

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOUHAND OULHADJ- BOUIRA
FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/ UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Dehoua Abdelmoumene

Thème

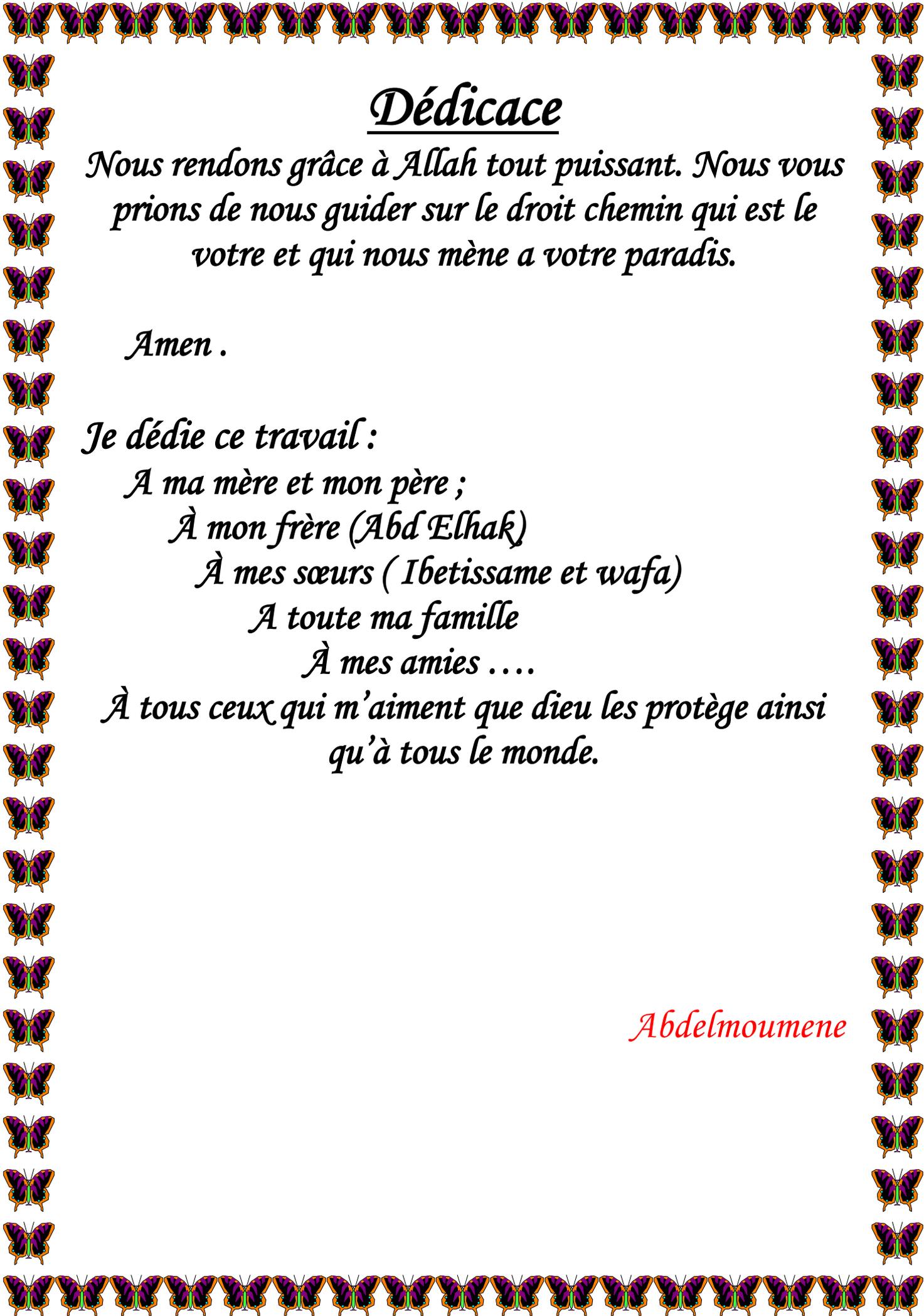
Valorisation du paprika douce en tant que colorant et conservateur dans la fabrication du cachère

Soutenu publiquement le : 22/09 /2018

Devant le jury composé de :

<i>Mme Chekroune M.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ.de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme Ferhoum F.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ.de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme Bensmail S.</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ.de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2017/2018



Dédicace

Nous rendons grâce à Allah tout puissant. Nous vous prions de nous guider sur le droit chemin qui est le votre et qui nous mène a votre paradis.

Amen .

Je dédie ce travail :

A ma mère et mon père ;

À mon frère (Abd Elhak)

À mes sœurs (Ibetissame et wafa)

A toute ma famille

À mes amies

À tous ceux qui m'aiment que dieu les protège ainsi qu'à tous le monde.

Abdelmoumene

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Partie I: Sythèse Bibliographique	
Chapitre I: Généralités sur le piment	
I.1. Historique.....	2
I.2. Production du piment.....	2
I.2.1. Production mondiale.....	2
I.2.2. Production en Algérie.....	3
I.2.3 Production à Bouira.....	3
I.3 Préparation et consommation.....	4
I.4 Etymologie de piment.....	4
I.4.1 La dénomination.....	4
I.5 Classification botanique.....	5
I.6.Caractéristique physique de piment.....	5
I.7 Variétés de piment.....	6
I.8 Récolte du piment.....	6
I.9 Stockage des fruits de piment.....	6
I.10 Transformation de piment.....	7
I.10.1 Séchage (déshydratation).....	7
I.10.2 Séchage sous soleil.....	7
I.10.3 Séchage mécanique.....	7
I.11 Piment séché.....	7
I.12 Valeur nutritionnel.....	8
I.13 Les utilisations du piment.....	8
I.13.1 L'usage pharmaceutique.....	8
I.13.2 L'usage alimentaire.....	8
I.13.3 L'usage industriel.....	9
Chapitre II : La charcuterie	
II.1 Définition des produits de charcuterie.....	10
II.2 La transformation de la viande en produit de charcuterie.....	10
II.3 Les étapes de fabrication du cachère.....	10

Sommaire

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1 Présentation de l'échantillon	13
III.1.1 Le paprika	13
III.1.2 Les ingrédients	13
III.2 Méthodes des analyses physico-chimiques	14
III.2.1 Détermination de la teneur en eau de paprika et de cachère	14
III.2.2 pH de paprika et de cachère	14
III.2.3. Détermination de l'acidité titrable de paprika.....	14
III.2.4. La teneur en cendre de paprika.....	15
III.2.5 Dosage des polyphénols de paprika.....	16
III.2.6 Dosage des flavonoïdes de paprika.....	16
III.2.7 Détermination de la teneur en lipides de paprika et de cachère	17
III.2.8 Détermination de profil en acide gras de paprika	18
III.2.9 Dosage des protéines de paprika.....	18
III.2.10 Détermination du résidu sec soluble (brix) de paprika.....	19
III.2.11 Détermination de la teneur en caroténoïdes totaux de paprika	29
III.2.12 Activité anti-radicaire de paprika	20
III.2.13 Détermination de l'humidité sur produit dégraissé du cachère	21
III.3 Analyse microbiologique	21
III.3.1 Préparation de la dilution mère	21
III.3.2 Dénombrement des germes totaux à 30°C.....	21
III.3.3 Dénombrement des coliformes fécaux.....	22
III.3.4 Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	22
III.3.5 Dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfite réducteurs.....	23
III.3.6 Dénombrement des <i>Salmonella</i>	23
III.3.7 Recherche et dénombrement des moisissures du paprika.....	24
III.3.8 Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	24
III.4.1 Présentation du produit étudié	25
III.4.2 Le choix du cachère témoin.....	25
III.4.3 L'essai de la fabrication	25
III.4.4 Etapes de fabrication du cachère	25
III.4 Méthodes d'analyse	26
III.5.1 Plan d'échantillonnage.....	26

Sommaire

III.5.2 Analyses physico-chimiques du produit fini	26
III.6.Analyse sensorielle.....	27
Chapitre IV : Résultats et Discussion	28
IV.1 Résultats d’analyses physico-chimiques de la matière première (paprika).	28
IV.2 Interprétation des résultats physico-chimiques.....	28
IV.2.1 La teneur en eau	28
IV.2.1.1 Teneur en eau de matière fraîche	28
IV.2.1.2 Teneur en eau de matière sèche	28
IV.2.3 pH.....	29
IV.2.4 L’acidité titrable	29
IV.2.5 Degré brix.....	29
IV.2.6 Teneur en cendre	29
IV.2.7 Teneur en caroténoïdes	29
IV.2.8 Teneur en polyphénols.....	30
IV.2.9 Teneur en flavonoïdes	30
IV.2.10 Profils en acide gras	30
IV.2.11 Teneur en lipides	31
IV.2.12 Teneur en protéines totaux	31
IV.2.13 Détermination de l’activité anti-radicalaire au radical DPPH.....	31
IV.3 Résultats d’analyse physico-chimique du produit fini (cachère)	32
IV.3.1 Teneur en eau	32
IV.3.2 pH.....	32
IV.3.3 L’humidité du produit dégraissé.	32
IV.3.4 Taux de la matière grasse	32
IV.4 Résultats des analyses microbiologiques de paprika	33
IV.5 Résultats d’analyses microbiologiques du produit fini.....	33
IV.6 Résultats d’analyse sensorielle	35
Conclusion générale.....	39
Références bibliographiques.....	41
Annexes	
Résumés	

Liste des abréviations

- DSA : Direction des Services Agricoles.
- UAAT : Unité Abattoir Avicole de Taboukert.
- ORAC : Office Régional Avicole Complexe.
- PPC : Production du Poulet prêt à la Cuisson.
- VSM : Viande Séparé Mécaniquement.
- °B : Degré brix.
- TE : Teneur en eau.
- N : Normalité.
- DO : Densité Optique.
- BSA : Albumine de Sérum Bovin
- DPPH : 2,2 Diphenyl 1-Dicryl Hydroxale.
- HPD : Humidité des Produits Dégressaie
- ABS : Absence
- MS : Matière Sèche.
- PCA: Gélose Plate count Agar.
- VRBL : Milieu Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge
- PTFE : Polytétrafluoroéthylène.
- SFB : Sélénite Cystine Broth .

Liste des figures

Figure 1 : Etapes de transformation des carcasses de poulet en cachère de volaille.....	11
Figure 2 : Diagramme de préparation de paprika.....	13
Figure 3 : La préparation manuelle de cachère.....	26
Figure 4 : Evolution de l'activité anti-oxydante.....	31
Figure 5 : Résultats du test descriptif sur la couleur du cachère.....	35
Figure 6 : Résultats du test descriptif sur l'odeur du cachère	36
Figure 7 : Résultats du test descriptif sur le gout du cachère.....	36
Figure 8 : Résultats du test descriptif sur la texture du cachère	37
Figure 9 : Résultats du test descriptif sur l'arrière gout du cachère	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evolution de la production des piments au niveau national 2012-2017...	3
Tableau 2 : Evolution de la production des piments à la wilaya de Bouira	3
Tableau 3 : Les espèces du piment les plus cultivées dans le monde.....	6
Tableau 4 : Composition nutritionnelle de piment rouge.....	8
Tableau 5 : Etapes de transformation des carcasses de poulet en cachère de volaille..	12
Tableau 6: Résultats des analyses physico-chimique du paprika	28
Tableau 7 : Le profil en acide gras de paprika.....	30
Tableau 8 : Résultats des analyses physicochimiques de produit fini.....	32
Tableau 9 : Les résultats des analyses microbiologique du paprika.....	33
Tableau 10: Résultats d'analyses microbiologiques du produit fini	34
Tableau 11 : Résultats d'analyse microbiologique du produit fini.....	34

Introduction générale

Le piment, appartenant au genre *Capsicum*, est l'un des légumes les plus consommés dans le monde (Toukam, 2010). Il contient un niveau élevé en composés phytochimiques qui peuvent contribuer à son activité antioxydante (Chen et Kang, 2013). Il représente une source riche en composés phénoliques, capsaicinoides, caroténoïdes, chlorophylles (Alvarez-Parrilla et al, 2012) et vitamines (A, B1, B2, B3, C, et E) (Sanogo, 2003). Cependant, la teneur du piment en ces antioxydants peut varier selon plusieurs facteurs, notamment le stade de maturation, l'hybridation, les conditions agro-climatiques, les conditions de récolte, le stockage et le processus technologique de transformation (Iqbal et al, 2013).

Le piment rouge est consommé dans le monde entier avec une demande accrue, sous forme fraîche ou transformée en colorants naturels (paprika) ou encore sous forme de purée de pulpe de piments. En effet, la popularité du piment est dérivée d'une combinaison de différents critères : la couleur, la flaveur et le goût brûlant (Giuffrida et al, 2013). Les transformations les plus communes des piments sont le séchage, la mise en conserve, le saumurage et la transformation en sauce (Tellez, 2013).

La richesse de piment en antioxydants (composés polyphénoliques et caroténoïdes), lui permet une large utilisation dans le secteur agroalimentaire et sous plusieurs formes et objectifs.

Ce travail est réalisé dans le but d'évaluer l'importance des antioxydants de piment et d'étudier l'effet de l'incorporation du paprika dans la conservation des produits alimentaires préparés à base de viandes (produits de charcuterie : cachère ...), ou on va remplacer le conservateur (produit artificiel) et le colorant utilisé pour conserver les produits de charcuteries par le paprika (piment transformé en poudre) qui est un produit naturel. Pour atteindre cet objectif, une démarche a été adoptée : le suivi des analyses physicochimiques et microbiologiques est effectué sur le paprika et sur le produit fini (cachère).

Nous avons jugé utile de structurer ce manuscrit en quatre principaux chapitres, en plus de l'introduction et la conclusion générale, le premier et le deuxième chapitre sont consacrés à la revue bibliographique mettant l'accent sur des généralités sur le piment et sa transformation et des généralités sur la charcuterie. Le troisième et le quatrième chapitre sont consacrés pour la partie expérimentale ainsi que la discussion des résultats obtenus.

Chapitre I

Généralité sur le piment

I.1 Historique

Le piment est un légume du genre *Capsicum*, famille des Solanacées, originaire de continent américain. On trouve la totalité des espèces sauvages (environ 25) dans cette région. Les formes cultivées ont été domestiquées aux temps préhistorique (**Gruben, 2004**).

La culture du piment est très ancienne; on pense qu'il est originaire du Brésil. Ce fut l'une des premières plantes cultivée en Amérique du Sud, il y a 7000 ans (Mexique). Les piments sont utilisés pour leurs propriétés multiples (médicinales, culinaires...), comme condiment ou comme légume. Les piments ne furent introduits en Europe qu'à la fin du XVe siècle, à la suite des voyages de Christophe Colomb. Après sa découverte par les Espagnols à Saint-Domingue, le piment deviendra rapidement «l'épice du pauvre». En effet, au 17^{ème} et 18^{ème} siècle, les épices importées coûtaient très cher et constituaient un signe extérieur de richesse. Le piment remplaça donc le « poivre d'Inde », très dispendieux (**Foury et Pitrat, 2015**).

I.2 Production de piment

I.2.1 Production mondiale

Le piment est l'une des principales productions légumière des pays tropicaux. Il est probablement l'épice le plus importante commercialement après la tomate (**Palloix, 1986**), où l'homme l'utilise sous plusieurs formes (**Ul-Huq et Arshad, 2010**). Aujourd'hui, le piment est cultivé dans le monde entier (**Charles, 2013**) et joue un rôle socioéconomique important (**Sanogo, 2003**).

Une évolution importante est remarquée dans la production du piment, dont la Chine, le Mexique, la Turquie, l'Indonésie, les États-Unis d'Amérique, l'Espagne, l'Égypte, le Nigeria, l'Algérie et des Pays-Bas étant les 10 pays les plus producteurs du piment. Dans le cas du piment séché, la production mondiale était de 3 118 466 tonnes. L'Inde, la Chine, le Pakistan, le Pérou, la Thaïlande, le Myanmar, le Bangladesh, le Viet Nam, le Ghana et le Nigeria représentent les 10 grands producteurs de piment séché (**Téllez, 2012**).

I.2.2 Production de piment en Algérie

Le tableau 1 représente l'évolution de la production de piment en Algérie.

Tableau 1: Evolution de la production des piments frais au niveau national (DSA Bouira, 2018)

	PIMENTS		
Années	Superficie (hectare)	Production (kg)	Rendement (kg/he)
2012-2013	9 998	1 690 280	169,1
2013-2014	10389	1815438,0	174,7
2014-2015	10284	2144550	208,532672
2015-2016	10239	2335502	228,098642
2016-2017	10589,8825	2472574,025	233,484557

Les données statistiques révèlent une augmentation de la production du piment d'année en année en Algérie. Cette évolution de production serait la conséquence de l'augmentation de la superficie destinée à cette culture d'une part et d'autre part, à l'amélioration des différentes techniques culturales utilisées dans le secteur agricole.

I.2.3 Production du piment à la wilaya de Bouira

Le tableau 2 représente l'évolution de la production de piment dans la wilaya de Bouira.

Tableau 2 : Evolution de la production de piment frais à la wilaya de Bouira (DSA Bouira 2018)

	PIMENTS		
Années	Superficie (hectare)	Production (kg)	Rendement (kg/he)
2012-2013	85	3784	41
2013-2014	07	237	9
2014-2015	91	4219	46
2015-2016	90	3730	41
2016-2017	97	4370	45

Le tableau 2, explique le taux de production du piment au cours de quelques années au niveau de la wilaya de Bouira et son influence sur le rendement de cette culture. On remarque

une augmentation remarquable au cours des années liée à un élargissement des superficies consacrées à cette culture, à la sensibilisation des agriculteurs quant à l'amélioration des techniques culturales.

I.3 Préparation et consommation

Selon les besoins, le piment peut être consommé à l'état frais de manière directe, il est souvent associé en mélange avec divers autres légumes. A l'état déshydraté, le piment est utilisé sous forme de poudre et sert dans les assaisonnements des plats, des viandes braisées etc. (**Kouassi et Koffi- Nevry, 2012**). Il est utilisé avec d'autres ingrédients pour produire des sauces à goût brûlant (**Sinha et Petersen, 2011**) ou des sauces de piment tel que la Harissa (**Charles, 2013**). Les piments peuvent aussi être mis en conserve, marinés, transformés en gelées et en condiments séchés ou fumés (**Sinha et Petersen, 2011**).

I.4 Etymologie de piments

Le nom botanique du piment est *Capsicum* dérivé du latin *capsa* (**Couplan, 2012**), signifiant boîte ou coffret, ou bien de grec *kapsa* qui signifiant capsule. En référence à la forme creuse des fruits de piment qui fait penser à une petite boîte contenant le placenta sur lequel sont disposées les graines contrairement à la tomate. Il n'y a pas de pulpe ou de gel à l'intérieur du fruit (**Palloix et al, 2003**). Il provient aussi du latin *pigmentum*, matière colorante, terme employé à propos de plantes condimentaires possédant des propriétés tinctoriales. Le sens actuel proviendrait de l'espagnol *pimiento*, de même origine, désignant ce végétal aux fruits brûlants (**Couplan, 2012**).

I.4.1 La dénomination

Les fruits du piment ou bien les plantes du genre *Capsicum* ont des noms variables dépendant de la région et du type (**Tiwari, 2010**). Le nom générique piment désigne bien les variétés à petits fruits brûlants tout comme celles à gros fruits doux (**Toukam, 2010**). D'après **Palloix et al, (2003)**, trois dénominations sont utilisées en France :

- "Piment" est le plus commun et le plus général.
- "Poivron" est un terme utilisé dans le midi de la France pour caractériser des piments doux à très gros fruits.
- "Parpika" est un terme qui signifie en français la poudre de piment séché qui peut être douce ou piquante suivant les spécifications.

I.5 La Classification botanique

La classification internationale de Cronquist pour le piment est la suivante (**Goetz et Le Jeune, 2012**)

Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobionta</i>
Subdivision	<i>Spermatophyta</i>
Division	<i>Magniolophyta</i>
Classe	<i>Magniolopsida</i>
Sous classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Genre	<i>Capsicum</i>
Espec	<i>Capsicum annuum</i>

I.6 Caractéristiques de piment

Les fruits du piment sont considérés comme des légumes, mais botaniquement parlant, ils sont des baies. En fait, ils sont généralement classés selon les caractéristiques de fruits (goût piquant, couleur, forme de fruits, etc.) (**Guignard, 1996**).

La saveur piquante de certains espèces qualifiées de piment fort par opposition aux piments doux est liée à la présence de la capsaïcine ($C_{18}H_{27}NO_3$), substance irritante du groupe des vanillyl-amides localisé au niveau de placenta et dont la plus forte concentration se rencontre au voisinage des graines (**Messiaen, 1975**). Chez les *Capsicum* les graines sont lisses, plus plates que celles d'aubergine, la germination est identique a celle de la tomate et de l'aubergine (**Guignard, 1996**).

Les *Capsicum* produisent des fruits de forme et de taille variables, verts avant maturité pour prendre des colorations jaunes, rouge ou violacées aux stades les plus avancées (**Messiaen, 1975**).

Les fruits peuvent être allongée, flexueux, coniques, globuleux à 3 ou 4 loges (lisses ou flexueux), sphériques ou plats côtelés (**Bernier et al, 2004**).

La graine du piment est assez petite, plate et lisse. Sa longévité est de l'ordre de 5 ans. Pour les formes cultivées, il faut environ 150 g de fruits pour obtenir 1 Kg de semences (**Guignard, 1996**).

I.7 Variétés de piment

La classification (Tableau 3) du genre *Capsicum* est assez confuse (**Purseglove, 1984**). Les différents types de *Capsicum* sont communément classés selon les caractéristiques du fruit, saveur, couleur, forme, goût, taille et utilisation (**Smith, 1992**).

Tableau 1 : Les espèces du piment les plus cultivées dans le monde.

Espèces	Couleur des fleurs	Nombre Nœuds/fleur	Couleur des graines	Constriction de calice
<i>C. annuum</i>	Blanche	1	Jaunâtre	Absent
<i>C. frutescens</i>	Verdâtre	2-5	Jaunâtre	Absent
<i>C. chinense</i>	Blanche/verdâtre	2-5	Jaunâtre	Absent
<i>C. baccatum</i>	Blanche avec taches jaunes	1-2	Jaunâtre	Absent
<i>C. pubescens</i>	Pourpre	1-2	Noir	Absent

I.8 Récolte du piment

Selon les variétés et le but de production, la période de récolte peut varier. Les poivrons sont généralement récoltés vert manuellement, avec leur pédoncule, lorsque les fruits n'ont pas encore atteint la maturité complète (**Beniest, 1987**), quoique, nutritionnellement meilleur à l'état mûr (jaune au rouge selon les variétés).

I.9 Stockage des fruits des piments

Les piments fraîchement récoltés ont une durée de vie de 2 semaines, selon les conditions de stockage. Afin de prévenir le développement des microorganismes et la perte de leur qualité, il est nécessaire de diminuer l'humidité et d'assurer l'aération des piments (**Kaleemullah et Kailappan, 2005**).

Les piments frais sont sensibles au froid, dont ils devraient être stockés à une température de 8 à 12°C et une humidité relative de 90 à 95% pour diminuer les pertes d'eau et le flétrissement, ainsi que certains cultivars sont susceptibles aux dommages liés au froid lorsqu'il est stocké à 7°C (**Nunes, 2009**). Dans les conditions optimales, les piments peuvent être stockés 2 à 3 semaines après la récolte (**Wildman et al, 2006**).

I.10 Transformation de piment

Pour augmenter la durée de vie et le temps de stockage des aliments, plusieurs processus de conservation sont utilisés au niveau des industries agroalimentaires (**Shafiur, 2007**). Le piment peut être mis en conserve, en saumure ou déshydraté (**Bosland et al, 2012**). Les principales transformations appliquées au piment sont :

I.10.1 Le séchage (déshydratation)

La déshydratation est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus utilisées pour la préservation des fruits et légumes. Son principal objectif est d'éliminer la principale partie d'eau et la ramener à un niveau auquel les réactions de détérioration et de dégradation microbienne sont minimisées ou arrêtées (**Télez et al, 2012**). Un autre objectif est de réduire le poids et le volume de produits ainsi que les frais de transport et de stockage (**Derbel et Ghedria, 2005**)

A. Séchage sous soleil

Le Piment rouge est séché traditionnellement et directement sous soleil, ce qui nécessite un grand espace ouvert et une longue durée 14 à 21 jours en fonction du climat (**Kaleemullah et Kailappan, 2005**). Bien que cette méthode traditionnelle nécessite seulement un petit investissement, le séchage au soleil ouvert est susceptible à la contamination par des matières étrangères (poussière et sable) ainsi que l'infestation par les insectes et moisissures, résultant d'une qualité médiocre de produit

B. Séchage mécanique

Afin de diminuer le temps de séchage et d'améliorer la qualité des piments séchés (**Kaleemullah et Kailappan, 2005**), de nombreux procédés classiques sont utilisés, y compris le séchage à l'air chaud, le séchage sous vide, etc. De nombreuses technologies émergentes ont été développées récemment comme des alternatives aux méthodes les plus connues (séchage par micro-ondes, l'irradiation, l'ultrason, etc.) Néanmoins, le coût élevé de certaines nouvelles technologies limite leur application (**Télez et al, 2012**).

I.11 Piment séché

Selon leur besoin, le piment séché est utilisé comme épice, soit sous forme entière ou bien transformé en poudre dont ce dernier peut être mélangé avec d'autres ingrédients tels que le cumin, la coriandre, l'ail, etc. Généralement, la transformation du piment en poudre dure 4 à 6 semaines pour le séchage, puis le stockage dans des sacs en plastique, ensuite le broyage et enfin le tamisage (**Laumonier, 1979**).

I.12 Valeur nutritionnel du piment

Le tableau 4 représente la composition nutritionnelle de piment rouge.

Tableau 2: Composition nutritionnelle de piment rouge (Charles, 2013).

Nutriments	Unité	Valeur pour 100g
Eau		8,05
Energie	Kcal	318
Protéine	g	12,01
Lipide totaux	g	17,27
Carbohydrate	g	56,63
Fibre	g	27,2
Sucre totaux	g	10,34
Calcium	mg	148
Vitamine E	mg	29,83
Acides gras saturé	g	3260
Acides gras mono insaturé	g	2750
Acides gras polyinsaturé	g	8370

I.13 Les utilisations du piment

Le piment est un produit polyvalent connu pour ces usages divers : alimentaire, industriel et pharmaceutique.

I13.1 L'usage pharmaceutique

La capsaïcine est utilisée dans l'industrie pharmaceutique pour la fabrication d'onguents analgésique préconisé pour les rhumatismes, les lombagos et les douleurs dans les membres.

Le paprika est utilisé comme un stimulant de l'appétit et de la digestion. Les capsaïcinoïdes ont la saveur piquante et brulante provoquent une augmentation de réflexe des sécrétions salivaire et gastrique, il est a la fois diurétique, désinfectant des muqueuses de la bouche, de l'estomac, et des intestins (Messiaen et al, 1991)

I.13.2 L'usage alimentaire

Dans la plupart des pays tropicaux, le paprika, qu'il soit doux ou piquant, est d'usage extrêmement répandu. En effet la poudre de paprika sert à épicer les soupes, les sauces les viandes, les volailles, les fruits de mer et les salades. Dans tout le bassin méditerranéen, on prépare une sauce à base de piment fort, d'huile et d'ail (Richard et Loo, 1992).

I13.3 L'usage industriel

Dans l'industrie alimentaire, le piment en poudre est ajouté à la charcuterie, au ketchup, à la tomate, à la vinaigrette, au fromage et au chips.

L'oléorésine non piquante sert à colorer les pattes alimentaires. Il est aussi utilisé dans la nourriture pour les poulets afin d'obtenir des jaunes d'œufs rouge-jaune. Il sert aussi à la fabrication des sprays poivré (**Richard et Loo, 1992**).

Chapitre II
La charcuterie

II.1 Définition des produits de charcuterie

Les charcuteries sont une famille particulièrement riche et diversifiée de produits à base de viande. Chaque produit est caractérisé par :

- La nature de ses ingrédients,
- La technologie à mettre en œuvre pour sa préparation,
- Ses caractéristiques organoleptiques : chaque produit à sa propre finalité d'utilisation (produits à consommer en leur état, produits à chauffer, produits à cuire) **(Beisson, 1999)**.

Ces produits sont caractérisés par le traitement subi, l'utilisation de pièces des viandes ou des viandes hachées, le degré de gélification du produit. Les produits de charcuterie et les salaisons entrent dans la définition des produits à base de viande. Ils sont consommés en l'état, éventuellement après cuisson ou réchauffage ou entrent dans la garniture de plats cuisinés **(Beisson, 1999)**.

II.2 La transformation de la viande en produit de charcuterie

Les charcuteries résultent de transformation complexes qui mettent en œuvre des modifications biochimiques (traitement de salaison), physiques (cuisson, séchage, ...) microbiologiques (acidification) qui conduisent à des caractéristiques recherchées de texture, d'arôme, de couleur en assurant simultanément un niveau élevé de sécurité.

II.3 Les étapes de fabrication du cachère

Après le processus d'abattage des volailles, la viande obtenue est destinée à la fabrication des produits de charcuteries : (cachère, pâté, saucissons...) et selon le produit à fabriquer, une recette spécifique est mise pour préparer les ingrédients nécessaires, puis ils procèdent directement à la fabrication. La figure 1 et le tableau 5 résument les étapes de transformation des carcasses de poulet en cachère de volaille.

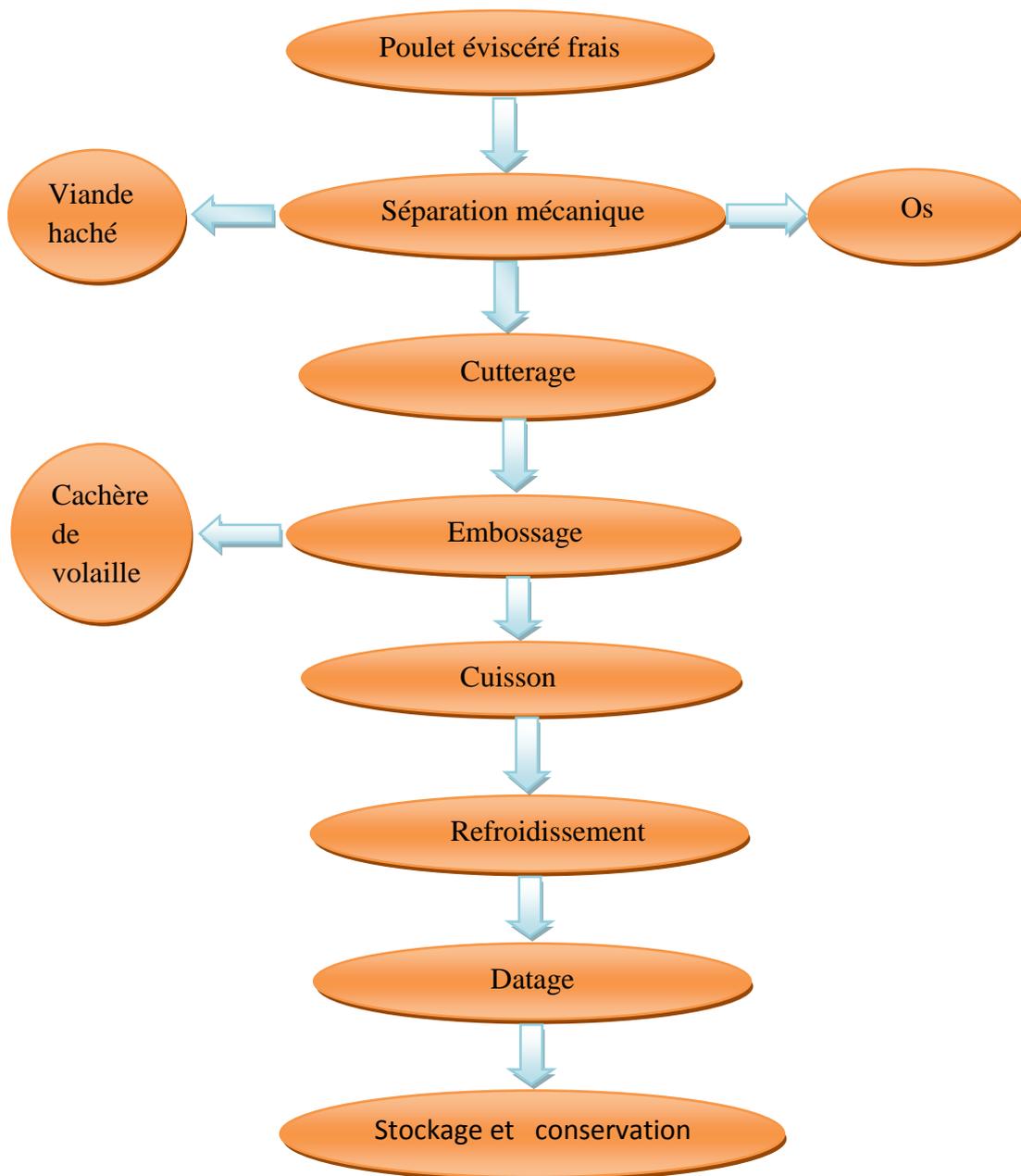


Figure 1: Les étapes de transformation des carcasses de poulet en cachère de volaille (unité ORAC de taboukert)

Tableau 5 : Etapes de transformation des carcasses de poulet en cachère de volaille (unité ORAC de taboukert)

Etape	Processus de fabrication
Poulet éviscéré frais	- Les poulets issus après le processus d'abattage
VSM	- Viande séparé mécaniquement - Séparer les tissus musculaires des os - Se fait à température ambiante
Curettage	- Mélanger la viande à l'aide des couteaux rotatifs - Adjonction de l'ensemble des ingrédients, additifs et eau glacée dans des proportions définies
Embossage (clip-age)	- La mée obtenue doit être versée dans le poussoir et poussé dans des boyaux.
Cuisson	- Effectuer dans un four à température de 72°C à 80°C pendant une heure et 40 min
Refroidissement	- Doit être continue et après la cuisson - S'effectue avec de l'eau
Datage	- Utilisation d'une datte imprimante (date de fabrication)
Entreposage	- A une température de 4°C - Sans interruption de la chaîne de froid

Chapitre III

Matériels et méthodes

Notre étude a été déroulée comme suit :

- La fabrication du cachère a été réalisé au niveau de l'unité de fabrication des produits carnés ORAC située à Taboukert (Wilaya de Tizi Ouazou).
- Les analyses physico-chimiques sur le paprika ont été réalisées au niveau de laboratoire universitaire d'agronomie de la faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre (SNV-ST) ;
- Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de l'unité de fabrication et au niveau de laboratoire d'un établissement de santé Mohamed BOUDIAF à Bouira.

III.1 Présentation de l'échantillon

III.1.1 Le paprika

L'échantillon utilisé dans cette expérience en tant que matière première est le piment sec, acheté à partir d'un marché local de la Wilaya de Bouira.

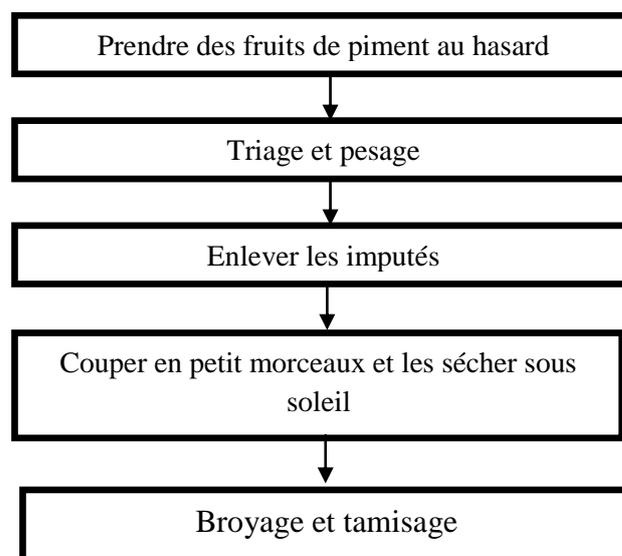


Figure 2 : Diagramme de préparation de paprika.

III.1.2 Les autres ingrédients

Ce sont des ingrédients rentrent dans la formulation de la recette (viande séparer mécaniquement (VSM), amidon de maïs, épices naturel, conservateur (sel nitrite sin 250) , colorant (rouge allura AC), eau, antiagglomérant, ail aromatisé)

III.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques

III.2.1 Détermination de la teneur en eau du paprika et le cachère (NF T60 305, Juin)

- **Principe** : la teneur en eau est déterminée sur un échantillon d'1g (paprika ou cachère) broyé et étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de 103 ± 2 °C, jusqu'à obtention d'un poids constant.
- **Protocole expérimentale** : dans des capsules vides séchées à l'étuve durant 15mn à 103 ± 2 °C, on pèse dans chacune 1g (paprika ou cachère) préalablement broyé, on les place dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures ; jusqu'à l'obtention d'un poids constant.
- **Expression des résultats** : la teneur en eau (TE) en pourcentage de matière humide est déterminée par la formule suivante:

$$TE\% = [(M1 - M2)/P] \times 100$$

Avec : M1 : masse (g) de la capsule + matière fraîche avant séchage.

M2 : masse (g) de l'ensemble après séchage à 103°C.

P : masse (g) de la prise d'essai.

La matière sèche (MS) est calculée par la formule suivante : $MS\% = 100 - TE$

III.2.2 Détermination du pH de paprika et du cachère (NF V 05-108, 1970)

La poudre de paprika est mise dans un bêcher à laquelle nous ajoutons dix fois son volume d'eau distillée, le tout est mis au chauffage dans un bain-marie à 60 °C pendant 30 mn en remuant de temps en temps. Pour le cachère on introduit l'électrode du pH mètre (électronique) dans une quantité de cachère. Le pH est déterminé par un pH mètre électronique (HANNA, HI 255 Combinedmeter), en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans les deux produits. Avant chaque mesure, l'électrode doit être rincée soigneusement avec de l'eau distillée et les traces d'eau doivent être éliminées avec du papier absorbant.

III.2.3 Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

- **Principe** : il est basé sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse de paprika préalablement broyé avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.
- **Protocole expérimentale** : on pèse 25 g de la poudre de paprika dans une fiole conique avec un réfrigérant à reflux, puis on ajoute 50 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, puis on mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. On chauffe le contenu au bain-marie pendant 30 min. Après

refroidissement, on verse le mélange dans une fiole jaugée de 250 ml en complétant jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, après filtration on prélève 25 ml du filtrat et on titre avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 sec. L'acidité titrable est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g de produit.

➤ **Expression des résultats**

$$A\% = \frac{250 \times V1 \times 100}{V0 \times M \times 10} \times 0,07 = 175 \frac{V1}{V0 \times M}$$

Soit :

M est la masse de produit prélevé en grammes, V0 est le Volume en ml de la prise d'essai, V1 est le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé ; 0,07 est le facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

III.2.4 Détermination de la teneur en cendres (NFV 05-113, 1972)

Les cendres constituent le résidu d'un jus de fruits ou de légumes ou d'un produit dérivé, obtenu après avoir totalement éliminé leurs substances organiques par calcination et évaporation de l'eau (NF V 05-108, 1970).

- **Principe** : les cendres sont déterminées par méthode gravimétrique.
- **Protocole expérimentale** : un échantillon de 2 g de la poudre de paprika séché et broyé est mis dans des capsules en porcelaine (M1), puis placées dans un four à moufle réglé à 550±15 °C, pendant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre, après refroidissement, on pèse les capsules (M2).
- **Expression des résultats** : la teneur en matière organique est exprimée par la formule suivante :

$$MO\% = \frac{(M1 - M2)}{P}$$

Soit :

MO : matière organique en (%),

M₁ : masse des capsules avec la prise d'essai,

M₂ : masse des capsules avec cendres,

P: masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit : Cd = 100 - MO%

III.2.5 Dosage des polyphénols de paprika

- **Extraction des polyphénols :** Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le principe consiste en ce que le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide liquide, dissoudre le principe actif à l'intérieur du solide et l'entraîner à l'extérieur. La plus part des auteurs suggèrent que l'entrée du solvant se fait par un mécanisme osmotique et la sortie du soluté par dialyse ou par diffusion. Le solvant utilisé dans cette présente étude est l'éthanol (80%). Celui-ci possède l'avantage d'être plus facilement éliminé sous vide, il donne en plus un meilleur rendement d'extraction (7 fois plus que celui d'eau) (**Ribéreau-Gayon, 1968**). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact (**Lapornik et al, 2005**)
- **Mode opératoire :** peser 1g de paprika puis ajouter 100 ml d'éthanol à 80%, agiter pendant 24 heures puis le filtrer (**Owen et Johns, 1999**).
- **Principe de dosage :** en présence de phénols, le mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolibdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) est réduit en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}), que l'on détermine par colorimétrie (**Ribéreau-Gayon, 1968**).
- **Mode opératoire :** prendre 1 ml d'extrait de paprika, ajouter 10 ml d'éthanol, bien mélanger puis ajouter 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu, laisser reposer 3 min. Ajouter 1 ml de carbonate de sodium à 10 %, bien mélanger puis incubé la mixture pendant une heure à la température ambiante et à l'abri de la lumière. La mesure de l'absorbance se fait par spectrophotomètre à 760 nm.

La concentration en composés phénolique totaux exprimée en mg équivalent d'acide gallique par g de poudre de paprika est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage (voire Annexe 1).

III.2.6 Dosage des flavonoïdes

Principe : La teneur en flavonoïdes totaux est mesurée par la méthode colorimétrique de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Cette méthode est basée sur la capacité de flavonoïdes à former un complexe stable avec les ions d'aluminium dans la solution, dont la couleur de ce complexe dépend de la proportion des ions d'aluminium par rapport aux molécules de flavonoïdes et de leur hydroxylation. Pour cette raison la lecture spectrophotométrique utilisée dans cette méthode peut varier de 367 à 510 nm selon les différentes procédures expérimentales (**Bahorun, 1996**)

- **Protocole expérimental :** l'estimation des flavonoïdes totaux est réalisée par la méthode décrite par **Bahorun et al, (1996)** Brièvement, 1 ml de la solution d'extrait de chaque échantillon est ajouté à 1 ml de solution de chlorure d'aluminium 2% (préparée dans du méthanol). Après 10 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 430 nm. La concentration est exprimée en quercétine équivalent/ g poids sec et/ou poids frais de paprika. La courbe d'étalonnage des flavonoïdes obtenu est indiquée dans l'annexe 1.

III.2.7 Détermination de la teneur en lipides de paprika et de cachère (NF EN ISO 734-1, 2000)

- **Principe :** les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits, des végétaux et des matières animales par des solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil Soxhlet.
- **Protocole expérimentale :** après séchage du ballon de 500 ml à l'étuve à 105 °C pendant une heure et le refroidissement au dessiccateur pendant 30 mn, on pèse le ballon avec la précision de 0,001 g. Environ 20 g de produit (paprika ou cachère) est introduits dans la cartouche à l'intérieur de l'appareil Soxhlet. On verse 200 ml d'éther de pétrole dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur, puis on chauffe le ballon sur le chauffe ballon pendant 4 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasses. Après élimination du solvant du ballon par distillation, on sèche le résidu du ballon dans une étuve à 70-80 °C, puis on laisse refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 min. On pèse le ballon avec la matière grasse à la précision de 0,001 g. La teneur en matière grasse est exprimée par la formule suivante :

$$MG\% = \frac{(P2 - P1)}{P3} \times 100$$

Soit :

P1: Poids du ballon vide (g),

P2: Poids du ballon avec l'huile extraite (g),

P3 : Poids de la prise d'essai (g).

III.2.8 Détermination de profil en acide gras de paprika (ISO 5509, 2000, IUPAC 2.301) par Trans-estérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium

- **Principe :** les esters méthyliques se forment par transestérification dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium comme phase intermédiaire avant la saponification.
- **Mode opératoire**
 - Dans une éprouvette à bouchon vissant de 5 ml, peser environ 0,1 g de l'échantillon d'huile. Ajouter 2 ml d'heptane ou Hexane et agiter.
 - Ajouter 0,2 ml de la solution méthanolique 2N d'hydroxyde de potassium, boucher à l'aide du bouchon muni d'un joint en PTFE, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 sec.
 - Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire.
 - Décanter la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques.
 - La solution d'heptane est prête pour l'injection dans le chromatographe (CPG). Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse chromatographique. Il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de 12 heures.

III.3.9 Dosage des protéines solubles

- **Extraction des protéines soluble de la poudre de paprika :** l'extrait de la poudre de paprika est préparé par l'incorporation de la poudre de paprika dans la solution tampon phosphate 0,1 M (PBS) pH 7,6 avec une proportion de 15 % à 4-8 °C pendant 4 à 8 heures. Les extraits sont centrifugés à 1000 tours/min pendant 40 min et on récupère le surnageant.
- **Quantification des protéines :** le dosage des protéines totales solubles des extraits de paprika a été réalisé selon la méthode colorimétrique préconisée par **Bradford (1976)**. Elle est basée sur la variation de la coloration du bleu brillant de Coomassie G250 lorsqu'il se fixe aux protéines. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité des protéines dans le milieu. La préparation de réactif de **Bradford** est présentée dans l'annexe 1.

Pour la quantification des protéines de paprika, on prend 10µl de l'extrait protéique avec 90 µl de la solution tampon et 5 ml de réactif de Bradford, bien mélangé. Le mélange est conservé à la température ambiante pendant 10 min à l'abri de la lumière, par la suite une

lecture de l'absorbance à été faite à 595 nm. Une courbe d'étalonnage est tracée, on utilisant la BSA (voire l'annexe 1).

III.2.10 Détermination du résidu sec soluble (°Brix)

- **Principe :** on entend par résidu sec soluble (déterminé par réfractométrie), la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans les mêmes conditions de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage massique (**AFNOR : NF V 05-109, 1970**). On mesure à 20 °C, l'indice de réfraction de l'échantillon préparé et à l'aide d'un tableau de conversion on détermine la teneur en résidu sec soluble.
- **Protocole expérimentale :** on pèse 5 g de la poudre de paprika dans un bécher de 250 ml, préalablement taré. On ajoute une quantité d'eau distillée égale à neuf fois la masse du produit. On chauffe au bain marie pendant 30 min en remuant de temps en temps. Après refroidissement, on ajoute de l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu du bécher soit approximativement de 100 ml. On mélange avec soin 20 min après on centrifuge le mélange, puis on détermine le taux de résidu sec soluble par le réfractomètre. Le résidu sec soluble est donné par la formule suivante :

$$\text{Brix (\%)} = M \times \frac{M_1}{E}$$

Où :

E : est la masse de produit utilisé pour la détermination (g),

M₁ : est la masse du résidu sec soluble pour 100g de produit analysé (g),

M : est la masse totale de la solution pesée (contenue dans le bécher).

III.2.11 Détermination de la teneur en caroténoïdes totaux

- **Principe :** la méthode de **Lee (2001)** a été utilisée pour la quantification de la teneur en caroténoïdes totaux.
- **Protocole expérimentale :** dans un tube à essai, on pèse 1 g de poudre de paprika, auquel on ajoute 10 ml de mixture hexane-acétone-éthanol (v/v/v; 50:25:25) préparée préalablement. Le tube est agité au vortex à 200 tours/min pendant 10 mn à la température ambiante, puis le mélange est centrifugé à 6500 tours/min pendant 5 min à 4 °C, le surnageant a été récupéré et mélangé avec 50 ml de solvant d'extraction. L'absorbance a été mesurée à 450 nm. Le contenu en caroténoïdes a été exprimé comme équivalent de β-carotène.

La teneur en caroténoïdes est exprimée selon la formule suivante :

$$C(\text{ug/g}) = \frac{\text{Abs}_{450} F_d \cdot 10^6 \cdot V}{3450 \cdot 100 \cdot P}$$

F_d : est le facteur de dilution,

V : est le volume de solvant d'extraction,

3450 : est le coefficient d'extinction de l'hexane,

P : est le poids de la prise d'essai.

III.2.12 Activité anti-radicalaire

- **Principe :** le DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl) est un radical stable qui possède un électron libre sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic d'absorption spectral maximal à 517 nm. En présence d'antioxydant, l'électron libre devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet (forme radicalaire DPPH·) au jaune (forme réduite DPPH-H). Cette décoloration représente donc la capacité d'échantillon de piéger ce radical (**Ramadan, 2010**). On mesure à l'aide d'un spectrophotomètre à 517 nm, la diminution de coloration de la solution qui est proportionnelle à la quantité d'antioxydant.
- **Mode opératoire :** une solution de DPPH (0,1 mM) a été préparée fraîchement. On mélange un volume de 0,5 ml de cette solution avec 2 ml d'extrait méthanolique de paprika puis les solutions ont été bien agitées et incubées à l'obscurité pendant 1 heure à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Un témoin est préparé en remplaçant l'extrait méthanolique par le même volume de méthanol.
- **Expression des résultats :** le pourcentage d'inhibition des radicaux dus à la propriété antioxydant des extraits a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(A_c - A_e) / A_c] \cdot 100$$

Où :

A_c : l'absorbance du control

A_e : l'absorbance de l'échantillon.

Dans les deux cas, les absorbances sont mesurées après 1 heure d'incubation.

III.2.13 Détermination de l'humidité sur produit dégraissé du cachère

La teneur en humidité totale d'un produit à base de viande est d'autant plus élevée que le produit est riche en maigre ou abats puisque la teneur en eau de ces matières premières est de 5 à 10 fois plus élevée que celle des gras. Ce critère se corrèle assez bien avec la quantité

d'eau ajoutée ou retranchée du produit (**Durand, 2005**).

L'humidité du produit dégraissé HPD, c'est-à-dire l'humidité de la fraction non grasse du produit et calculer selon la formule suivante :

$$\text{HPD} = [W / (100 - \text{MG})] \times 100$$

Où :

W : l'humidité de l'échantillon ;

MG : la teneur en matière grasse totale de l'échantillon.

III.3 Analyses microbiologiques

Les germes recherchés sont les microorganismes capables d'infecter la qualité de paprika et du cachère : germe totaux à 30°C, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito réducteur* et *Salmonella*, les levures et les moisissures. Ils sont recherchés dans des volumes bien précis par la méthode de dilution.

III.3.1 Préparation de la solution mère (JO n° 38 du 22/06/2014)

La suspension mère et les dilutions décimales ont été préparées en deux étapes:

- Introduire aseptiquement 25g de produit à analyser dans un flacon stérile préalablement taré et contenant 225 ml de diluant (eau physiologique) ;
- Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée stérile 1ml de la dilution mère dans un tube à essai stérile contenant préalablement 9 ml du même diluant, à partir de cette dilution et de la même façon introduire 1ml de la dilution 10^{-2} et 9 ml de diluant dans un tube donne la dilution 10^{-3} .

III.3.2 Dénombrement des germes totaux à 30°C (NF V 08-017)

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes de se multiplier à une température moyenne, plus précisément dans une température optimale de croissance située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération.

- **Mode opératoire :** à partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} porter aseptiquement 1ml dans une boîte de Pétri vide
 - Compléter ensuite avec environ 20ml de gélose PCA fondue ;
 - Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient sous forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
 - Laisser solidifier sur la paillasse ;
 - Les boîtes sont incubées couvercles en bas à 30°C pendant 72 heures.
- **Lecture :** Dénombrer des colonies ayant une forme lenticulaire.

III.3.3 Dénombrement des coliformes fécaux (NF V08-01)

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes vivants dans les intestins d'animaux ou humains. Ils sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination récente ou constante.

- **Mode opératoire :** à partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} porter aseptiquement 1ml dans une boîte de Pétri vide.
 - Ensuite couler dans la boîte de Pétri environ 15 ml de gélose VRBL ;
 - Mélanger soigneusement le milieu et laisser le mélange se solidifier sur la paillasse ;
 - Lorsque le milieu est solidifié, couler environ 4 ml de la même gélose (donne une couche qui sert à protéger l'inoculum) ;
 - Après gélification, placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à 44 °C pendant 24 heures.
- **Lecture :** Compter les colonies violacées obtenues en milieu solide.

III.3.4 Dénombrement de *Staphylococcus aureus* (ISO 6888)

Staphylococcus aureus est une bactérie de type cocci Gram+, elle a un diamètre d'environ de 0,5 à 1,5 µm, non sporulée, immobile et facultativement anaérobie. Elle est considérée comme organisme indicateur dans les aliments crus, elle peut signaler des contaminations humaines ou une contamination originelle d'un produit animale.

- **Mode opératoire :** transférer 1ml de la suspension mère puis étaler soigneusement l'inoculum le plus rapidement possible à la surface du milieu gélosé (chapman) en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec un étaleur en verre stérile. Laisser sécher les boîtes avec leurs couvercles durant 15 min à la température ambiante. L'incubation se fait à 37 ± 1 °C durant 24 à 48 heures.
- **Lecture :** dénombrer les colonies noires, brillantes, d'un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm et présentant un liséré blanc opaque, entourées d'une auréole d'éclaircissement du milieu.

III.3.5 Dénombrement des *Clostridium sulfite-réducteurs* (CSR) (ISO 6649)

Ce sont des germes qui se développent sans oxygène (anaérobies) qui résistent à la cuisson en sporulant, appartenant à la famille des Bacillacées.

- **Mode opératoire :** au moment de l'emploi, faire fondre un flacon de gélose viande foie, le refroidir à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium. Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-1} seront

soumis à :

- Un chauffage à 80 °C pendant 8 à 10 min ;
 - Un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées ;
 - A partir des dilutions porter aseptiquement 1ml de dilution dans un tube stérile ;
 - Ajouter environ 15 ml de gélose viande foie ;
 - Laisser solidifier sur paillasse en incliner.
 - Incuber les tubes à 37°C pendant 16 à 24 heures au plus tard 48 heures.
- **Lecture** : une première lecture doit se faire impérativement à 16 heures car :
- D'une part les colonies de CSR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile et l'analyse est à refaire.
 - D'autre part il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussée en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.
 - Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristiques ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 à 48 heures.

III.3.6 Dénombrement des Salmonelles (ISO 6579, 2002)

Ce sont des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram⁻. Les entérobactéries peuvent être considérées comme germes indicateur de mauvaises conditions de manipulation et de fabrication et qui se développent à une température de 37°C après 24 à 72 heures sur milieu Hektoen, formant des petites colonies, pigmentées en vert ou en bleu vert.

A. Pré-enrichissement : prélever 25 g de produit à analyser dans un flacon stérile contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée. Homogénéiser cette suspension puis incuber à 37°C pendant 18 à 20 heures.

B. Enrichissement : se fait à partir du milieu de pré-enrichissement. Prélever aseptiquement 1ml de la solution pré-enrichie dans un tube contenant le mélange de SFB, ensuite incuber le tube à 37 °C pendant 24 heures.

C. Isolement

- Répartir le milieu Hektoen (en surfusion) en boîtes de Pétri à raison de 15 à 18 ml par boîte.
- Laisser solidifier les boîtes sur paillasse puis les sécher à l'étuve à 37°C.
- Prélever avec l'anse de platine une goutte du milieu d'enrichissement qu'on

semence en stries sur le milieu sélectif ;

- Incuber les boîtes de pétri à 37 °C pendant 24 heures.
- Dénombrer les colonies vertes ou bleutées avec ou sans centre noir.

III.3.7 Recherche et dénombrement des moisissures du paprika (Norme XPV08-059)

Les moisissures sont des hétérotrophes, aérobies, acidophiles (pH de développement comprise entre 3 et 7) et mésophiles (Température de croissance de 20 à 30 °C). Les levures sont typiquement unicellulaires de forme ronde ou ovoïde et se multiplient par bourgeonnement. Le dénombrement est effectué sur milieu sélectif OGA doté de propriétés antibactériennes.

- **Mode opératoire :** à partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte Pétri contenant de la gélose OGA ; étaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile ; puis incuber à 22 °C pendant 5 jours.

Les colonies des levures sont brillantes, rondes et bordées, de couleurs différentes, de formes convexes ou plates et souvent opaques.

Les colonies de moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou non et sont plus grandes que celles des levures.

III.3.8 Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli* (Journal Officielle, 1994)

Des organismes coliformes thermotolérants, qui produisent, du gaz à partir du lactose (et du mannitol) ainsi que de l'indole à partir du tryptophane dans les 24 heures, soit à $44 \pm 0,25$ °C, soit à $44,5 \pm 0,25$ °C.

- **Mode opératoire :**
- -Inoculer deux séries de boîtes avec 1ml de différentes dilutions.
- -Déposer l'inoculum (1ml) goutte à goutte sur toute la surface de la boîte.
- -couler une couche de gélose (VRBL) et refroidit à la température 45 ± 1 °C.
- -couler une deuxième couche de gélose VRBL et laisser solidifier
- Incuber les boîtes à 44°C pendant 24-48h. (Norme NF V 08)

III.4 Méthodes d'études

III.4.1 Présentation du produit étudié

Le produit étudié est un cachère de volaille fabriqué par la charcuterie de l'unité de l'ORAC.

III.4.2 Le choix du cachère témoin

Pour la fabrication et l'estimation de la qualité technologique de notre cachère, nous avons procédé à la comparaison de ce dernier avec un cachère témoin (T). Les trois produits fabriqués sont de même type dont la fabrication a été faite selon la même formule, fournie par la charcuterie de l'unité ORAC où la seule différence est de remplacer dans le premier produit le conservateur et le colorant avec le paprika et dans le deuxième produit, on remplace le conservateur par le paprika avec différentes proportions.

III.4.3 L'essai de fabrication

L'essai de fabrication du cachère comprend l'incorporation de poudre de paprika à des concentrations différentes : 50g par 5 kg de viande hachée du poulet dans le cas du cachère sans conservateur et 75g par 5 kg de viande hachée de poulet dans le cas du cachère sans colorant et sans conservateur.

III.4.4 Etapes de fabrication de cachère

La fabrication de notre cachère et de témoin est faite industriellement où les trois produits subissent les mêmes opérations de fabrication, selon la figure 3 et le diagramme des étapes de fabrication du cachère (Chapitre 2, Figure 1). Toutes les opérations de fabrication sont faites sur chaîne de fabrication de l'unité ORAC à part l'opération de formulation de la pâte pour notre cachère c à d. le mélange est effectué manuellement.



Figure 3 : La préparation manuelle de cachère.

III.5 Méthodes d'analyses

III.5.1 Plan d'échantillonnage

Les prélèvements sont effectués au niveau de la production. L'échantillon analysé est représentatif d'un lot ou d'une fabrication : il est constitué de 05 unités de 100 à 200g environ, prélevées au hasard dans l'ensemble du lot. Une fois le produit refroidi (dans la salle d'emballage) une personne qualifiée de la production effectue les prélèvements ; qui seront acheminés vers le laboratoire. Le transport se fait au préalable à froid. Pour la matière première (viande et épices), les prélèvements s'effectuent dans des sacs à échantillonnage stériles.

III.5.2 Analyses physico-chimiques du produit fini

Pour le produit fini on détermine : Le pH, la teneur en eau, la matière grasse libre et l'humidité du produit dégraissé, où on a utilisé les mêmes protocoles expérimentaux pour la matière première.

III.6 Analyse sensorielle

Selon la norme **NF ISO 5492**, l'analyse sensorielle est définie comme étant « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens », de part ces cinq sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher), l'être humain est devenue l'instrument de mesure pour l'évaluation des produits. Elle est adoptée par les industriels de l'agroalimentaire, l'analyse sensorielle est aujourd'hui un outil qui permet de développer les produits aux caractéristiques qui les distinguent de la concurrence et ayant pour but de rester longtemps sur le marché, tout en répondant aux demandes et exigences gustatives des consommateurs.

En matière d'analyse sensorielle, deux démarches sont usitées :

1. Une démarche analytique : il s'agit d'une démarche associant des techniques de mesure des caractéristiques sensorielles d'un produit (par exemple : contrôle des qualités organoleptiques d'un produit dans le temps, valable dans le cas d'une industrie agroalimentaire), permettant soit :
 - 1.1. Une analyse discriminative, c'est-à-dire la perception globale d'un produit alimentaire, tant qualitative que quantitative, permettant une différenciation.
 - 1.2. Une analyse descriptive, c'est-à-dire la mesure qualitative et quantitative à l'aide de descripteurs et d'échelles de notation.
2. Une démarche hédonique : démarche permettant de mesurer le degré de plaisir que provoque la dégustation ou la consommation d'un produit alimentaire auprès d'un public identifié.

Nous avons faits une évaluation sensorielle, sur un échantillon de 30 individus (19 hommes et 11 femmes) tout âge confondu, pour cela nous avons appliqué un test descriptif, pour savoir l'opinion des dégustateurs sur les produits présentés.

L'objectif de test descriptif est de comparer les caractéristiques des produits obtenus avec celle du produit témoin. Il est destiné à déterminer l'aptitude quand les dégustateurs décrivent les perceptions sens, le test sensoriel concernant les cinq caractéristiques étudiées, la couleur, l'odeur, goût, texture et l'arrière-goût de chaque produit, selon Bulletin d'évaluation de chaque (Annexe 2).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV Résultats et discussion

IV.1 Résultats des analyses physico-chimiques de la matière première (paprika)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 6: Résultats d'analyses physico-chimiques du paprika

Paramètres	La valeur moyenne
Teneur en eau de matière sèche (%)	94,16± 0,25
Teneur en eau de matière frais (%)	88,23 ± 0,56
pH	4,61 ± 0,59
Teneur en cendre (%)	0,97 ± 0,01
Teneur en poly-phénols (g/100g)	75 ± 0,1
Le résidu de brix (°B)	2,56 ± 0,11
Teneur en caroténoïdes (mg/100g)	88,89 ± 0,95
Teneur en flavonoïde (mg/100gMs)	11 ± 0,008
Teneur en lipides (%)	15,02 ± 0,89
Teneur de protéines totales (g/100g)	39,9 ± 0,08

IV.2 Interprétation des résultats physico-chimiques

IV.2.1 La teneur en eau

L'aliment est considéré comme un système composite dans lequel l'eau joue un rôle capital. L'eau affecte directement la qualité des produits alimentaires préparés ainsi que leur conservation. Souvent à l'origine de problèmes observés lors de la conservation du fait qu'elle favorise l'action des enzymes et de micro-organismes indésirables, elle joue également un rôle essentiel dans la conduite des procédés de transformation. La détermination de l'humidité nous permet de rapporter les résultats des constituants biochimiques à la matière sèche.

IV.2.1.1 La teneur en eau de piment frais

La valeur moyenne de l'humidité de notre piment frais analysé est de (88,23% ±0,56). Cette valeur convient avec les résultats obtenus par **Alvarez-Parrilla et al, (2011)** (88,4% - 91,6%) et par **Luitel et Kang, (2013)** (84,3% - 92,0%).

IV.2.1.2 Teneur en eau de paprika sec

D'après les résultats obtenus on estime que les échantillons de paprika séchés représentent une teneur en eau de l'ordre (94,16%), ou (5,84 ± 0,25) de matière sèche, ce

taux dépend de l'efficacité de séchage, est proche de l'intervalle trouvé par **Luitel et Kang, (2013)** (84,3% - 92,0%).

IV.2.3 pH

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (**Kumar et al, 2013**).

La valeur moyenne de pH notre paprika analysé est de $4,61 \pm 0,59$. Ce résultat se situe dans l'intervalle de pH cité par **Kumar et al, (2013)** (4,31 à 5,75), mais elle est inférieure à ceux trouvés par **Ozgur et al, (2011)** (5,21- 5,43). Cette différence peut être due à la région et la variété de piment utilisé.

IV.2.4 L'acidité titrable

Les résultats obtenus mettent en évidence la nature acide de paprika, l'acidité de paprika, dont la valeur trouvée ($0,81 \pm 0,74\%$) est supérieure à celle trouvée par **Kumar et al, (2013)** (0,11 %).

IV.2.5 Degré Brix

Le degré Brix est l'un des critères de base utilisés par les industriels, il est bien connu que le degré Brix indique le pourcentage de matière sèche soluble dans l'eau d'un aliment. Il peut dépendre de nombreux facteurs dont la variété, la région de croissance, le niveau de maturité, etc. (**Turkmen et Eksi, 2011**).

La comparaison de notre résultat obtenu pour le degré Brix ($2,56^{\circ}\text{B} \pm 0,11$), présente une valeur inférieure par rapport au résultat trouvé par **Antoniali et al, (2007)** ($5,7-7,9^{\circ}\text{B}$).

IV.2.6 Teneur en cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. Nous remarquons que les échantillons de paprika ont montré un taux de cendres de $0,97\% \pm 0,01$, ce qui conduit à déduire que le paprika est riche en matières organiques (plus de 94%). Ce taux est plus bas à ceux trouvés par **Borszéki et al, (1986)** qui sont de l'ordre de 3,2% à 8,5%.

IV.2.7 Teneur en caroténoïdes

Les caroténoïdes représentent une classe de pigments responsables de diverses couleurs qui se trouvent dans les fruits et les légumes. Ils se trouvent en abondance dans les piments (**Mey Chuah et al, 2008**).

Le résultat obtenu pour la teneur en caroténoïdes de notre paprika est 88,89mg/100g \pm 0,95. Ces données sont proches de ceux obtenus par **Zhuang et al, (2012)** sur 9 variétés de piments (85,32 mg/100g Ms à 141,48mg/100g Ms), mais ils sont inférieurs à ceux indiqués par **Guil-Guerrero et al. (2006)** pour des piments rouges (179,6 mg/100g de matière sèche).

IV.2.8 Teneur en polyphénols

Les polyphénols représentent un groupe de métabolites secondaires complexes, synthétisés par le règne végétal (**Collin et al, 2011**). On les trouve en quantité assez importante dans les plantes supérieures ou elles exerçaient un rôle de défense contre les rayonnements ultra-violet et les agressions par des pathogènes (**Neve et Pincemail, 2008**).

La teneur en polyphénols de notre piment est égale à (75mg eq AG/100g MS \pm 0,1), cette valeur est plus basse à celle trouvée par **Zhuang et al, (2012)** qui ont donné une valeur entre 109,046 \pm 25,82 mg/100g Ms et 499,420 \pm 27,17mg/100g Ms. Cette différence est due aux variétés des piments, la saison, la méthode utilisée en culture et le degré de maturation.

IV.2.9 Teneur en flavonoïde

La teneur en flavonoïdes de paprika trouvée dans le présent travail est de 11mg eq quercétine/100g ms \pm 0,008). Cette valeur est plus élevée par rapport à celles constatées par **Alvarez-Parrilla et al, (2011)** (4,88 - 8,66 mg/100 g MS). Cette différence serait probablement due à plusieurs effets, notamment la variété, la saison de culture et le degré de maturation.

IV.2.10 Profils en acide gras

L'analyse de profil en acide gras pour paprika (Tableau 7) a montré une abondance en acide gras polyinsaturés (52,47%), puis en acide gras mono-insaturés (27,60%) et en dernier on trouve les acides gras saturés avec un pourcentage de 19,31%.

Tableau 7: Le profil en acide gras de paprika (dosage par la méthode CPG)

Acides gras	Dénomination	Paprika
C12 :0	Acide Laurique	1,33 \pm 0,46
C14 :0	Acide myristique	4,08 \pm 1,45
C16 :0	Acide palmitique	11,05 \pm 0,63
C16 :1 ω 7	Acide palmitoléique	0,74 \pm 0,13
C17 :0	Acide Margarique	-
C18 :0	Acide stéarique	2,63 \pm 0,38
C18 : 1 ω 9	Acide oléique	26,58 \pm 2,66
C18 : 2 ω 6	Acide linoléique	48,80 \pm 3,45
C18 : 3 ω 3	Acide linoléique	3,66 \pm 0,55
C20 :0	Acide arachidique	0,43 \pm 0,04
C20 : 1 ω 9	Acide gondoïque	0,27 \pm 0,14
C22 :0	Acide béhénique	Trace
Acides gras saturés ⁵		19,31%
Acides gras monoinsaturés ⁵		27,60%
Acides gras Polyinsaturés		52,47%

IV.2.11 Teneur en lipides

La valeur de teneur en lipides de notre piment est de $11,02\% \pm 0,89$. Ce résultat est proche de celui trouvé par **Charles, (2013)** (17,27%) pour le piment rouge et se trouve dans l'intervalle donné par **Govindarajan, (1985)** (9-16%). Cette différence peut être induite par les conditions climatiques, le temps de récolte, la technique de culture, ainsi que la méthode d'extraction (température, solvant).

IV.2.12 Teneur en protéines totaux

Le paprika séché présente une teneur en protéines de $(39,9\text{g}/100\text{g} \pm 0,08)$ qui est supérieure à celle trouvée par **Charles, (2013)** de l'ordre de $(12,01\text{g}/100\text{g})$

IV.2.13 Détermination de l'activité anti-radicalaire au radical DPPH

L'activité anti-oxydante de paprika, exprimée en pourcentage d'inhibition de DPPH, a révélée une inhibition maximale des radicaux de DPPH de 82%. Ce résultat est proche à celui de **Domínguez et al, (2014)** qui ont trouvé une activité anti-oxydante maximale avec une inhibition des radicaux de 74,7%. Mais, ils sont supérieurs à ceux de **Medina et al, (2012)** qui ont constaté une activité anti-oxydante avec une inhibition de 44,66%.

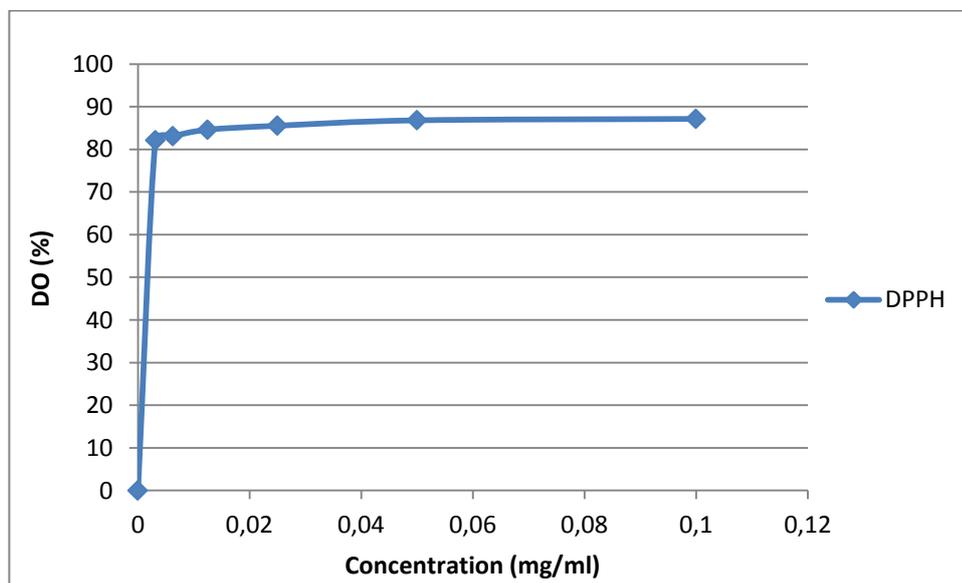


Figure 4 : Evolution de l'activité anti-oxydante de paprika.

La différence dans l'activité anti-oxydante des piments, peut être expliquée par la différence variétale, le degré de maturation ainsi que les conditions de culture (**Alvarez-Parrilla et al, 2011**).

La $EC_{50} = 0,002\text{mg/ml}$ est très faible, ce qui montre qu'il y a une activité anti-oxydante très importante.

IV.3 Résultats d'analyses physico-chimiques du cachère (produit fini)

Le tableau 8 représente les résultats d'analyse physico-chimique du produit fini (cachère sans colorant et sans conservateur).

Tableau 8 : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini (cachère).

Paramètres	Produit fini (cachère) sans colorant et conservateur	Produit fini (cachère) sans conservateur
Teneur en eau (%)	54,08 ± 0,6	54,39 ± 0,40
pH	6,20 ± 0,33	6,03 ± 0,55
Humidité des produits dégraissés (%)	58,50	58,61
Taux de matière grasse (%)	7,57 ± 1,34	7,21 ± 0,96

IV.3.1 Teneur en eau

La teneur en eau des deux produits finis obtenus est inférieure à la norme indiquée par le **Journal Officiel (30 Août 2000)** (60%), donc elle est conforme et proche de celle du cachère témoin (59,56%).

IV.3.2 pH

Les résultats de pH des produits obtenus sont dans l'intervalle indiqué par la **Norme AFNOR (janvier 1974)** (6-6,31) et proche à celle du cachère témoin (6,46).

IV.3.3 L'humidité du produit dégraissé HPD

La teneur en HPD obtenue pour les deux produits finis est conforme aux normes indiquées par le **Journal Officiel (30 Août 2000)** (max 80%) et par comparaison avec le résultat du cachère témoin (66,28%)

IV.3.4 Taux de matière grasse

Le taux de matière grasse de produit fini (7,51% et 7,21%) est conforme à la norme du **Journal Officiel (8 janvier 2006)** (max 25%) et en comparaison avec le cachère témoin (10,11%).

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et loyaux. Ces analyses permettent de vérifier :

- La composition des produits (loyauté de la transaction commerciale),
- Les fiches techniques du produit,

- Le respect des normes et des dispositions réglementaires.

Notre analyse physico-chimique a précisé que le produit est conforme pour les déterminations effectuées conformément à l'**arrêté interministériel n°1 du 28 janvier 2006 (journal officiel)**, vue les différentes valeurs d'analyse accomplit et en comparaison avec le cachère témoin.

IV.4 Résultats d'analyses microbiologiques du paprika

Les analyses microbiologiques permettent de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de conservation, des habitudes de consommation et des caractéristiques du produit. Les résultats d'analyses microbiologiques de la matière première (paprika) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Résultats des analyses microbiologiques du paprika

Germes recherchés	Paprika	Norme de journal officielle N°57 (14 septembre 1994)
Germes aérobie 30°C (UFC/g)	ABS	$\leq 10^7$
Moisissure (UFC/g)	$4,72 \cdot 10^2$	$\leq 10^4$
<i>Escherichia coli</i>	ABS	$\leq 5 \cdot 10^2$
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ABS	ABS

A partir des résultats obtenus, on remarque une absence totale des germes aérobies (à 30°C), d'*Escherichia coli* et *Salmonella* avec une présence négligeable des moisissures. Ces résultats sont conformes à la norme du **Journal Officiel N°57**.

IV.5 Résultats des analyses microbiologiques du produit fini (produit fini cachère sans colorant et sans conservateur et cachère sans conservateur)

Les résultats de l'analyse microbiologiques de produit fini sont représentés dans les tableaux suivants 10 et 11 (pour le produit témoin et le produit fini).

Tableau 10 : Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini (cachère sans colorant et sans conservateur avec 75g du paprika).

Germes recherchés	1 jour	7 jours	14 jours	Témoin 1 jour	Norme de journal officielle N°57 (14 septembre 1994)
Germes aérobies à 30°C (UFC/g)	4.10 ²	5.10 ⁴	5,73.10 ⁴	1,3.10 ²	≤5.10 ⁶
Coliforme fécaux (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	≤3.10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	≤5.10 ³
<i>Clostridium sulfito</i> réducteur à 46°C (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	30	≤10 ²
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Tableau 11: Résultats d'analyses microbiologiques du produit fini (cachère sans conservateur).

Germes recherché	1 jour	7 jours	14 jours	Témoin 1 jour	Norme de journal officielle N°57 (14 septembre 1994)
Germes aérobies 30°C (UFC/g)	3,45.10 ⁴	4.10 ⁴	4,18.10 ⁴	1,3.10 ²	≤5.10 ⁶
Coliformes fécaux (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	≤3.10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	≤5.10 ³
<i>Clostridium sulfito</i> réducteur à 46°C (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	30	≤10 ²
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

Les analyses microbiologiques ont montré une présence négligeable des germes aérobies à 30°C et une absence totale pour : les coliformes fécaux, les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium sulfito* réducteurs à 46°C et enfin *Salmonella*. Les produits sont de bonne qualité microbiologique concernant tous les germes recherchés et ceci conformément du produit témoin et à l'arrêté interministériel **Journal Officiel n°57** du **14/9/94**.

D'après les tableaux 10 et 11, on constate qu'après quatorze jours de stockage un développement négligeable des germes recherchés (germes aérobies à 30°C) au niveau des

boudins du produit fini (les valeurs sont toujours inférieures aux normes). On note une absence totale des coliformes fécaux, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium* sulfite réducteur à 46°C dans les deux produits stockés à une température de 4°C pendant les deux semaines de stockage. Cela est due d'une part, à l'effet du paprika incorporé dans le cachère, qui est un additif et qu'il a pu jouer un rôle de conservateur, donc il possède une action bactériostatique, et d'autre part au traitement au cours de la fabrication de cachère ($T^{\circ}=80^{\circ}\text{C}$) et aussi la propreté de l'emballage et l'efficacité du matériels et cela confère une meilleure protection à la viande. Donc le cachère présente une bonne qualité microbiologique.

On peut conclure que le paprika joue un rôle très important dans la conservation des produits carnés car il conditionne non seulement la vitesse de dégradation du complexe produit carnés-micro-organismes mais aussi la vitesse de développement des micro-organismes, nous remarquons qu'il reste de bonne qualité bactériologique conformément aux normes.

IV.6 Les résultats d'analyses sensorielles

IV.6.1 La couleur

D'après le graphe obtenu, nous remarquons que la couleur des 3 produits (cachère sans colorant et sans conservateur, cachère sans conservateur et le cachère témoin) ont des couleurs différentes :

- Le cachère sans colorant et sans conservateur à une couleur jaune.
- Le cachère sans conservateur à une couleur rouge.
- Le cachère témoin à une couleur rouge clair.

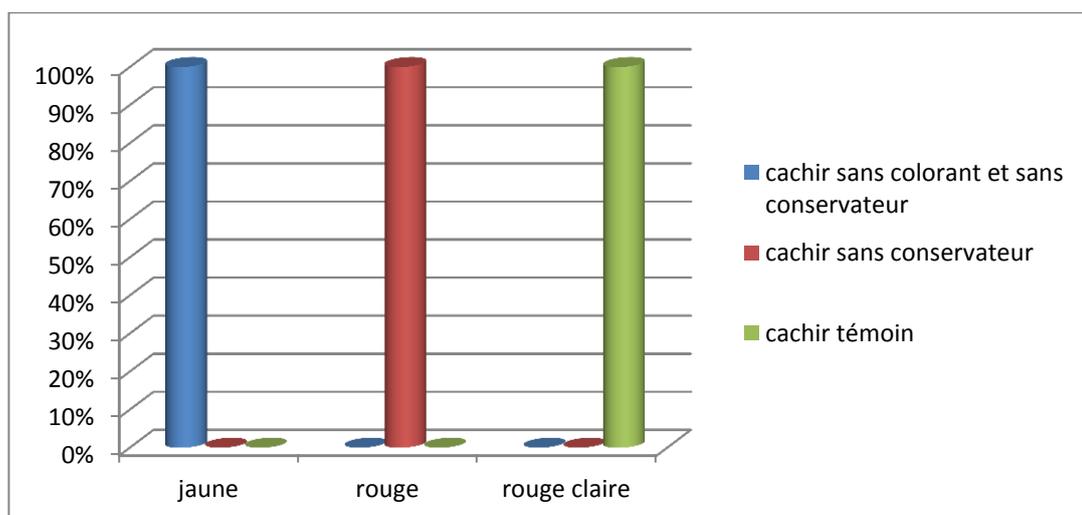


Figure 5 : Résultats du test descriptif sur la couleur du cachère.

IV.6.2 L'odeur

Les résultats obtenus montrent que l'odeur des produits obtenus est acceptable par les dégustateurs, avec un pourcentage élevé dans le cas du cachère témoin, dans le cas des 3 produits le pourcentage varier entre 60% et 80%.

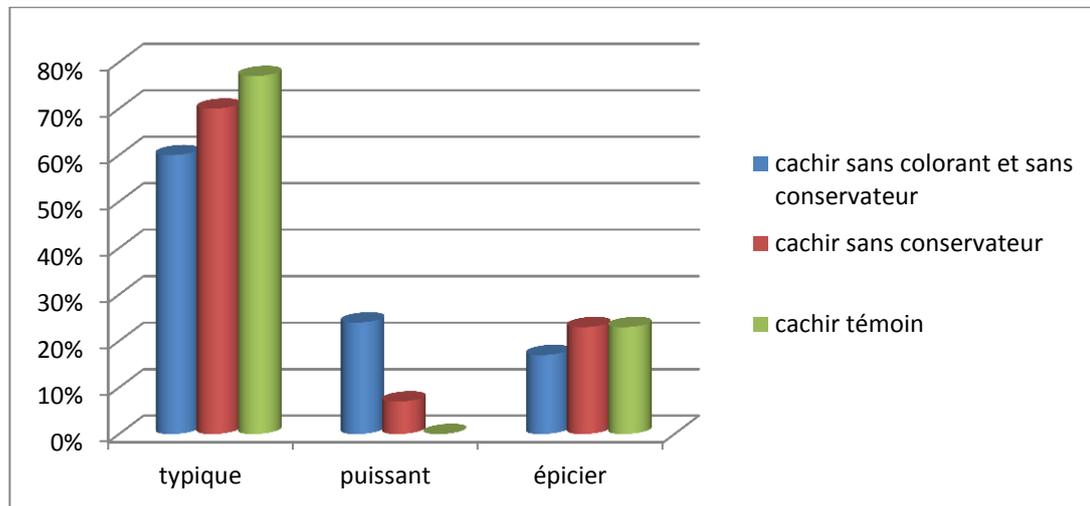


Figure 6 : Résultats du test descriptif sur l'odeur du cachère

IV.6.3 Goût

Ces résultats montrent que le goût du cachère est acceptable par l'ensemble des dégustateurs, avec un pourcentage qui varie entre 60% et 90%, où le pourcentage le plus élevé est de 90%, pour le cachère témoin et le cachère sans conservateur ont un même pourcentage d'acceptabilité 66%.

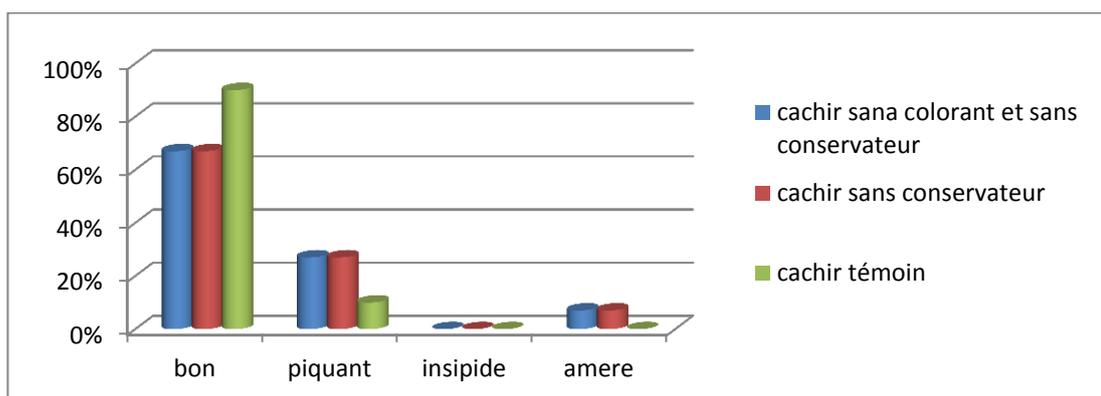


Figure 7 : Résultats du test descriptif sur le goût du cachère.

IV.6.4 Texture

Selon les résultats obtenus, on remarque que le cachère témoin à une texture dur, avec un pourcentage élevé de 76%, par contre le cachère sans colorant et sans conservateur et le

cachère sans conservateur ont une texture plateau avec un pourcentage élevé 100%. Ces résultats sont due au processus de fabrication.

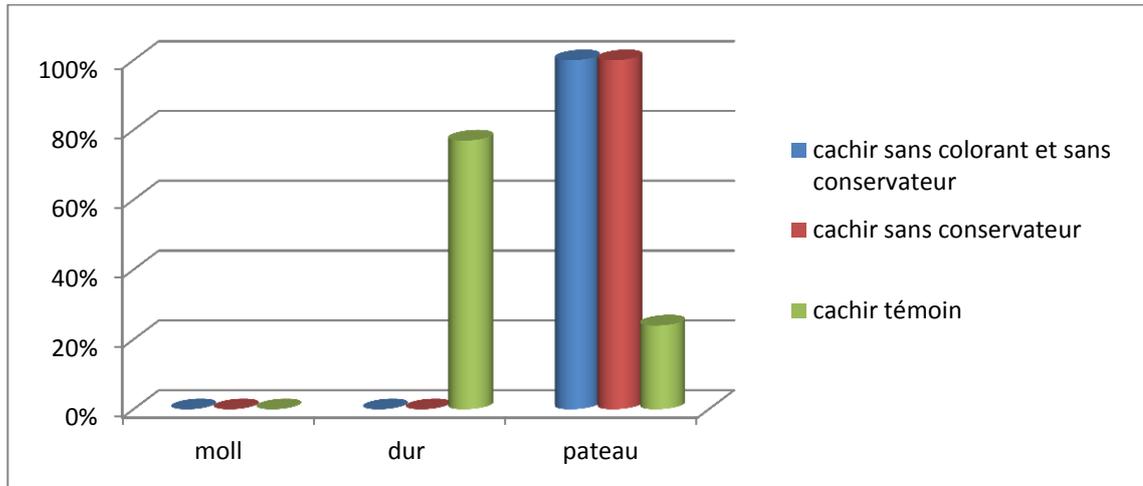


Figure 8 : Résultats du test descriptif sur la texture du cachère.

IV.6.5 L’arrière goût

Selon les résultats obtenus, l’arrière goût est absent avec un pourcentage élevé qui varie entre 94% et 97% dans les trois types du cachère.

Selon les résultats obtenus, l’arrière goût est absent avec un pourcentage élevé qui varie entre 94% et 97% dans les trois types du cachère.

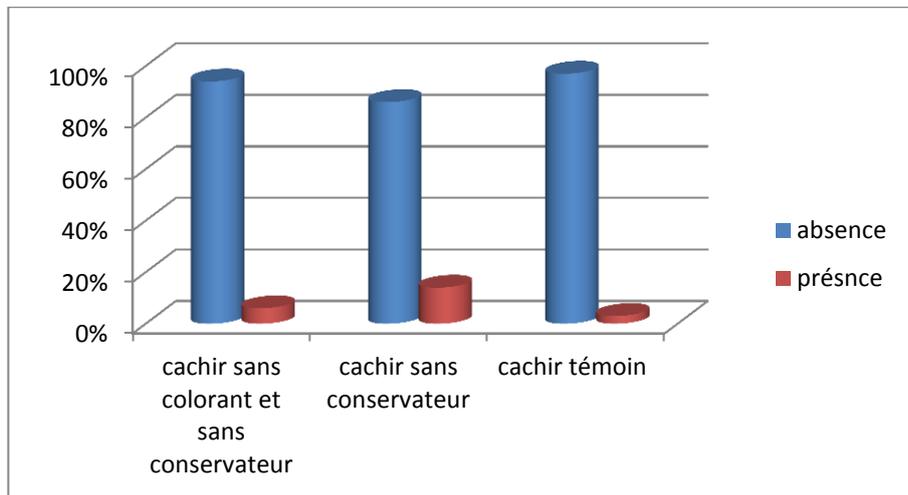


Figure 9 : Résultats du test descriptif sur l’arrière goût du cachère

L’appréciation professionnelle qu’on a fait sur nos produits, a montré une bonne qualité organoleptique de produit avec une couleur rouge clair et jaune pour le cachère sans

colorant et typique odeur, un bon goût et de texture plateau, plus absence d'arrière-goût, selon la majorité des dégustateurs, avec quelque défauts qui sont due aux processus de fabrication.

Nous pouvons déduire d'après la série des tests sensoriels appliqués aux cachère que le produit est bon.

Conclusion générale

Au cours de notre étude effectuée au niveau de l'unité ORAC de Taboukert, on a eu la possibilité de côtoyer le monde professionnel, d'approfondir quelques connaissances relatives au domaine de la fabrication des produits carnés.

La première phase de ce travail est consacrée aux analyses physico-chimiques et microbiologiques du paprika.

Ces analyses montrent que le paprika est de bonne qualité microbiologique selon la norme désignée par le journal officiel n°54 du 30 août 2000. Les analyses physico-chimiques ont montré que le paprika est riche en polyphénols (75mg eq AG/100g MS \pm 0,1), et flavonoïdes (11mg eq quercétine/100g ms \pm 0,008), comme il est riche en acides gras polyinsaturés (52,47%).

La seconde partie est consacrée à l'élaboration d'une nouvelle recette du cachère sans colorant et sans conservateur par l'incorporation du paprika à des différentes doses :

- Cachère sans colorant et sans conservateur qui contient 75 g par 5kg
- Cachère sans conservateur 50 g par 5kg

Les résultats d'analyses microbiologiques du produit fini (cachère sans colorant et sans conservateur et cachère sans conservateur), montrent une conformité aux normes établies par le journal officiel algérien n°57 du 14 septembre 1994, en ce qui concerne la recherche des *Salmonelles*, *Clostridium* sulfite-réducteur (absence), *Staphylococcus aureus* (absence), des Coliformes fécaux (absence) et Germes aérobies (négligeable).

D'après les résultats d'analyses physico-chimiques de :

- Cachère qui contient 75 g de paprika: teneur en eau 54,08 \pm 0,66), pH (6,20 \pm 0,24), humidité des produits dégraissés (58,50) et la teneur en matière grasse 7,57 \pm 1,34) sont conformes aux normes du journal officiel n°54 du 30 Août 2000.
- Cachère qui contient 50 g de paprika : teneur en eau (54,39% \pm 0,40), pH (6,03 \pm 0,55), humidité des produits dégraissés (58,61%) et la teneur en matière grasse (7,21% \pm 0,96) sont conformes aux normes du journal officiel n°54 du 30 Août 2000.

Conclusion générale

Les analyses sensorielles des cachères obtenus montrent que :

- Le cachère sans colorant et sans conservateur : est de couleur jaune, d'une texture plateau à (100%) avec une odeur typique (60%), un goût bon (70%) avec l'absence de l'arrière gout.
- Le cachère sans conservateur : il est de couleur rouge, d'une texture plateau à 100%, avec une odeur typique (70%), un goût bon (70%) avec l'absence de l'arrière gout.

En conclusion le produit fini auquel on a ajouté le paprika comme conservateur est de bonne qualité et propre à la consommation. Comme perspectives de ce travail en envisage à :

- Augmenter le nombre d'essais de doses de paprika.
- Faire d'autre test avec le pâté.

Références Bibliographiques

A

AFNOR, 1986. Contrôle de la qualité de produits laitiers- analyses physique et chimique ». 3^èm édition .PP : 107-121-125-157.

ANTONIALI S., LEAL P.A.M, DE MAGALHAES A.M., FUZIKIR T. and SANCHES J., 2007. Physico-chemical characterization of ‘zarcohs’ yellow bell pepper for different ripeness stages. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 1(64): 19-22.

ALVAREZ PARILLA E., DE LA ROSA L.A., AMAROWICZ R. and SHAHIDI F., 2011. Antioxidant Activity of Fresh and Processed Jalapenõ and Serrano Peppers. *J. Agric. Food Chem.* 59: 163–173.

B

BERNIER P.D., BORVANO M., OUGASTA F., 2004. Syndrome du côlon irritable. Manuel de nutrition clinique en ligne. Ordre professionnel des diététistes du Québec P12.

BOSLAND P.W., VOTAVA E.J. and VOTAVA E.M., 2012. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. *Volume 22 de Cropproduction science in horticulture*. CAIB, p 91-160-162.

BEISSON, 1999. Guide de présentation des charcuteries, N° B2-17- 99.

BENIEST J., 1987. Guide pratique du maraîchage au Sénégal, CDH. Dakar, 144 p

Bradford, 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical Biochemistry*. Vol.72, p. 248-254.

BORSZÉKI J. J., KEPES KOLTAY L. and SARUDI I. 1986. Classification of paprika quality using pattern recognition methods based on elemental composition. *Acta Alim.* 15 (2):93-100.

Baharun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Lucykx M.,

Vasseur J., Cazin M., Cazin J. C. et Pinkas M., 1996-Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.*Journal of Arzneimittel-Forschung.* 46 : 1086-1089.

C

CHARLES D.J., 2013. Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. © Springer Science+Business Media New York. pp 25-193.

COUPLAN F., 2012. Les plantes et leurs noms : Histoires insolites. Editions Quae. P 153-154.

COLLIN S., COUNET C., CALLEMIEN D. et JERCOVIC V., 2011. Nomenclature et

Références Bibliographiques

voie de synthèse des principaux polyphénols. In : COLLIN S. et CROUZET J. Polyphénols et procédés. Edition TEC & DOC, Lavoisier, Paris, pp 6-11.

CHEN L. and KANG Y-H., 2013. Anti-inflammatory and antioxidant activities of red pepper (*Capsicum annuum* L.) stalk extracts: Comparison of pericarp and placenta extracts. *Journal of Functional Foods*. 5: 1724 -1731.

D

DSA BOUIRA, 2018. Données statistiques. Document interne.

DERBEL S. et GHEDRIA K., 2005. Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et Nutrition*. © Springer.1: 28-34.

DURAND P., 2005. Technologie des produits de charcuterie et des salaisons,.

DOMINGEZ I., MEZA O.G., OSORIO G., PROAL J. and GALLARDO T., 2014. Determination of Capsaicin, Ascorbic Acid, Total Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of *Capsicum annuum* L. var. serrano by Mid Infrared Spectroscopy (Mid-FTIR) and Chemometric Analysis. *J Korean Soc Appl Biol Chem*. 57: 133–142

F

FOURY C. et PITRAT M., 2015. Histoires de légumes pour la science p200.

G

GRUBEN G.T.H. et DENTON O.A, 2004. Légumes. Volume 2 de Ressources végétales de l'Afrique tropicale. PROTA. Pays-bas : 173-174.

LE JEUNE R., 2012. *Capsicum annuum* et *Capsicum frutescens* Piment. © Springer-Verlag France. *Phytothérapie*. 10:126–130.

GUIGNARD J-L., 1996. Botanique. 10^e édition révisée. Collection « ABREGES ». Masson, Paris, 278 p

GIUFFRIDA D., DUGO P., TORRE G., BIGNARDI C., CAVAZZA A., CORRADINI C. and DUGO G., 2013. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*. 140: 794-802.

GUIL-GUERRERO J.L., MARTINEZ-GUIRADO C., REBOLLOSO-FUENTES M.D.M. and CARRIQUE-PEREZ A., 2006. Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (*Capsicum annuum*) varieties. *Eur Food Res Technol*. 224: 1-9.

GOVINDARAJAN V. S, 1985. *Capsicum*-production, technology, chemistry and quality. Part I. History, botany, cultivation and primary processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 22(2):109-176.

I

IQBAL Q., AMJAD M., MUHAMMAD RAFIQUE ASI M. R. and AGUSTIN ARINO A., 2013. Characterization of Capsaicinoids and Antioxidants in Hot Peppers as Influenced by Hybrid and Harvesting Stage. *Plant Foods Hum Nutr.* 68:358-363.

J

Journal Officiel, N°57 14 septembre 1994. Arrêté interministériel du 24 janvier 1994 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 correspondant aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires

Journal Officiel De La République Algérienne N°01 du 08 janvier 2006. Arrêté du 19 octobre 2005 rendant obligatoire la méthode de détermination de l'humidité de la viande et des produits de la viande

Journal Officiel De La République Algérienne N°54 du 13 AOÛT 2000 :
Arrêté du 15 janvier 2000 rendant obligatoire la méthode de mesurage de la teneur en eau de la viande et des produits de la viande.

K

KOUASSI C. et KOFFI-NEVRY R., 2012. Evaluation de la connaissance et utilisation des variétés de piment (*Capsicum*) cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science.* 6 (1): 175-185.

KALEEMULLAH S. et KAILAPPAN S., 2005. Drying Kinetics of red Chillies in Rotary Dryer. *Biosystems Engineering.* 92 (1): 15-23.

KUMAR SHAHA R., RAHMAN S., ASRUL A., 2013. Bioactive compounds in chilli peppers (*Capsicum annuum* L.) at various ripening (green, yellow and red) stages. *Annals of Biological Research,* 4 (8): 27-34.

L

LAUMONNIER R., 1979. Les cultures légumières et maraîchères, tome III. 3e édition. Collection « Encyclopédie Agricole » Editions J-B. Baillière, Paris, France, 276 p.

LAPORNIK B., PROSEK M. and WANDRA A.L., 2005. Comparison of extracts prepared from plant byproduct using different solvent and extraction time. *Journal of food engineering,* 71(2): 214-222.

Références Bibliographiques

LUITEL B.P. and KANG W.H., 2013. Assessment of Fruit Quality Variation in Doubled Haploids of Minipaprika (*Capsicum annuum* L.). *Hort. Environ. Biotechnol.* 54(3): 257-265.

M

MESSIAEN C.M., 1975. Le potager tropical, tome 2 : cultures spéciales. Collection « Techniques vivantes ». Presses Universitaires de France, 197 p.

MEY CHUAH A., LEE Y.C., YAMAGUCHI T., TAKAMURA H., YIN L.J, and MATOBAT, 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. *Food Chemistry.* 111: 20–28.

MEDINA A., MOLINA D., DEL TORO C. and GONZALZAGULAR G, 2012. Antioxidant activity of peppers (*Capsicum annuum* L.) extracts and characterization of their phenolic constituents. *Interciencia.* 37(8) :588–93

N

NUNES, M.C.D. N., 2009. Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables. *John Wiley & Sons*, p 266.

NEVE J. et PINCEMAIL J., 2008. Antioxydants alimentaires : vitamines, oligoéléments et non-nutriments. *IN* : ROBERFROID M. B., COXAM V. et DELZENNE N. Aliments fonctionnels. 2^{ème} édition, TEC & DOC, Lavoisier, Paris, pp 211.

O

OWEN P.L. and JOHNS T., 1999. Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*: 149-160.

OZGUR M. T., OZCAN T., AKPINAR-BAYIZIT A. and YILMAZ-ERSAN L., 2011. Functional compounds and antioxidant properties of dried green and red peppers. *African Journal of Agricultural Research.* 6(25): 5638-5644.

P

PALLOIX A., DAUBEZE A.M. et POCHARD E., 2003. Piments. *IN* : PITRAT M. et FOURY C. Histoires de légumes: des origines à l'orée du XXI^e siècle. Editions INRA, Paris : 279-283.

PURSEGLOVE J.W., 1984. Tropical Crops : Dicotyledons. Ed. Longman Group Ltd, Singapore, 719 p

R

Références Bibliographiques

- RICHARD H. et LOO A. (1992).** Nature, origine et propriété des épices et arôme brute in : Richard H., Epices et aromates 22-48. Technique et documentation, lavoisire, paris
- RIBEREAU-GAYON, 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod Paris, 254.
- RAMADAN M.F., 2010.** Rapid antiradical method for screening deep fried oils. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*.5 (1).PP : 47-50.

S

- SANOGO S., 2003.** Chile Pepper and the Threat of Wilt Diseases. © Plant Management Network. Plant Health Progress doi: 10.1094/PHP-2003-0430-01-RV.
- SINHA A. and PETRSEN J, 2011.** Caribbean Hot Pepper Production and Post-Harvest Manual. © FAO et CARDI.
- SMITH A.J., 1992.** L'élevage de la volaille. Paris A.C.C.T. Edition Maison neuve et la rose ; Wageningen : CIA vol.1.123p (Technicien d'agriculture tropicale).
- SHAFIUR M., 2007.** Handbook of Food Preservation. 2^{ème} édition, *Food Science and Technology*, CRC Press, pp 571-586.

T

- TIWARI CUMINS E., 2013.** Fruit and vegetables. In: Tiwari B K., Brunton N P. et Brennan C S. Handbook of Plant Food Phytochemicals Sources, Stability and Extraction. 1ère édition, John Wiley & Sons, Ltd: 107-129.
- Tiwari, 2010.** Post-Harvest Profile of Chilli. Government of India Ministry of Agriculture (Department of Agriculture & Cooperation) Directorate of Marketing & Inspection Branch Head Office Nagpur.
- TOUKAM G.M.S., 2010.** Diversité de *Ralstonia solanacearum* au Cameroun et bases génétiques de la résistance chez le piment (*Capsicum annuum*) et les solanacées. Biologie/Génétique Évolutive et d'Amélioration des Plantes. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).
- TELLEZ PEREZ C., 2014.** Valorisation de la production agricole mexicaine par préservation et séchage par autovaporisation instantanée ; cas du piment vert. Génie des Procédés Industriels. L'université de la rochelle.
- Tellez Perez C, 2012.** « Valorisation de la production agricole mexicaine par préservation et séchage par autovaporisation instantanée ; cas du piment vert ». Génie des Procédés Industriels. L'université de la rochelle.

Références Bibliographiques

TURKMEN I. and EKSI A., 2011. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate. *Food Chemistry*. 127:1404–1407.

U

UL-HUQ ANWAR A.S.M. and ARSHAD MOHAMED F., 2010. Technical Efficiency of Chili Production. *American Journal of Applied Sciences*. 7 (2): 185-190.

W

WILDMAN R.E.C., WILDMAN R. and WALLACE T.C., 2006. Handbook of Nutraceuticals and foods. 2^{ème} edition, Modern Nutrition, CRC Press, pp 170.

Z

ZHUANG Y., CHEN L., SUN L. and CAO J., 2012. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. *Journal of Functional Foods*. 4: 331 -338.

1- Courbe d'étalonnage des polyphénols

Acide gallique C(mg/ml)	0.033	0.065	0.131	0.262	0.525
DO	0.049	0.127	0.396	0.727	1.51

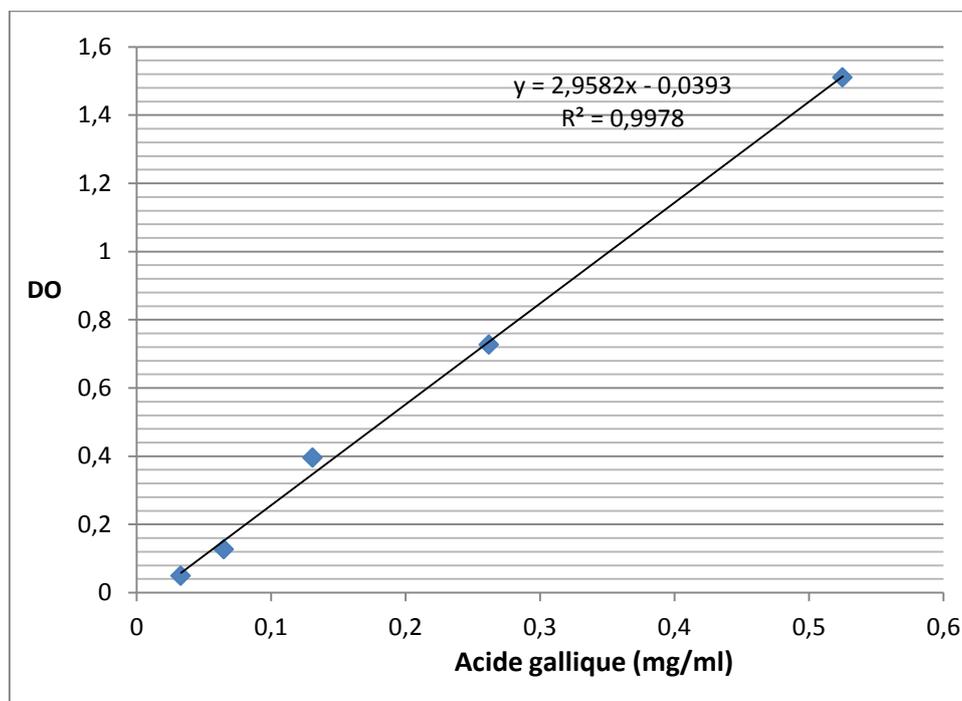


Figure N°1 : Courbe d'étalonnage des polyphénols [DO = f (concentration en acide gallique)]

2- La courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Concentration de quercitine mg/ml	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
DO	0.066	0.194	0.315	0.441	0.578

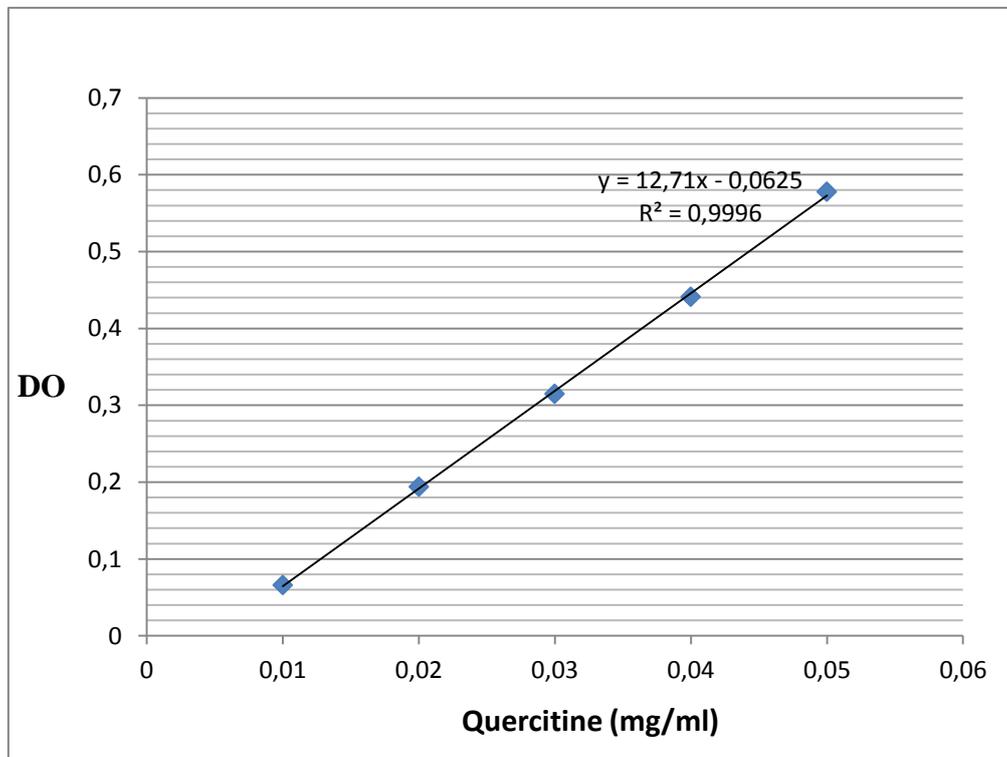
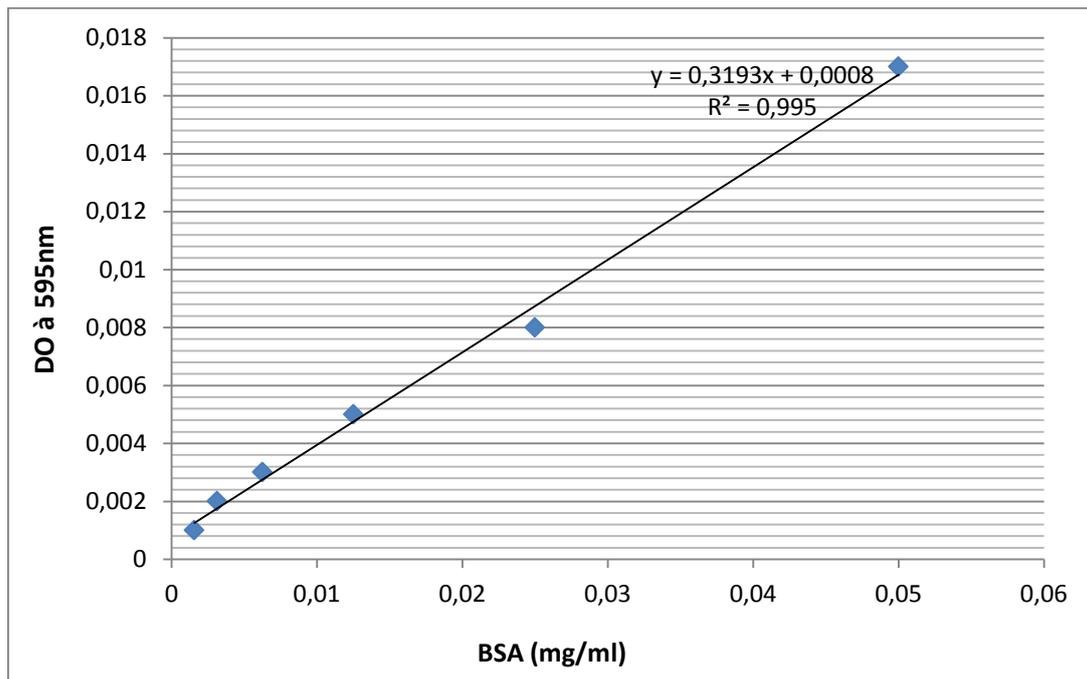


Figure N° 2 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes [DO = f(concentration en quercitine)]

3- Courbe d'étalonnage des protéines par la méthode de BRADFORD

concentration en BSA (mg/ml)	DO
0,05	0,017
0,025	0,008
0,0125	0,005
0,00625	0,003
0,003125	0,002
0,0015625	0,001

**Figure N° 3 : Courbe d'étalonnage des protéines**

Cachère la vallé

Fiche de dégustation

Nom du sujet :

Fonction :

Sexe : féminin masculin :

Caractéristique		Echantillon	Produit 1	Produit 2	Produit 3
		Couleur	Rouge clair		
Rouge terne					
Jaune					
Odeur	Typique				
	Puissant				
	Epicier				
Gout	Bon				
	Piquant				
	Insipide				
	Amère				
Texture	Moll				
	Dur				
	Pateau				
Arrière gout	Absence				
	Présence				

Résumé

Le but principal de cette expérimentation est l'étude de l'effet de paprika (piment sèche), acheter sur un marché locale, qui à était préparer traditionnellement (séchage traditionnel a l'air libre), sur la conservation des produits carné, spécialement le cachère, et étudie son effet sur les qualités organoleptiques et sensorielles du produit fini (couleur, gout, aspect, texture...).

D'abord des analyses physicochimique et microbiologique sont effectuer au niveau de laboratoire sur la matière premier (le paprika), pour assurer que le paprika est en bon état nutritionnelle avant son incorporation dans le cachère.

Ensuite, et après avoir le produit fini (cachère sans colorant et sans conservateur et cachère sans conservateur), un suivi d'analyses microbiologiques : concernant le dénombrement des différents germes recherchés telle que les germes totaux à 30°C, coliformes fécaux, les staphylococcus aureus à 46°C, clostridium sulfite réducteur et les salmonelles et l'analyse physico-chimiques principalement mesure de pH, la matière grasse, et l'humidité. Ainsi l'analyse sensorielle telle que l'aspect et le gout.

Enfin, après 14 jours de la fabrication du produit et après comparaison des résultats obtenus avec celle du produit témoin conditionné en boyau artificiel au cours de stockage pendant 60 jours à différente températures (3°C, T° ambiante, 55°C) et de se référencier au journal officiel algérien sur les produits carné, les résultats obtenu ont montré que le produit (cachère) est acceptable, et le paprika comme épice peut jouer le rôle d'un conservateur, comme il a un bon effet sur la qualité organoleptique et sensorielle et il pourra être un additif naturel sain sur la santé humain.

Mots-clés : Produit carné, Cachère, Contrôle microbiologique, Analyse physicochimique, température, durée de stockage, sensorielle. Paprika.

Abstract

The main aim of this experiment is the study of the effect of paprika (dried pepper), to buy on a local market, which was traditionally prepared (traditional drying in the open air), on the conservation of meat products, especially the kosher, and studies its effect on the organoleptic and sensory qualities of the finished product (color, taste, appearance, texture ...).

First physicochemical and microbiological analyzes are performed at the laboratory level on the raw material (paprika), to ensure that the paprika is in good nutritional condition before incorporation into the kosher.

Then, and after having the finished product (kosher without dye and without preservative and kosher without preservative), a follow-up of microbiological analyzes: concerning the enumeration of the various desired germs such as the total germs at 30 ° C, faecal coliforms, staphylococci aureus at 46 ° C, clostridium sulphite reducer and salmonella and physico-chemical analysis mainly measure pH, fat, and moisture. Thus sensory analysis such as appearance and taste. Finally, after 14 days of the manufacture of the product and after comparison of the results obtained with that of the control product packaged in artificial gut during storage for 60 days at different temperatures (3 ° C., room temperature, 55 ° C.) and refer to the Algerian official journal on meat products, the results obtained have shown that the product (kosher) is acceptable, and the paprika as a spice can play the role of a preservative, as it has a good effect on the organoleptic quality and sensory and it can be a natural additive healthy on human health.

Keywords: Meat product, Kosher, Microbiological control, Physicochemical analysis, temperature, shelf life, sensory. Paprika.

1. Appareillage

C'est le matériel utilisé dans laboratoire :

- Balance électrique (OHAUS)
- Béchers
- PH mètre électronique (HANNA)
- Capsules en proclains
- Appareil de sohxlet (BEHROTEST)
- Bain marin (NUVE BATH)
- Etuves (Venticel)
- Spectrophotomètre (OPTIZEN)
- Pipettes
- Tubes à essais
- Centrifugeuse (EZ SWING 3K)

2. Réactifs et solutions

- Eau distillé
- Hexane et éther de pétrole
- Géloses (PCA, VRBL, HAIKTON, viande foie)

La formule utilisé pour calculer le nombre de colonies dans les analyses microbiologique effectuer est :

$$N = \sum c / (n_1 + 0.1 n_2) dv$$

Ou :

- C : le nombre de colonies
- N1 : nombre de boîte prise en compte a la première dilution
- N2 : nombre de boîte prise en compte à la deuxième dilution
- D : premier dilution prise en compte
- V : volume d'incolum utilisé