁻³)
(1,5 % de
gingembre)

V3 (dilution 10⁻³)
(2% de gingembre)

V4 (dilution 10⁻³)
(2,5 % de
gingembre)

V5 (dilution 10⁻³)
(3% de gingembre)

Figure 4.10 Comparaison des échantillons de dilutions 10⁻³

Sur les dilutions 10⁻³, quelques colonies de levures ont été identifiées sur les échantillons V3 (2% de gingembre) et V4 (2,5% de gingembre).

Par contre, les champignons se sont identifiés sur tous les échantillons. Les champignons observés sont de différents groupes (*Aspergillus sp.*, *Mucor sp.* et *Penicillium sp.*).

Nos résultats sont en accord avec les données de Salem & Raafet (2017) qui ont identifié les mêmes groupes de champignons sur les boulettes de viande hachée additionnées de différentes proportions de gingembre en plus de groupe *Cladosporium sp.*

Chapitre 4. Résultats et Discussion

Figure 4.11 Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-4}

Nos avons enregistré une croissance de moisissures sur tous les échantillons avec une différence dans la densité et le genre. Cependant, les colonies de levures sont presque absentes sauf pour les échantillons V3 et V5 où une seule colonie a été observée.



V7 (dilution 10^{-4})
(0% de gingembre)

V1 (dilution 10^{-4})
(1% de gingembre)

V2 (dilution 10^{-4})
(1,5 % de
gingembre)

V3 (dilution 10^{-4})
(2% de gingembre)

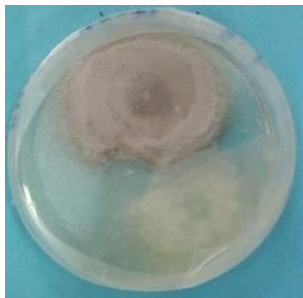
V4 (dilution 10^{-4})
(2,5 % de
gingembre)

V5 (dilution 10^{-4})
(3% de gingembre)

Chapitre 4. Résultats et Discussion

Figure 4.12 Comparaison des échantillons de dilutions 10^{-5}

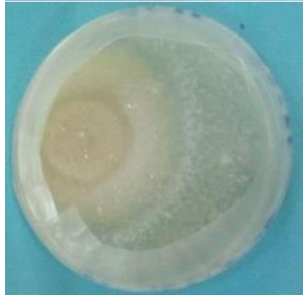
Nos avons enregistré une croissance d'un ou deux types (au maximum) de moisissures sur tous les échantillons. Cependant, les colonies de levures ont été absentes sur tous les échantillons.



VT (dilution 10^{-5})
(0% de gingembre)



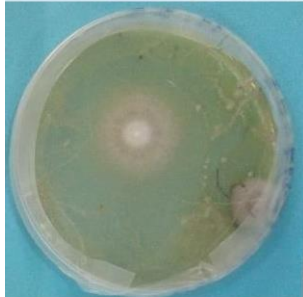
V1 (dilution 10^{-5})
(1% de gingembre)



V2 (dilution 10^{-5})
(1,5 % de
gingembre)



V3 (dilution 10^{-5})
(2% de gingembre)



V4 (dilution 10^{-5})
(2,5 % de
gingembre)



V5 (dilution 10^{-5})
(3% de gingembre)

Tableau 4.1 Le nombre de levures et de moisissures dans les préparations de viande hachée additionnées de gingembre

Les échantillons	Le nombre x10 ³ UFC/g	
	Levures	Champignons
VT (0% de gingembre)	36	9
V1 (1% de gingembre)	24	7
V2 (1.5% de gingembre)	19	5
V3 (2% de gingembre)	18	5
V4 (2.5% de gingembre)	10	4
V5 (3% de gingembre)	3	3

VT : échantillon V témoin ; E : échantillon ; V : viande hachée ; UFC : unité formant colonie

Le tableau ci-dessus représente le nombre des levures et moisissures dans les échantillons de viandes hachées additionnées de différentes proportions de gingembre. Nous remarquons une diminution graduelle du nombre des levures de 36×10^3 UFC/g (VT : 0% de gingembre) à 3×10^3 UFC/g (V5 : 3% de gingembre). De même, le nombre des moisissures a diminué de 9×10^3 UFC/g à 3×10^3 UFC/g. Ces résultats sont similaires aux conclusions de plusieurs auteurs (Lamya, 2012 ; Salem & Raafet, 2017).

La présence de gingembre à des concentrations différentes a permis d'inhiber la croissance des trois champignons pathogènes qui sont *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* et *Mucor sp.*. La raison de l'incapacité de ces champignons à se développer pourrait être attribuée principalement à l'ingrédient actif du gingembre qui est l'oléorésine, qui inhibait la croissance de certains microorganismes pathogènes selon plusieurs auteurs (Chuku *et al.*, 2010 ; Singh *et al.*, 2008).

Discussion

La viande et ses produits sont considérés comme l'une des principales sources de nourriture pour l'homme, car ils contiennent un pourcentage élevé de protéines et de graisses en plus de quantités insignifiantes de groupe de vitamine B et d'importantes sources de phosphore et de fer. La viande est considérée comme un milieu approprié pour la croissance et la reproduction des micro-organismes. Pendant les processus d'abattage et de dépouillement, la peau et les muqueuses perdent leurs propriétés défensives ce qui joue un rôle important en provoquant de nombreux changements qui déterminent la qualité de la viande (Hana, 2006).

Parmi les contaminants des viandes et produits carnés, les levures et les champignons représentent une part considérable. L'importance primordiale des levures dans l'altération de la viande est leur rôle indirect en permettant la croissance des bactéries d'altération, par exemple en réduisant le potentiel antimicrobien du sulfite via la production d'acétaldéhyde. De même, les levures utilisent des acides organiques (acides lactique, citrique, acétique), augmentent le pH et diminuent la concentration du conservateur alimentaire, favorisant ainsi la croissance des bactéries d'altération (Vivian *et al.*, 1991).

Le gingembre (*Zingiber officinale*), le rhizome de la plante vivace monocotylédone, est originaire d'Asie et est largement utilisé comme aliment et complément alimentaire et a été utilisé en médecine traditionnelle dans plusieurs pays. Le gingembre est aussi utilisé pour aromatiser les aliments et les boissons traditionnels. Cependant, en raison de ses multiples avantages, son activité antifongique et antimicrobienne a également été évaluée dans plusieurs études (Mascolo *et al.*, 1989 ; Thongson *et al.*, 2005 ; Mahady *et al.*, 2005).

Par exemple, l'effet inhibiteur du gingembre contre les bactéries pathogènes et les champignons est prometteur (Singh *et al.*, 2005). En général, les études ont indiqué une activité antifongique élevée des composés du gingembre. De plus, des travaux sélectionnés ont mis en évidence que les champignons sont plus sensibles aux composés du gingembre que les bactéries (Sharma *et al.*, 2013).

Récemment, les études sur l'application du gingembre dans les produits alimentaires se sont multipliées. Le gingembre a été appliqué sous forme d'huile essentielle, de poudre, d'extrait ou d'additif alimentaire.

Chapitre 4. Résultats et Discussion

Cette étude visait à étudier l'effet de l'ajout de gingembre en poudre avec différentes proportions sur la teneur en moisissures et levures dans la viande rouge fraîche afin de l'utiliser comme une alternative de conservation naturelle aux produits chimiques industriels.

Nos résultats préliminaires montrent que plus la concentration de gingembre est élevée, plus les effets antifongiques sont élevés. Ce résultat concorde avec les résultats antérieurs de (Negbenebor, *et al.*, 1996) où le clou de girofle et le gingembre individuellement et en combinaison réduisaient les charges fongiques de la chair animale. Ces résultats indiquent également que le gingembre qui est une épice naturelle a clairement des propriétés antifongiques qui peuvent se comparer aux agents antimicrobiens synthétiques comme le sorbate de potassium, l'acide citrique et le métabisulfite de sodium qui sont des agents antifongiques largement utilisés en industrie agroalimentaire (Omojowo *et al.*, 2008, Omojowo *et al.*, 2009). La capacité du gingembre à inhiber la croissance des moisissures améliorerait en quelque sorte la qualité globale du produit.

Dans les produits carnés, Mancini *et al.* (2017) a ajouté de la poudre de gingembre (1 à 2%) à un hamburger de lapin et évalué son effet pendant 7 jours à 4 ° C. Les résultats ont indiqué que le burger cru et cuit ajouté avec de la poudre de gingembre présentait une grande quantité d'acides gras polyinsaturés et une faible quantité d'acides gras saturés. De plus, en augmentant la concentration de gingembre, une capacité antioxydante plus élevée a été observée. Un résultat similaire a été obtenu avec l'application de poudre de gingembre (1-2%) dans le hamburger de porc, qui a indiqué que la poudre de gingembre retardait la croissance bactérienne (*Pseudomonas spp.*). Reshi *et al.* (2017) ont rapporté que pendant le stockage les moisissures et les levures étaient plus faibles dans les saucisses de viande de poulet ajoutées avec de l'extrait de gingembre par rapport aux échantillons sans extrait de gingembre. De plus, l'extrait de gingembre a été utilisé pour affecter les protéines de la viande; par exemple, Abdel-Naeem & Mohamed (2016) ont ajouté de la poudre de gingembre (7%) à des galettes de viande de chameau et ont constaté qu'après 3 mois de congélation (-18 ° C), la poudre de gingembre améliorait la stabilité des lipides et augmentait les composés volatils et la fragmentation des myofibrilles.

Le gingembre comme de nombreuses denrées d'origine végétale est exposé aux contaminations par les mycotoxines. Ces substances issues du métabolisme secondaire de certaines espèces de moisissures qui se développent sur un aliment sont répandues à tous les stades de la chaîne alimentaire. Dans le travail de Nadia AZZOUNE (2011), sur la recherche

Chapitre 4. Résultats et Discussion

les champignons et moisissures dans les épices commercialisées en Algérie, le safran et le gingembre sont les plus contaminés (86,4 et 82,6% respectivement) suivi du poivre noir, du poivre rouge doux et du poivre rouge avec des taux de 71,4; 69,6 et 61,4% respectivement. Les champignons de contamination étaient *Aspergillus sp.* et le *Penicillium sp.* ceci confirme le statut de flore de stockage de ces deux genres fongiques (Figures 4.13, 4.14).

Dans notre étude, ces deux genres sont les champignons les plus rencontrés même avec des taux élevés de gingembre dans la viande ce qui suggère que leur présence dans la préparation (viande + gingembre) et en partie dû au gingembre et non pas à la viande. Des observations similaires ont aussi été rapportées par Doré *et al.* (2002).

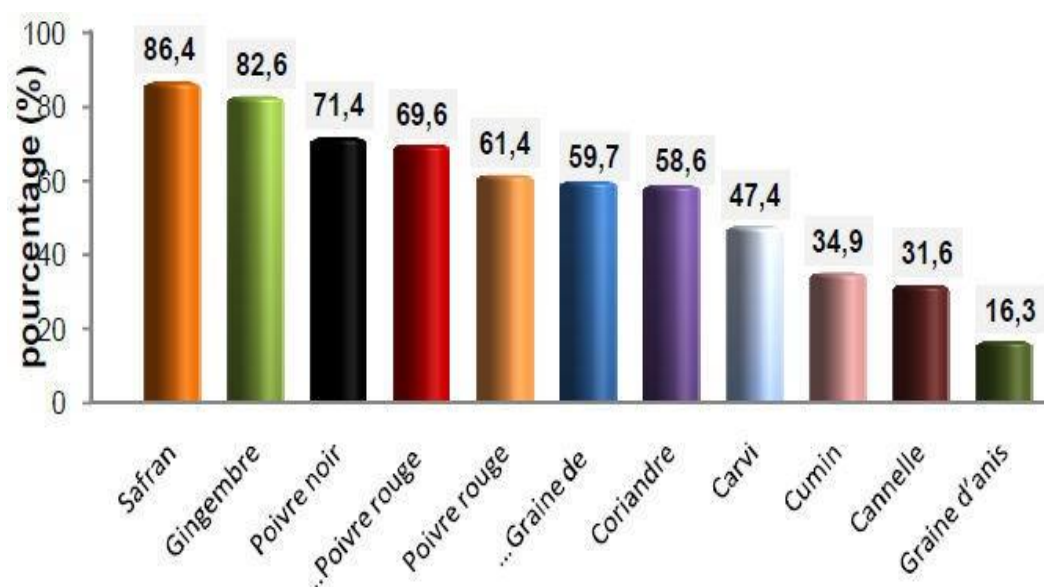


Figure 4.13 Comparaison de la fréquence du genre *Aspergillus* dans des épices commercialisées en Algérie (Nadia AZZOUNE, 2011).

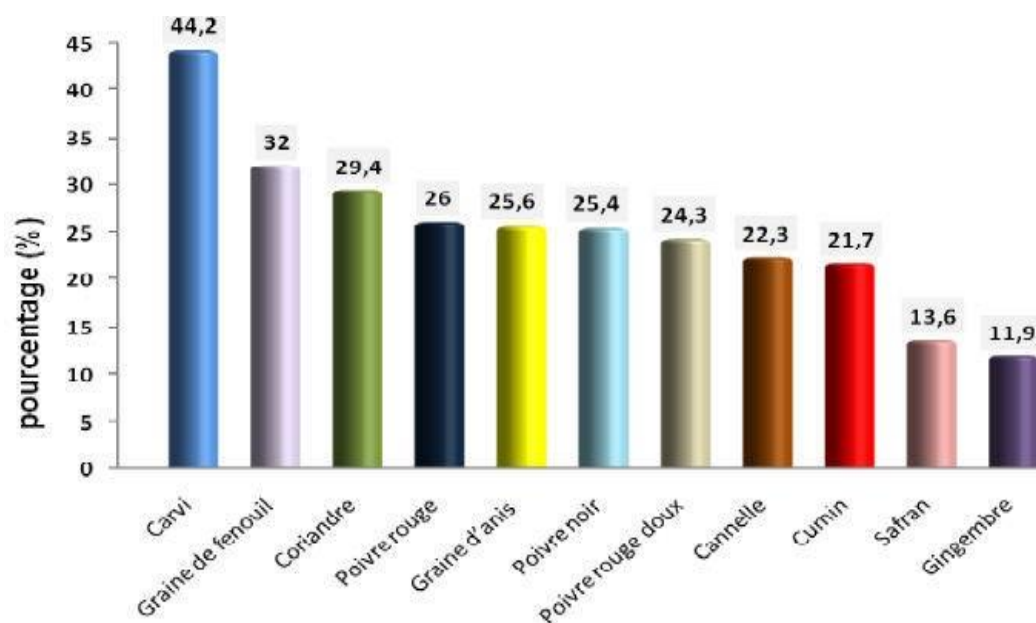


Figure 4.14 Comparaison de la fréquence du genre *Penicillium* dans des épices commercialisées en Algérie (Nadia AZZOUNE, 2011).

La dominance du genre *Aspergillus* dans les denrées stockées dans les régions à climat chaud est très connue (Pitt & Hocking, 1997). *Aspergillus* est un champignon ubiquitaire capable de coloniser divers substrats et possède une grande capacité de sporulation (Gourama & Bullerman, 1995), il est très répandu dans la nature (Pařenicová *et al.*, 2000) et tout particulièrement dans les régions à climat chaud comme l'Algérie (Mantle, 2002). Ainsi, la plupart des enquêtes menées dans les régions à climat chaud ont mis en évidence la prédominance des espèces fongiques du genre *Aspergillus* dans les épices. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés sur les épices et les plantes médicinales (Hashem & Alamri, 2008; Abou Donia ; 2008).

Conclusion

Conclusion

La viande peut s'altérer par la prolifération des micro-organismes, ainsi que la viande hachée peut être porteuse de redoutables levures et moisissures.

L'objectif de cette étude était de déterminer l'effet du gingembre sec et broyé sur les levures et les moisissures dans la viande hachée fraîche bovine.

Tout d'abord, des analyses ont été effectuées sur les cinq racines de gingembre, après incubation de 5 à 7 jours à une température 25°C - 30 °C. L'échantillon le moins pollué a été choisi pour l'ajouter dans la viande hachée fraîche du bœuf. Le gingembre a été additionné dans la viande hachée fraîche du bœuf à des proportions différentes pour déterminer l'efficacité de cet additif naturel sur la teneur en levures et les moisissures.

Les résultats obtenus après les analyses microbiologiques confirment l'activité inhibitrice du gingembre contre les levures et la croissance des moisissures du genre (*Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* et *Mucor sp.*), la présence du gingembre à des proportions différentes (1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%) à diminuer le nombre des levures et moisissures à chaque fois qu'on augmentait sa proportion dans la viande hachée fraîche du bœuf.

Pour conclure, on peut affirmer que le gingembre possède une activité inhibitrice contre certaines levures et moisissures dans la viande rouge du bœuf.

Cette étude ouvre la voie à de futures recherches, il serait souhaitable de réaliser d'autres études et recherches sur le gingembre et ses effets bénéfiques dans la conservation des aliments.

œRéférences Bibliographiquesœ

Références bibliographiques

A

- Abou Donia. M.A. (2008)-Microbiological Quality and Aflatoxinogenesis of EgyptianSpices and Medicinal Plants (Global Veterinaria),2 (4): 175-181.
- Abdel-Naeem, H. H. S. ; Mohamed, H. M. H. Improving the Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Camel Meat Burger Patties Using Ginger Extract and Papain. Meat Sci. 2016, 118, 52–60. DOI : 10.1016/j.meatsci.2016.03.021.
- Adel, M. and Mahasneh, A. (1999). Antimicrobial activity of extracts of herbal used in the traditional medicine of Jordan. J. Ethnopharmacol., 64 : 271-276. DOI : 10.1016/so3788741 (98) 00132-9.
- Asefa, D.T. ; Gjerde, R.O. ; Sidhu, M.S. ; Langsrud, S. ; Kure, C.F. ; Nesbakken, T. ans Skaar, I. (2009) a. Moulds contaminants on Norwegian dry-cured meat products. International Journal Food of Microbiology, 128 : 435-439.

B

- Butin, A. 2017. Le gingembre : de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université de Lorraine : faculté de Pharmacie, 117p.
- Botineau M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. LavoisierEd. 2010. 1403 p.
- Beristain, Bauza., Silvia, D. C., Hernandez-Carranza, Paola., et al. 2019. Antimicrobial Activity of Ginger (Zingiber Officinale) and It's Application in Food Products. Food Reviews International, 12: 2-11.
- Badreldin H. Ali., Blunden Gerald., Musbah O. T and Abderrahim N. 2008. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (Zingiber officinale Roscoe) : A review of recent research. Food and Chemical Toxicology, 46 : *409–420.

Références bibliographiques

- Buscailhon S. et Monin G., (1994), Evolution de la composition et des qualités sensorielles du jambon au cours de la fabrication VPC, 15 (1) : 23-34.
- BAUCHART D., AUROUSSEAU B., (1993) : Digestion et métabolisme des lipides chez le veau de boucherie : conséquences sur la composition en lipides des tissus.VPC, 14(6) : 172-182.
- Bigitte Mass-van Berkel, Brigiet Van Den Boogaard, Corlien Heijnen(2005), La conservation du poisson et de la viande : les facteurs d'altération des viandes. Marja de goffau – markusse. ISNB : 90-8573-033-3.p835.
- Baumgart W. (1994). La biosécurité au laboratoire de microbiologie, Manual of Clinical Microbiology.

C

- Chouleur, F., Gilson, C., Salell, M. 2009. Le gingembre : Des bienfaits prouvés.*DUT Génie Biologique Option Diététique*, 32 p.
- Ciqual., table de composition nutritionnelle des aliments. *Gingembre, poudre*. [En ligne].(Modifié 2017) Disponible sur :<<https://ciqual.anses.fr/#/aliments/11006/gingembre-poudre>> (Consulté le 06/05/2020).
- Craplet C., (1966), La viande de bovins .Tome I .Ed Vignot frère, Paris p 7 486.
- Clinquart A., Fabry J., et Casteels M., (1999), Chapitre : La viande et les produits de viande dans notre alimentation. Edition du CNRS. P76.
- Chougui N., (2015), technologie et qualité des viandes. Thèse de magister.Université Abderrahmane Mira de Bejaia.
- Cassens, Ph.D. Robert G. (1994) Department of meat and animal sciences university of wisconsin madison.
- Coibion L., (2008), Acquisition des qualités organoleptiques de la viande Bovine adaptation à la demande du consommateur. p 7-25.
- Chiabou M., (2005). Productivité zootechnique du désert le cas du bassin laitier D'AGADEZ au Niger. Thèse en vue de l'obtention de docteur en sciences université MONTEPLLIER. p56.

Références bibliographiques

- Chinzi., (1989), Produire de la viande bovine aujourd'hui. 2ème Edition. France .p 67,69.
- CMC : conseil des viandes du Canada (Canadien Meat Council) 2000. Fiche de renseignement sur le conditionnement sous atmosphère modifiée. 305, 955.
- CARTIER P., (1993) : Relation entre la contamination de la matière première et celle des produits finis dans la filière du haché industriel. VPC, 14 : 127-130.
- C.A. Kumolu-Johnson and P.E. Ndimele, 2011. Anti-Oxidative and Anti-fungal Effects of Fresh Ginger (*Zingiber officinale*). Treatment on the Shelf Life of Hot-smoked Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822). Asian Journal of Biological Sciences, 4: 532-539.
- Chuku EC, Osakwe JA, Daddy-West C. Fungal spoilage of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and control using ginger and garlic. Scientia Africana. 2010 ; 9(2) :41-49.

D

- Doré T., Le Bail M., et Verger P. (2002).- Pratiques agricoles et sécurité sanitaire des aliments en production végétale. Cahiers Agricultures, 11(13), 177–185.
- DUMONT B L., (1982) : Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande fraîche. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 155-160.
- DURAND P., (1999) : Technologies des produits de charcuterie et des salaisons, Collection Sciences et Techniques agroalimentaires. Paris, éd Tec et Doc. Lavoisier, 530 pages.
- Dumont RL., et Valin C., (1982), Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Ed INRA .Paris .p77.
- DeBoer, H.J., Kool, A., Broberg, W.R., Mziray, I., Hedberg and evenfors, J.J. (2005). Antifungal activity of some herbal remedies from Tanzania. J. Ethnopharmacol., 96 : 461-469 DOI : 10.1016/J.jep.2004.09.035.
- Drieux H., Ferrando R., Jacquot R., (1962), Caractéristiques alimentaires de la viande de boucherie. Vigot frères éditeurs, Paris VI. p9.

E

- Euring A. Le gingembre – Plante médicinale et plante à épices (En ligne) disponible sur : abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc (page consultée le 07/05/2020).
- Elramouz R., (2008), Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. P3-4.
- Ejechi, B. O. ; Nwafor, O. E. and Okoko, F.J. (1999). Growth inhibition of tomato-rot fungi by phenolic acids and essential oil extracts of pepper fruit (*Dennetia tripetala*) Food Res. Intl., 32 : 395-399.

F

- Faivre Cl., Lejeune R., Staub H., Goetz P. *Zingiber officinale* Roscoe. Phytothérapie – Monographie médicalisée, 2006, volume 4. Page 99-102.
- Fosse. J.A.S., (2003), Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l'utilisation des moyens de maîtrise en abattoir. Thèse De l'Ecole nationale vétérinaire de NANTES. p24-46.
- Fraysse J L., et Darre A., (1989), Production des viandes .Volume I .Ed Technique et documentation .LAVOISIER .Paris .p 374.
- Filtenborg, O. ; Frisvad, J.C. and Thrane, U. (1996). Moulds in food spoilage. International Journal of Food Microbiology, 33 : 85-102.

G

- Gigon, F. 2012. Le gingembre, une épice contre la nausée. Springer-Verlag, vol.10, p.87-91.

Références bibliographiques

- Guillem et al, (2009), La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : Identification de marqueurs biologiques. p 331-334.
- GIRARD J P., DENOYER C., MAILLARD T. (1988) : Le Hachage grossier, la restructuration des pâtes fines. In : Tech de la Viande et des Prod Carnés, Paris : éd Tec et doc. Lavoisier, pp 215 -224.
- Gourama H. et Bullerman L.B. (1995).- *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*, aflatox-igenic fungi of concern in foods and feed – a review. *Journal of Food Protection*, 58, 1395–1404.
- Gernot Katzer's Spice Pages. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc). (En ligne) disponible sur : http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Zing_off.html (page consultée le 07/05/2020).
- Gugnani, H.C. and Ezenwanze, E.C. (1985). Antibacterial activity of extracts of ginger (*Zingiber Officinale*) and African oil bean seed. (*Pentaclethora macrophylla*). *J.Commun Dis.*, 17 :233

H

- Hashem. M et Alamri.S, (2008) Contamination of common spices in Saudi Arabia markets with potential mycotoxin-producing fungi: a King Khaled University, Faculty of Science, Bio-logical Science Department, P.O. Box 10255, Abha 61321, Saudi Arabia, b Assiut University, Faculty of Science, Botany Department, Assiut 71516, Egypt.
- Hamparsun Hampikyan, E. Baris Bingol, Hilal Colak and Ali Aydin. The evaluation of micro-biological profile of some spices used in Turkish meat industry. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (3&4) : 111-115. 2009.
- هناع عبد الطوف ياسين. لنوعىة المايكروبايولوجية للحوم الغنام والبقر فى محافظفة البصرة. مجلة النبار للعلوم الزراعية ، المجلد : 4 العدد (2) ، 2006
- Henry M, (1992), Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine .ESF .Paris. p738-750, p1533, p739-741, p747-748.

J

- Jyotsna, Dhanik., Neelam, Arya., VivekaNand. 2017. A Review on Zingiber officinale. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(3) : 174-184.

K

- Kuete and Mbaveng. 2017. Zingiber officinale. In Medicinal Spices and Vegetables from Africa 1ère édition Potentiel thérapeutique contre les maladies métaboliques, inflammatoires, infectieuses et systémiques. Academic Press, p. 627-628.
- Kubra IR, Murthy PS, Rao LJ. In vitro antifungal activity of dehydrozingerone and its fungitoxic properties. Journal of Food Science. 2012, 78 (1).
- Kilgour (1986), IN : DJEBALI k., Khelif f., (2014) synthès bibliographique sur l'évolution de la flore bactérienne des viandes hachées au cours De leur conservation par la réfrigération. Université kasdi merbah. Ouargla. P3.
- Kim, J.S. ; Lee, S.I. ; Park, H.W. ; Yang, J.H. Shin, T.Y. ; Kim, Y.C. ; Baek, N.I. ; Kim, S.H. ; Choi, S.U. ; Kwon, B.M. ; Leem, K.H., ; Jung, M.Y. and Kim, D.K. (2008). Cytotoxic Components from the Dried Rhizomes of *Zingiber Officinale* Roscoe. Arch Pharm Res., 31(4) : 415-418.

L

- Lowry, P.D. and Gill, C.O. (1984). Mould growth on meat at freezing temperatures. Interna-tional Journal of Refrigeration. 7, (2) : 133–136.
- Lamya EL Sediek ; Wafaa, M.M. Abozeid ; Dalal, H .Alkhalifah and Serag, .E. A. Farag (2012). Efficacy of Ginger Extract (*Zingiber Officinale*) and Gamma Irradiation for Quality and Shelf-Stability of Processed Frozen Beef Sausage. Life Science Journal ; 9 (2): 448-461.
- LEMAIRE J R., (1982) : Les opérations de préparation des viandes. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 57-76.
- Lamoise P., roussel-ciquard N., Rosset R., (1984), Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires.
- Lopez P, Sanchez C, Batlle R, Nerin C. Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils : susceptibility of selected foodborne bacterial and

fungal strains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005, 53 (17), pp 6939-6946.

M

- Minker, Carole., C. Pinson.2012. A la découverte du gingembre. In *Gingembre et Curcuma*.Paris : Groupe Eyrolles, p. 14,18.
- Mabrouk SS, El-Shayeb NM. Inhibition of aflatoxin formation by some spices. *Z Lebensm Unters Forsch*. 1980, 171 (5), pp 344-347.
- Monin G. et Touraille C., (1983), Types métaboliques et contractiles musculaires, relations avec les qualités technologiques des viandes. VPC, Réunion des chercheurs en viandes, numéro spécial Paris. p17-21.
- MARIAM. K., (2006) : Evolution de la flore bactérienne des viandes de Bœuf hachée au cours d'un stockage réfrigère. Mémoire de diplôme d'études approfondies de production animale. Université DAKAR. pp17-18.
- MESCLE F., ZUCCA J., (1988) : L'origine des microorganismes dans les aliments. Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaire.
- Mascolo, N.; Jain, R.; Jain, S. C.; Capasso, F. Ethnopharmacologic Investigation of Ginger (*Zingiber Officinale*). *J. Ethnopharmacol*. 1989, 27, 129–140. DOI: 10.1016/0378-8741(89) 90085-8.
- Mahady, G. B.; Pendland, S. L.; Stoia, A.; Hamill, F. A.; Fabricant, D.; Dietz, B. M.; Chad-wick, L. R. In Vitro Susceptibility of *Helicobacter Pylori* to Botanical Extracts Used Traditionally for the Treatment of Gastrointestinal Disorders. *Phytother. Res*. 2005, 19(11), 988–991. DOI: 10.1002/ptr.1776.
- Mancini, S.; Presiuso, G.; Bosco, A. D.; Roscini, V.; Parisi, G.; Paci, G. Modifications of Fatty Acids Profile, Lipid Peroxidation and Antioxidant Capacity in Raw and Cooked Rabbit Burgers Added with Ginger. *Meat Sci*. 2017b, 133, 151–158. DOI: 10.1111/j.1745- 4573.2004.06403.x.
- Mancini, S.; Paci, G.; Fratini, F.; Torracca, B.; Nuvoloni, R.; Bosco, A. D.; Roscini, V.; Prezi-uso, G. Improving Pork Burgers Quality Using *Zingiber Officinale* Roscoe

Références bibliographiques

Powder (Ginger). Meat Sci. 2017a, 129, 161–168. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.03.004.

- Mantle P.G. (2002).- Risk assessment and the importance of ochratoxins. International Bio-deterioration and Biodegradation, 50, 143–146.

N

- Nadia AZZOUNE. Étude des Populations du Genre *Aspergillus* et *Penicillium* et de Leurs Mycotoxines Isolées des Épices et des Légumes Secs. Mémoire présenté en vue de L'obtention du Diplôme de Magister en Sciences Biologiques Option: Biochimie et Microbio-logie Appliquée. Université M'hamed Bouguerra De Boumerdes 2011.
- Negbenebor CA, Adetunji IS, Igene JO. The effect of clove and ginger dip on quality of so-lar-tent dried (*Clarias anguillaris*). In FAO. Fisheries Report. 1996.

O

- Oumokhtar B., Berrada H., Ameer N., El fakir S. (2008) Analyse microbiologique de la viande hachée bovine commercialisée A Fès, maroc.
- Olatidoye Olawale Paul, Sobowale Sunday Samuel, Oluwafemi Rufus Adebisi, Alabi Abosede O. Effects of Adding Ginger Extracts (*Zingiber officinale*) on Minced Cow Meat During Refrigerated Storage. American Journal of Food Science and Nutrition Research. Vol. 2, No. 6, 2015, pp. 165-171.
- Omojowo FS, Omojasola PF, Ihuahi JA. Microbial Quality of Citric Acid as Preservatives in Smoked Catfish (*Clarias gariepinus*). In: Biological and Environmental Science Journal for the Tropics, 2008 Vol. 5(3): 130-134.
- Omojowo FS, Omojasola PF, Idris GL, Ihuahi JA. Evaluation of Citric Acid and Potassium Sorbate as Preservatives on the Safety and Shelf-Life of Smoked Catfish. In: Nature and Science Journal, 2009 Vol. 7(11):1-8.

P

Références bibliographiques

- Parenicova, L., Skouboe, P., Samson, R. A., Rossen, L., Visser, J. (2000). Genotypic and phe-notypic variability among black Aspergilli. In: Samson, R. A. and Pitt, J. I. (eds), Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification. (pp 413-424). Harwood Academic Publishers, Amsterdam the Netherlands.
- Pitt J.I., Hocking, A.D. (1997).- Fungi and Food Spoilage. Blackie Academic and Professional, London.
- Pierre J., (1998), Hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaire : produits humides. Collection Guide pratiques. p 25.
- Pozzatti P, Scheid LA, Spader TB, Atayde ML, Santurio JM, Alves SH. In vitro activity of essential oils extracted from plants used as spices against fluconazole-resistant and fluconazole-susceptible Candida spp. Revue canadienne de microbiologie. 2008, 54 (11), pp 950-956.
- Pinson C. Curcuma et gingembre – un concentré de bienfaits pour votre santé et votre beauté. Eyrolles Ed. 2012. pp 18-20.

Q

- Quave, Cassandra L. 2012. Medicinal Plant Monographs. 4eme Edition. USA: Springer, p.445.

S

- Srinivasan, Krishnapura. 2017. Ginger rhizome (Zingiber officinale) : A spicewith multiple health beneficial potentials. Pharma Nutrition, 5 (1) :18-28.
- Soares IH, Loreto ÉS, Rossato L, Mario DN, Venturini TP, Baldissera F, Santurio JM, Alves SH. In vitro activity of essential oils extracted from condiments against fluconazole-resistant and -sensitive Candida glabrata. Journal de Mycologie Médicale. 2015, 25 (3), pp 213-217.
- Staron T., (1982), Viande et alimentation humaine .Ed. Apria, Paris. P 110.
- Singh, G.; Maurya, S.; Catalan, C.; De Lampasona, M. P. Studies on Essential Oils, Part 42: Chemical, Antifungal, Antioxidant and Sprout Suppressant Studies on Ginger Essential Oil and Its Oleoresin. Flavour Fragr. J. 2005, 20, 1–6. DOI: 10.1002/ffj.1373.

Références bibliographiques

- Sharma, N.; Tiwari, R.; Srivastava, M. P. Zingiber Officinale Roscoe. Oil: A Preservative of Stored Commodities against Storage Mycoflora. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2013, 2, 123–134.
- Singh G, Kapoor IP, Singh P, de Heluani CS, de Lampasona MP, Catalan CA. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of Zingiber officinale. Food Chem.Toxicol.2008;46:3295–3302.
- Silva, S. ; Mia, L. ; Jens, C. F. and Nina, G. (2010). The mycobiota of three dry-cured meat products from Slovenia. Food Microbiology, 2(2) : 1-4.

T

- Takahashi M, Inouye S, Abe S. Anti-Candida and radical scavenging activities of essential oils and oleoresins of Zingiber officinale Roscoe and essential oils of other plants belonging to the family Zingiberaceae. Drug Discover Therapy. 2011, 5 (5), pp 238-245.
- Touraille C., (1994), Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. Renc Rech. Ruminants .p 169-176.
- Thongson, C.; Davidson, P. M.; Mahakarnchanakul, W.; Vibulsresth, P. Antimicrobial Effect of Thai Spices against Listeria Monocytogenes and Salmonella Typhimurium DT104. J. Food Prot. 2005, 3, 2054–2058. DOI: 10.4315/0362-028X-68.10.2054.

V

- Vivian M. Dillon and R.G. Board. Yeasts associated with red meats. Journal of Applied Bac-teriology 1991, 71, 93-108.
- Virling E., (2003), Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France. p58.

W

- Wilson r.T., (1984), the camel. London. Longman Groupe Ltd. p 153-172.
- Weng, X. C. and wang, W. (2000). Antioxidant activity of compounds isolated from (*Salvia plebeia*). Food chemistry, 71 : 489-493.



Références bibliographiques

- e1** Angiosperm Phylogeny Website. Zingibérales. (En ligne) disponible sur : <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/zingiberalesweb.htm> (page consultée le 07/05/2020).
- e2** Société française d'ethnopharmacologie. *Zingiber officinale* Roscoe. (En ligne) disponible sur : http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?Plant_id=13270 (page consultée le 07/05/2020).
- e3** Société française d'ethnopharmacologie. *Zingiber officinale* Roscoe. (En ligne) disponible sur : http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?Plant_id=13270 (page consultée le 07/05/2020).
- e4** Tropical biodiversity. Ginger - *Zingiber officinale*. (En ligne) disponible Sur : <http://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2012/07/ginger/> (page consultée le 07/05/2020)
- e5** Euring A. Le gingembre – Plante médicinale et plante à épices (En ligne) disponible sur : abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc (page consultée le 07/05/2020)