

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université d'Aïn-Témouchent Belhadj Bouchaib –UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département de l'Agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Agro-alimentaire et contrôle de qualité

THEME

Diagnostic des différentes méthodes de séchage et de conservation de la tomate

Soutenu le: 18/06/2023

Présenté Par :

M^r : *NACHI Ahmed*

M^r : *NEDJADI Mohamed Yacine*

Devant le jury composé de :

Président : Dr. Khalfa Ali « MCA »

U.B.B.A.T

Examinatrice : Dr. Bensalah Fatima « MCA »

U.B.B.A.T

Encadrante : Dr. Kerzabi Rachida « MCB »

CRAPast

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné du courage et de la patience et de nous avoir permis d'étudier et de suivre le chemin de la science.

*Nous voudrions dans un premier temps remercier notre encadrante : Dr **KERZABI RACHIDA** Maître de Recherche B au centre de recherche Agropastoralisme Djelfa*

C'est un honneur pour nous de travailler avec elle, nous la remercions pour son acceptation de nous avoir encadrer, orienter, aider et conseiller et pour le temps qu'elle a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche et son exigence nous grandement stimulé et pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.

*On adresse toutes nos reconnaissances aux membres de jurys Dr **BENSALAH FATIMA** Maître de conférences B et Dr **KHALFA ALI** Maître de conférences A à L'Université Belhadj Bouchaib d'Ain Temouchent.*

Dédicace

Au meilleur des pères

A ma très chère maman

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté À qui je dois tout

A ma sœur YOUSRA

et mon frère BILEL

A qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite

A mon bras droit et mon Binôme Yacine

Et a toutes la famille Nachi

A mes Amis et À tous ceux qui me sont chers

(Ahmed)

Dédicace

Je dédie ce travail

*A mon père pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a
accordé*

A ma mère pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices

A mes frères Mounir et Abdenour

A ma petite Sœur Maissaa

A mes grands parents

A mon binôme Ahmed

*A ma famille Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion
lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et
encouragé tout au long de mon parcours.*

A mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus
de succès.*

A tous ceux que j'aime

(Yacine)

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Aperçu Bibliographique

Partie I. Généralités sur les légumes	5
I. Définition	5
II. Types de légumes et modèles de conservation	5
III. Composition biochimique des légumes.....	6
IV. Composition nutritionnelle et sanitaire des légumes	8
V. Histoire de la tomate séchée	10
VI. Classification botanique	11
VIII. Description morphologique	12
IX. Production de la tomate	16
□ Dans le monde	16
□ En Algérie	16
Partie II. Généralités sur la technologie de séchage	19
I. Types de séchage.....	19
II. Dynamisme du processus de séchage.....	21
III. Facteurs influençant le séchage	21
VI. Opérations préliminaires au séchage.....	22
V. Conditionnement des produits séchés	22
VI. Définition de tomate séchée.....	22
VI.1. Séchage de tomate	23
VI.2 Intérêt économique de La tomate.....	23
VI.3 Intérêts médicinales	23

Chapitre II : Matériels et méthode

I. Structure d'accueil.....	27
Description de l'unité de séchage	27
II. Les étapes de préparation et de transformation	27
Essaie d'amélioration du processus de séchage	31
Bonnes pratiques d'hygiène.....	31
Conclusion	33
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35

Liste des tableaux

Tableau	N° Page
Tableau n°1 : Composition nutritionnelle de 100g de légumes frais et leurs dérivés secs	7
Tableau n°2: Composition minérale de100g de légumes frais et leurs dérivés secs	7
Tableau n° 3:Vitamines contenus dans 100g de légumes frais et leurs dérivés secs	8
Tableau n°4 : les principaux pays producteurs de la tomate fraiche en 2018	16
Tableau n°5 : Production de la tomate entre 1980-2012	17
Tableau n° 06 : la production de tomates pour l'industrie entre 2000 et 2004	18
Tableau n°07 : Composition chimique globale des résidus de tomates	25
Tableau n°08: les cendres	25

Liste des figures

Figure	N° Page
Fig n° 1 : Différentes variétés et formes de la tomate.	14
Fig n° 2 : Structure et morphologie de la tomate	15
Fig n°3 : Schéma des différentes étapes du séchage de la tomate	31

Listes des photos

Photo	N° Page
Photo 1 : Différents types de tomates	15
Photo n°2 : lavage, triage et découpage de la tomate	28
Photo n°3 : séchage, triage et conditionnement	30

Résumé

La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., espèce de plante herbacée de la famille des Solanacées originaire du Nord de l'Amérique du Sud. Ce légume-fruit, incontournable dans l'alimentation humaine, se consomme frais ou cru est largement cultivé dans la région Africaine depuis des décennies. Malgré les contraintes liées aux conditions de traitement et de conservation des cultures de tomates, leur transformation en produits dérivés (concentré de tomate et tomates séchées) prend de l'ampleur.

La transformation de la tomate permet de réduire les pertes post-récoltes et d'assurer sa disponibilité à moindre coût en toute période, donc il est important de développer des stratégies de transformation et de conservation de la tomate. Parmi la quelle le séchage.

L'objectif de cette étude est de contribuer à diagnostiquer le procédé du séchage de la tomate au niveau de SARL Noujoum pour la transformation des fruits et légumes.

La déshydratation permis d'obtenir des critères organoleptiques de qualité (couleur rouge plus éclatante) ainsi qu'une nature appréciable de la texture bien ferme du produit fini qui implique une humidité résiduelle moyenne.

Mots clés : Transformation, conservation, séchage, tomate séchée.

Abstract

Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., a species of herbaceous plant of the Solanaceae family native to northern South America. This fruit vegetable, essential in the human diet, is eaten fresh or raw and has been widely cultivated in the African region for decades. Despite the constraints related to the conditions of treatment and conservation of tomato crops, their transformation into by-products (tomato paste and dried tomatoes) is gaining momentum.

Tomato processing reduces post-harvest losses and ensures its availability at a lower cost at all times, so it is important to develop tomato processing and conservation strategies. Among which the drying.

The objective of this study is to help diagnose the tomato drying process at SARL Noujoum for the processing of fruits and vegetables.

Dehydration made it possible to obtain quality organoleptic criteria (more radiant red color) as well as an appreciable nature of the very firm texture of the finished product which implies an average residual humidity.

Keywords: Processing, preservation, drying, dried tomato.

ملخص

الطماطم ، *Lycopersicon esculentum* ، Mill.، نوع من النباتات العشبية من عائلة Solanaceae موطنها شمال أمريكا الجنوبية. هذه الخضروات الفاكهة، ضرورية في النظام الغذائي للإنسان ، تُؤكل سواء كانت طازجة أو نيئة ،تزرع على نطاق واسع في منطقة إفريقيا منذ ما يقرب عدة عقود من الزمان. على الرغم من القيود المتعلقة بظروف معالجة محاصيل الطماطم والحفاظ عليها ، فإن تحولها إلى منتجات ثانوية (معجون الطماطم والطماطم المجففة) يكتسب زخمًا.

تقلل معالجة الطماطم من خسائر ما بعد الحصاد و تضمن توافرها بتكلفة اقل في جميع الأوقات ، لذلك من المهم تطوير استراتيجيات معالجة الطماطم والحفاظ عليها. من بينها التجفيف.

الهدف من هذه الدراسة هو تشخيص عملية تجفيف الطماطم في مؤسسة نجوم لتحويل و تجفيف الخضر والفاكهة.

أتاح التجفيف من الحصول على معايير الجودة الحسية (لون احمر اكثر اشراقا) بالإضافة الى الطبيعة الملموسة للقوام شديد الصلابة للمنتج النهائي و الذي يشير الى متوسط الرطوبة المتبقية .

الكلمات المفتاحية: التجفيف ، الحفظ، التجفيف، الطماطم المجففة.

Introduction

Introduction

La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., renfermant de nombreuses vertus nutritionnelles est l'une des cultures maraîchères les plus importantes du pays. La production fruitière et légumière représente 16,5% de la production agricole soit près de 6 milliards de dinars Algérien en valeur ajoutée. Malgré l'aspect pourvoyeur d'emplois et de générateur de revenus, la culture de tomate demeure un domaine inorganisé. **(Giove et Abis S., 2007)**

On enregistre une longue période de production qui va des mois de mai à novembre et une courte période d'abondance entre décembre et avril.

Le caractère périssable des tomates fraîches limite les délais de conservation et de consommation à l'état frais. Cependant on est confronté au manque de chambres froides pour palier à sa conservation à courte durée et aussi de l'absence de dispositif nécessaire pour un meilleur circuit de distribution c'est-à-dire sa commercialisation à l'extérieur du pays.

Également la transformation industrielle des tomates est toujours artisanale et on assiste à des pertes de plusieurs tonnes pendant la période de surproduction. Vu la disponibilité de l'énergie solaire, le séchage s'avère une technique simple et moins coûteuse de conservation des aliments à longue durée.

Cette technique constitue non seulement une alternative à la surproduction maraîchère et aussi permet la diversification du régime alimentaire tout au long de l'année. C'est également un procédé qui permet de conserver de bonnes quantités de récoltes au lieu de vendre les produits quand les prix sont bas.

Ce type de transformation des légumes est un domaine porteur de développement qui est pourtant peu industrialisée en agroalimentaire. En effet, héritée d'une pratique ancienne, elle est jusqu'à nos jours pratiquée par les femmes aussi bien de manière traditionnelle, artisanale que semi-artisanale. **(Kisselmina Y. 2011)**

Dans cette mouvance d'idée d'entreprendre une démarche de construction de la qualité nutritionnelle et organoleptique de tomates sèches nous nous sommes intéressés à l'étude du « Diagnostic des différentes méthodes de séchage et de conservation de la tomate ».

L'objectif visé par cette étude est d'améliorer les procédés de transformation de la tomate dans l'unité de séchage Sarl Noujoum. Pour cela on a établi le plan suivant à savoir :

- Étudier la technique de production de tomates séchées ;

Introduction

- Identifier les différentes opérations du processus ;
- Améliorer la qualité organoleptique de la tomate par les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication.

Le présent travail s'articule autour de deux chapitres, la première porte sur des généralités sur la tomate, ainsi que les différentes méthodes de séchage. Suivi d'un deuxième chapitre consacré aux matériels et méthodes.

Chapitre I :

Aperçu

Bibliographique

Partie I. Généralités sur les légumes

I. Définition

Etymologiquement le terme « légume » est attesté en français depuis 1531 selon « **Le Robert** » historique et vient du latin « legumen » qui signifie plante à gousse. Féminin à son origine, il a d'abord désigné les graines de légumineuses et de céréales qui étaient autre fois la base de l'alimentation végétale.

En botanique, un légume est une plante herbacée destinée à l'alimentation et le fruit représente toute structure de la plante qui contient des graines au stade de la maturité (**Sawadogo, 2013**). Cette distinction faite entre les fruits et légumes est d'ordre gastronomique.

Au sens culinaire, le terme « légume » désigne des plantes comestibles, généralement potagères de goût agréable que l'on peut consommer crues et qui conviennent à la préparation de plats. Légumes et fruits ont une double acceptation selon que l'on soit en cuisine ou en botanique en ce sens qu'il y a certains fruits qui sont cuisinés comme des légumes. On parle dans ce cas du terme « fruit-légume » tel le poivron, la tomate, les courgettes, ...qui sont des fruits au plan de la botanique mais qui interviennent dans la cuisine donc couramment appelés légumes.

II. Types de légumes et modèles de conservation

Selon la partie de la plante qui est consommée, l'on distingue plusieurs catégories de légumes :

- Les légumes feuilles tels que le persil, le chou, les épinards, l'oseille, les salades qui sont une particularité de légume-feuille du fait qu'ils sont consommés frais accompagnés d'un assaisonnement ;
- Les légumes-tiges tels que le céleri ;
- Les légumes-fleurs tels que le chou-fleur ;
- les légumes-racines tels que la carotte ;
- Les bulbes sont utilisés comme condiments dont l'ail, l'oignon, ... les tubercules tels que la patate douce, la pomme de terre ;
- les légumes-secs dont on consomme les graines, le haricot sec, la lentille, le petit pois, la fève, le soja, ...
- les « fines herbes » utilisées comme condiment : le persil
- les légumes-fruits qui sont des fruits au sens botanique de la plante mais qui sont consommés en tant que légumes car interviennent dans la cuisine. Ce sont le concombre,

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

l'aubergine, le piment, le poivron, la tomate.

À l'exception des légumes secs, les légumes sont des denrées périssables, pour lesquelles le problème de la conservation s'est posé de longue date.

Certains légumes du type tubercules ou bulbes peuvent se conserver assez facilement à l'abri de l'humidité et du froid. C'est le cas de l'oignon, de l'ail et de la pomme de terre. Cette dernière doit en outre être protégée de la lumière pour éviter le développement des germes. Certains tubercules, notamment le topinambour, se conservent toutefois mal une fois déterrés. Les courges et potirons peuvent également se conserver pendant plusieurs mois à l'abri.

Pour d'autres légumes, notamment les légumes racines (betteraves, carottes, navets) ainsi que les poireaux, une conservation temporaire peut se pratiquer par mise en jauge au jardin ou dans un récipient, recouverts d'un substrat, placés dans un endroit frais.

Les procédés de conservation parmi les plus anciens sont la fermentation lactique, qui est à la base de la production de la choucroute, et la conservation dans le vinaigre (cornichons, petits oignons...).

La dessiccation se pratique pour certains légumes, notamment la tomate. Les tomates séchées au soleil et conservées dans l'huile sont une spécialité italienne.

L'appertisation (en bocal ou en boîte de conserve) apparue au XIXE siècle s'applique à de nombreux légumes, notamment les haricots verts, flageolets et petits pois. Elle comprend une stérilisation en autoclave pendant 15 à 20 minutes à 110-120 °C, nécessaire pour éliminer les germes responsables du botulisme. La conservation par le froid au réfrigérateur (entre 5 et 10 °C) permet de conserver les légumes durant quelques jours.

La surgélation (conservation à une température inférieure ou égale à -18 °C), plus récente, s'est largement développée en se substituant de plus en plus à l'appertisation.

III. Composition biochimique des légumes

Le légume est un complément idéal des autres aliments au même titre que la viande. Tout comme les aliments, les légumes frais de même que leurs dérivés secs contiennent des ressources énergétiques et minérales essentielles au bon fonctionnement de notre organisme. Les légumes contiennent beaucoup d'eau soit 80 -90%, des glucides, des protéines, peu de lipides (moins de 1%) des sels minéraux, des oligo-éléments, des vitamines, des fibres (en moyenne 2 à 4% de cellulose), des acides gras essentiels ou Oméga 3 (entre 20 et 100 mg),

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

des arômes qui développent des goûts et parfums variés. (Voir Tableau 1, 2 et 3 (Aprifel, 2011))

Tableau n°1 : Composition nutritionnelle de 100g de légumes frais et leurs dérivés secs

Légumes	Energie (Kcal)	Composés (g)				
		Eau	Fibres	Glucides	Protides	Lipides
Ail	135	64	3	27,5	6	0,1
Aubergine	18	92,2	2,5	3,5	0,9	0
Tomate	21	98,33	16,5	4,6	0,8	0,3
Chou	22		3,4	2,8	2,8	0
épinard	18	91,7	2,7	1,3	2,7	0,3
Oignon	34	89	2,1	7,1	1,3	0,2
Persil	28	83	6	1,4	4,4	0,5
Poivron	21	91	2	3,5	1,1	0,3
Moyenne+Ecart type	37,13z38,56	87,15z10,30	4,78z4,90	6,46z8,70	2,50 1,88	0,21z0,17

Tableau n°2: Composition minérale de 100g de légumes frais et leurs dérivés secs

Légumes	Sels Minéraux alimentaires (mg)									
	Calcium	chlore	cuivre	fer	iode	Magnésium	phosphore	sodium	soufre	zinc
Ail	38	30	0,15	1,4	0,003	21	1 44	10	200	1
Aubergine	10	55	0,05	0,3	0,004	13	21	3	9	0,11
tomate	166	51				178	295			1,71
Chou	53	40	0,04	0,5		21	40	20	70	0,3
Epinaard	104	54	0,1	2,7	0,002	58	52	65		0,6
Oignon	25	25	0,05	0,3	0,002	10	33	6	50	0,2
Persil	200		0,13	5,5		40	70	44		0,6

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Poivron	9		0,1	0,4		13	26	2		0,2
Moyenne+E	75,63+	42,50+	0,09z	1,59a	0,003z	44,25+	85,13z	21,43+	82,25>	0,59
cart type	73,37	12,88	0,04	1,94	0,001	56,45	93,50	24,14	82,50	+0,54

Tableau n° 3: Vitamines contenus dans 100g de légumes frais et leurs dérivés secs

Légumes	Vitamines					mg)				
	Provitamine A (mg)	B1	B2	B3	B5	B6	B9	C	E	K
Ail		0,2	0,08	0,65	0,6	1,2		30	0,1	
Aubergine	10,34	0,91	0,76	9,13	3,76	0,45		1 16,7	12,2	0,48
Tomate	0,4	0,2	0,19	1	0,6	0,06	0,09	31	0,8	
Chou	3	0,1	0,2	0,3	0,21	0,16	0,1	80	1,7	
Epinard	4	0,1	0,22	0,7	0,22	0,2	0,19	50	2,5	0,35
Oignon	0,01	0,06	0,02	0,3	0,11	0,14	0,02	7	0,14	
Persil	7	0,14	0,3	1,3	0,3	0,2	0,17	170	2,2	
Poivron	0,7	0,06	0,05	0,7	0,2	0,3				
Moyenne+E	3,64+3,85	0,22+0,31	0,25+0,25	1,92z3,20	0,77+1,33	0,22+0,13	0,11+0,07	75,78+59,95	3,26+4,47	0,42+0,09

IV. Composition nutritionnelle et sanitaire des légumes

Selon le tableau N°1, les légumes, fruits-légumes sont riches en antioxydants, en minéraux, en fibres alimentaires, en eau, en vitamines (Aucy, 2012). Par ailleurs ils sont indispensables pour préserver notre organisme et réduire le risque de cancer, d'obésité, de maladie cardiovasculaire (Doctissimo, 2013).

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Les légumes frais et leurs dérivés séchés ou en conserve, ont des qualités nutritionnelles qui leur donnent une place privilégiée dans l'équilibre alimentaire. Ils sont la principale source de calcium, de nutriments essentiels dans la constitution du squelette et des dents (**Sousa, 1994**)

Les fibres constituent l'ensemble des composants de notre alimentation qui ne sont pas digérés par les enzymes de l'appareil digestif. Elles facilitent la digestion, contribuent à la régulation de la glycémie, de l'insulinémie et agit sur la satiété en donnant un pouvoir rassasiant aux légumes qui comblent l'appétit tout en apportant peu de calories. C'est pourquoi, on privilégie les petits pois, les haricots verts qui sont riches en fibres dans le cadre de régimes hypocaloriques pour prévenir l'obésité le diabète. En plus, les fibres alimentaires renforcent la barrière intestinale et augmentent la réponse immunitaire (**Aucy, 2012**).

Egalement le pouvoir séquestrant des fibres et l'augmentation de l'excrétion des sels biliaires permettent de diminuer le taux de cholestérol et de protéger les vaisseaux sanguins.

Les légumes contiennent des ressources énergétiques et minérales essentielles au bon fonctionnement de notre organisme. Les principaux sont :

Le potassium intervient dans la contraction musculaire. On trouve du potassium dans les légumineuses. Le pois cassés et les lentilles peuvent en contenir jusqu'à 1200mg/100g ;

Le calcium renforce les os et favorise leur croissance ; Le sodium peut causer l'hypertension s'il est consommé à haute dose. Le sodium est généralement peu présent dans les légumes, sauf dans le cas des épinards où il représente environ 100mg/100g. Le magnésium est un meilleur anti-stress, il participe à de nombreux processus enzymatiques ;

Les oligo-éléments : Le fer est le composant essentiel du sang, il aide à fabriquer les globules rouges, transporte l'oxygène des poumons à toutes les parties du corps et aide au fonctionnement du cerveau.

Le zinc joue un rôle important dans l'immunité et la reproduction. Il participe par ailleurs à l'élaboration du goût, à la vision, à la cicatrisation et agit comme antioxydant. Le zinc entre également dans la composition de plus de 100 enzymes.

Les vitamines, micronutriments agissent comme des antioxydants. Les antioxydants permettent de lutter contre les radicaux libres. L'accumulation des radicaux libres dans les cellules est dangereuse car peut provoquer une altération de l'ADN, qui se traduit par un vieillissement cellulaire. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamines A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E), le lycopène, les polyphénols qui

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

sont le secret de la jeunesse. Ceci inclut les flavonoïdes, très répandus dans les végétaux, et les acides phénoliques également présents dans les légumes verts.

Les acides gras Oméga-3 classés comme acide gras essentiels sont des acides polyinsaturés qui protègent le cœur et les vaisseaux sanguins en prévenant l'oxydation du cholestérol. Les légumes les plus riches en oméga 3 (acide gras essentiel) sont : les épinards, les carottes. Toutes ces propriétés font qu'il est recommandé de consommer des légumes tous les jours, sous la forme d'une portion et des formes les plus diversifiées possibles à chaque repas.

V. Histoire de la tomate séchée :

C'est en Amérique du Sud que se situe l'origine de la tomate, *Solanum lypopersicum*. Son ancêtre sauvage était présent au Pérou, au Chili dans les vallées des Andes et en Equateur. Cette plante fut d'abord domestiquée au Mexique et améliorée par les Aztèques, et par les Espagnols fut rapportée en Europe et adopta son nom indien « tomate ». (Doré et varoquaux, 2006).

La tomate séchée est un produit issu d'une technique de conservation des tomates qui remonte à l'Antiquité. Les premières traces de tomates séchées remontent à l'époque des Aztèques, qui les séchaient au soleil pour les conserver pendant les périodes de pénurie alimentaire.

Au Moyen Âge, les tomates étaient également séchées pour être conservées tout au long de l'année. Les Italiens ont également commencé à sécher des tomates au soleil dès le XVème siècle. Au fil des siècles, la tomate séchée est devenue un ingrédient de base dans la cuisine méditerranéenne.

Au XXème siècle, la tomate séchée a gagné en popularité dans le monde entier grâce à l'essor de la cuisine italienne et méditerranéenne. Aujourd'hui, on peut trouver des tomates séchées dans une variété de plats, des pizzas aux salades en passant par les pâtes et les sandwiches.

Les tomates séchées sont souvent préparées en les faisant sécher au soleil ou en utilisant un déshydrateur. Les tomates sont coupées en tranches ou en quartiers, puis saupoudrées de sel et d'herbes avant d'être séchées pendant plusieurs jours jusqu'à ce qu'elles soient complètement déshydratées. Les tomates séchées sont souvent conservées dans de l'huile d'olive pour leur donner plus de saveur et prolonger leur durée de conservation.

Comme mentionné précédemment, les tomates séchées étaient utilisées dans la cuisine dès l'Antiquité. Les Aztèques, qui cultivent des tomates, les séchaient au soleil pour les conserver et les utiliser pendant les périodes de pénurie alimentaire. Cependant, ces tomates

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

séchées étaient probablement très différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui, car la variété de tomate cultivée à l'époque était plus petite et plus acide.

En Europe, les tomates ont été introduites au XVIème siècle après la découverte de l'Amérique. Cependant, les tomates n'ont pas été immédiatement acceptées en cuisine car elles étaient considérées comme étant toxiques. En effet, la plante de tomate fait partie de la famille des Solanacées, qui comprend également des plantes toxiques telles que la belladone et le tabac.

Ce n'est qu'au XVIIIème siècle que les tomates ont commencé à être utilisées dans la cuisine européenne, en particulier en Italie et en Espagne. Les Italiens ont commencé à sécher des tomates au soleil dès le XVème siècle, et la tomate séchée est devenue un ingrédient de base dans la cuisine italienne, notamment dans la région du sud de l'Italie connue sous le nom de Calabre. Les tomates séchées étaient souvent utilisées pour ajouter de la saveur et de la texture aux plats de pâtes et de pizza.

Au fil des siècles, la tomate séchée a gagné en popularité dans le monde entier, en particulier avec l'essor de la cuisine méditerranéenne. Aujourd'hui, les tomates séchées sont produites dans de nombreuses régions du monde et sont souvent utilisées dans les salades, les pâtes, les sandwichs, les pizzas et bien d'autres plats. Les tomates séchées sont également disponibles sous différentes formes, notamment dans de l'huile d'olive, marinées dans des herbes ou simplement séchées au soleil.

Plusieurs travaux internationaux et nationaux ont été effectués sur le séchage de la tomate ainsi que les techniques d'amélioration et de conservation ainsi que des guides de bonnes pratiques ont été élaborés nous notant ; **(Kisselmina Y, 2011) (Amsétou M, 2014) (Yousfi M, 2018) (Martin Hilmi et al ,2020) (Guide De Bonnes Pratiques De Production Des Tomates Séchées Tunisiennes, 2022).**

VI. Classification botanique :

La tomate appartient à la famille des Solanacées (Solanaceae), également appelée famille des nightshades. Avait été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicum*. D'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum* ; c'est finalement *Lycopersicum esculentum* L attribué par Philip Miller en 1754, qui a été retenue **(Munroe et Small, 1997). Cronquist (1981) ; Gaussen et al. (1982)** rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne : Plantae

Sous règne : Trachenobionta

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida (dicotylédones vraies)

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : Solanum

Espèce : *Solanum lycopersicum*

Le genre Solanum est très vaste et comprend de nombreuses autres plantes, telles que les aubergines, les poivrons et les pommes de terre. La tomate est donc étroitement liée à ces plantes, partageant de nombreux traits et caractéristiques communs.

VII. Classification génétique :

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (Gallais et Bannerot, 1992).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate :

VII. 1 Variétés fixées :

Il existe plus de cinq cent variétés (conserver les qualités parentales). Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sont sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (Polese, 2007).

VII. 2 Variétés hybrides :

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (Polese, 2007).

VIII. Description morphologique :

La tomate est une plante herbacée sensible au froid, vivace en climat chaud, généralement annuelle. C'est une plante à croissance indéterminée, mais il existe des variétés à

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

croissance déterminée, c'est-à-dire dont la fonction végétative, sur chaque tige, s'arrête précocement, puisque la tige se termine par un bouquet floral. Chez les variétés à port indéterminé, chaque bouquet floral est séparé par trois feuilles, et la plante peut croître ainsi indéfiniment. Chez les variétés à port déterminé, les inflorescences sont séparées par deux feuilles, puis une feuille, avant de se retrouver en position terminale sur la tige. La plante continue ensuite sa croissance non pas sur la tige principale, mais sur les tiges secondaires qui poussent à l'aisselle des feuilles (les « gourmands ») également de manière déterminée.

Son port dressé en début de croissance, devient retombant ou semi-retombant au fil de la croissance et de la ramification des tiges, nécessitant des supports selon les types de culture. Son système racinaire est de type pivotant à tendance fasciculée. Très dense et ramifié sur les trente premiers centimètres, il peut atteindre un mètre de profondeur.

La tige est anguleuse, épaisse aux entrenœuds, pubescente. De consistance herbacée en début de croissance, elle tend à devenir un peu ligneuse en vieillissant. La croissance de la tige, monopodiale au début, devient sympodiale après 4 ou 5 feuilles, c'est-à-dire que les bourgeons axillaires donnent naissance à des ramifications successives, tandis que les bourgeons terminaux produisent des fleurs ou avortent. Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent aussi par une inflorescence.

La tige et les feuilles portent deux types de poils : simples ou glanduleux, ces derniers contenant une huile essentielle qui donne son odeur caractéristique à la plante.

Les feuilles, alternes, longues de 10 à 25 cm, sont composées, imparipennées, et comprennent de 5 à 7 folioles aux lobes très découpés. Le bord du limbe est denté. Les vieilles feuilles perdent leur pouvoir photosynthétique et deviennent même nuisibles pour la plante, responsables du retard de croissance des fruits. Les professionnels les coupent, ce qui nécessite beaucoup de main-d'œuvre puisque cette opération doit se renouveler toutes les semaines (feuilles au-dessus des fruits à récolter).

La racine de la tomate pivotante pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices. La tige présente un port de croissance entre érigé et prostré, elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m, elle est pleine, fortement poilue et glandulaire. Les feuilles sont composées et velues. Elle répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse. Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires (**Shankara et al. 2005**).

Les fleurs sont de couleur jaunâtre, regroupées en cyme (**Anonyme, 1999**).

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Rey et Costes (1965), rappellent que la formule florale de la fleur est la suivante:

5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles.

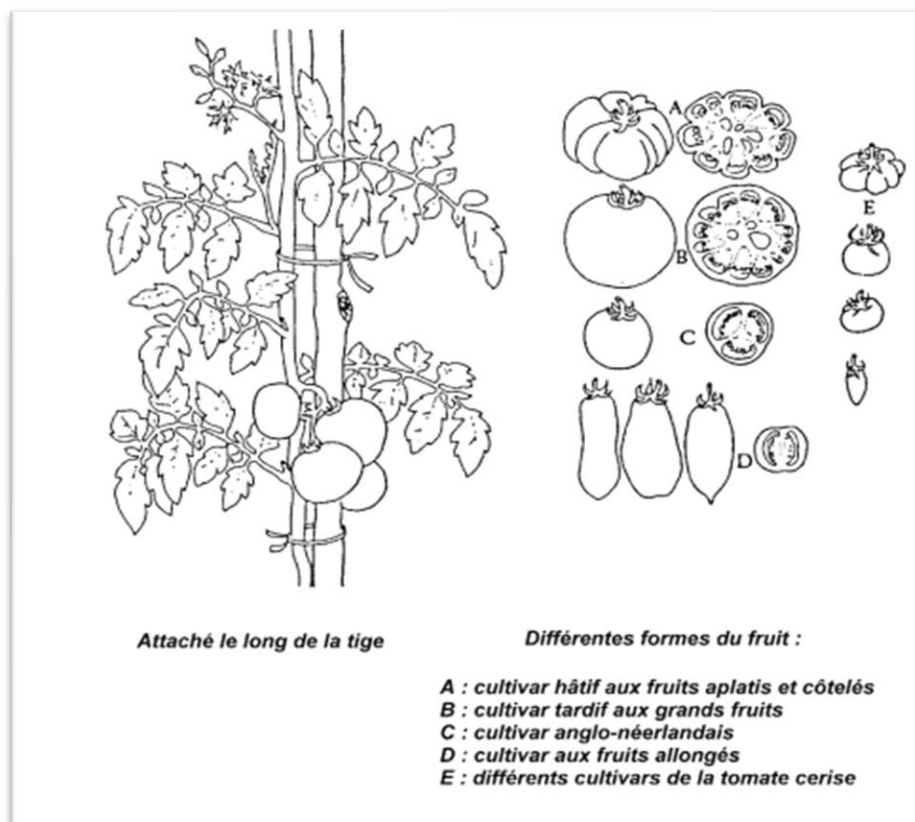


Fig n° 1 : Différentes variétés et formes de la tomate

Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés. Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g. (Shankara et al. 2005).

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE



Fig n° 2 : Structure et morphologie de la tomate

La tomate est un fruit mais cultivée et utilisée en tant q'un légume. Elle est constituée de trois parties : le péricarpe (peau et partie charnue), le gel (contenu dans les loges).et les graines. La peau consiste en trois couches de cellules de type épidermique ou hypodermique. L'épicarpe est formé par l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe. Les graines sont à l'intérieur de la tomate dans les loges.

L'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA) à mise aux point 3 nouvelles variétés de tomates à savoir FBT1 ; FBT2 ; FBT3. Ces variétés sont non seulement adaptées à la saison pluvieuse, mais offrent également une bonne aptitude à la transformation et à la conservation. Ces variétés sont un peu gros comparativement aux tomates cerise qui sont de petites tailles. Elles sont également fermes, moins juteuses et bien chaumes.

Photo 1 : Différents types de tomates



Tomate cerise



hybride



Tomates variétés



INERA Tomate industrielle

IX. Production de la tomate

- Dans le monde :

Les principaux pays producteurs de la tomate fraîche qui ont été remarqué en 2018 présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°4 : les principaux pays producteurs de la tomate fraîche en 2018

Position	Région	Production (Tonnes)	Position	Région	Production (Tonnes)
1	Chine	61 523 462	11	Nigéria	3 913 993
2	Inde	19 377 000	12	Fédération de Russie	2 899 664
3	États-Unis	12 612 139	13	Ukraine	2 324 070
4	Turquie	12 150 000	14	Ouzbékistan	2 284 217
5	Egypte	6 624 733	15	Maroc	1 409 437
6	Iran	6 577 109	16	Tunisie	1 357 621
7	Italie	5 798 103	17	Portugal	1 330 482
8	Espagne	4 768 595	18	Algérie	1 309 745
9	Mexique	4 559 375	19	Cameroun	1 068 495
10	Brésil	4 110 242	20	Indonésie	976 790

Source: FAOSTAT (avr. 09, 2020)

- En Algérie

En 2005 les pays de la Méditerranée couvrent 31% de la production mondiale de tomates, soit un volume global de 39 millions de tonnes environ au 19ème rang mondial. L'Algérie (avec 1% de la production mondiale) (**Giove et Abis, 2007**).

La culture de la tomate en Algérie a démarré dans les années 1920, dans la région de l'Est avec la création de la première conserverie TOMACOOOP Annaba. Les tomates industrielles sont principalement cultivées au Nord-Est du pays: la région d'El Tarf, Annaba, Guelma, Skikda et Jijel représente 85% de la superficie totale consacrée à cette culture. Le reste est réparti entre le centre du pays (7%) et l'Ouest (3%).

Selon un bilan réalisé par l'Association Algérienne des conserveurs de Tomate (ACTOM), sur une superficie cultivée de 38 000 ha (32 000 ha en 2009), la production de la tomate industrielle en Algérie a presque doublé en 2010 dépassant les 6,6 million de quintaux (mq) contre 3,8 mq en 2009. Les quantités de tomate fraîche transformées ont atteint 216 860 tonnes (t).

CHAPITRE I : Aperçu Bibliographique

La campagne 2014-2015 était absolument la meilleure lancée dans différentes régions du pays. On y compte entre 18 000 à 20 000 hectares cultivés, dont environ 95% à l'est, La récolte était fortement prometteuse : entre 400 000 à 500 000 tonnes de tomate fraîche, prédisent les agriculteurs. L'association ACTOM qui regroupe les professionnels de la filière transformation table, a affirmé sur une bonne production de concentré de tomate par dépasser les 80 000 tonnes réalisées en 2014. (Benouaret, 2015).

Tableau n°5 : Production de la tomate entre 1980-2012

Période	Hectare	Tonne	Tonne/Hectare
1980-1984	16 684	167 568	10.0
1990-1991	19 170	306 644	16.0
2000	16 710	341 447	20.4
2005	21 089	513 780	24.4
2011	20 575	771 605	37.5
2012	21 542	796 963	36.9

Le tableau n°5 : montre que la production pour le marché du frais progresse fortement et a atteint près de 800 000 tonnes en 2012. Elle est particulièrement importante à Biskra (150 000 tonnes), à Tipaza (76 000 tonnes), à Mostaganem (78 000 tonnes), à Alger (60 000 tonnes), 300 000 tonnes (40% de la production) proviennent de cultures sous serres (dont 150 000 t proviennent de Biskra). (Agro ligne, 2014).

CHAPITRE I : Aperçu Bibliographique

Tableau n° 06 : la production de tomates pour l'industrie entre 2000 et 2004

Période	Hectare	Tonne	Tonne/Hectare
2000	27 200	475 392	17,5
2005	21 265	509 665	24.0
2011	18 382	705 864	38.4
2012	18 591	852 387	45.9

Dans le tableau ci-dessus (06) on constate que la production de tomates pour l'industrie (850 000 tonnes en 2012) se développe. Les principales zones de production sont Skikda, Guelma et El Tarf. Une partie des tomates industrielles est dirigée vers le frais quand les cours sont attractifs. L'objectif est d'atteindre 80 000 à 120 000 tonnes de double concentré de tomate par an, ce qui est possible si l'Algérie améliore ses rendements à l'hectare (qui dépassaient déjà 45 t/ha en 2012). (**Agro ligne.com**).

Partie II. Généralités sur la technologie de séchage

Le séchage est le procédé permettant d'enlever par vaporisation ou par sublimation la majeure partie de l'eau appelée eau libre d'un produit liquide ou solide frais. Pour le cas des légumes, la teneur en eau résiduelle doit être entre 5 et 20% car la déshydratation ne doit pas être totale au risque d'altérer les qualités organoleptiques de ces légumes séchés (Sawadogo, 2013). La faible activité de l'eau des produits séchés favorise leur conservation car une diminution importante de l'eau dans un aliment contribue à enrayer la prolifération des microorganismes.

I. Types de séchage

Des plus traditionnelles aux plus innovantes, il existe plusieurs solutions de séchage pour le processus industriel. En fonction des besoins, le temps de traitement, la qualité finale du produit ou l'efficacité du procédé peuvent varier considérablement.

Il existe un grand nombre de méthodes de séchage différentes des applications et des produits : Les plus courantes sont le séchage au soleil, le séchage à l'air chaud, le séchage par contact, le séchage à l'infrarouge, la lyophilisation, le séchage sur lit fluidisé et le séchage diélectrique. Selon la nature des produits à traiter, qu'il s'agisse de denrées alimentaires ou de matériel industriel, ces méthodes s'avèrent plus ou moins adaptées.

I.1. Séchage à l'air chaud

Le séchage à l'air chaud est la méthode de séchage la plus courante à l'heure actuelle. Elle est simple et efficace pour les produits industriels et alimentaires solides et constitue une solution peu coûteuse. Toutefois, ce processus peut déshydrater complètement la surface du produit, ce qui entraîne des fissures ou un résultat hétérogène. Il peut également s'agir d'un processus lent, en fonction du produit et de la température de séchage admissible.

I.2. Séchage au soleil

Le séchage par exposition au soleil est la solution la plus ancienne et la plus économique. Elle est bien adaptée au séchage des fruits et légumes traditionnels dans les régions reculées, comme les abricots et les tomates, bien qu'elle ne préserve pas toutes les propriétés et les vitamines du produit. Mais cette méthode nécessite beaucoup d'espace et de temps, et offre peu de contrôle du processus.

I.3. Séchage des contacts

Cette méthode de séchage consiste à sécher un produit en le mettant en contact avec des parois chauffées. La plupart du temps, le séchage se fait dans des tambours rotatifs pour une

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

meilleure homogénéité. Cette technologie est surtout utilisée dans les procédés de séchage de l'industrie lourde. Cependant, le contact direct du produit avec les parois chaudes peut entraîner la dénaturation du produit séché, et l'homogénéité du processus n'est pas garantie.

I.4. Séchage à l'infrarouge

Le séchage par infrarouge permet d'évaporer l'eau ou le solvant à haute température. Il peut également être couplé à l'air chaud et est utilisé lorsque l'effet de séchage doit être concentré sur la surface du produit traité pour obtenir également un effet de torréfaction. Cette solution est loin d'être idéale pour les produits qui ne doivent pas être exposés à des températures élevées.

I.5. Lyophilisation

Le procédé de lyophilisation est basé sur l'effet de sublimation de l'eau dans un environnement à basse température et à basse pression. Il est souvent recommandé pour le séchage des produits alimentaires sensibles à la température, car il préserve la plupart des propriétés organoleptiques. D'autre part, la lyophilisation est une technologie relativement lente et coûteuse, et il s'agit principalement d'un procédé par lots car il fonctionne à basse pression.

I.6. Séchage en lit fluidisé

Cette technologie consiste à mélanger de l'air et des particules solides afin que l'ensemble se comporte comme un fluide. Elle est principalement utilisée pour sécher des graines ou des matériaux granuleux. Cette méthode de séchage est la plupart du temps très rapide. En revanche, le produit traité est soumis à une température élevée qui peut le dénaturer.

I.7. Séchage diélectrique

Enfin, le séchage par micro-ondes et radiofréquences est basé sur la technologie du séchage diélectrique. En chauffant simultanément tout le volume du produit, il est particulièrement recommandé dans les applications où un séchage homogène et doux est requis. Cette solution est la plus adaptée pour sécher les produits thermosensibles dans le domaine alimentaire, industriel et médical, afin de préserver toutes leurs propriétés.

- **Procédé de séchage à pression atmosphérique**

Il est basé sur la circulation naturelle ou forcée d'air chaud dans les séchoirs classiques agricoles qui sont des tours verticales comportant des plateaux superposés sur lesquels sont disposés les produits ; la circulation forcée d'air chaud est employée dans les industries qui sont discontinues

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Exemple : Le séchoir solaire où l'énergie est captée à l'aide du dispositif particulier appelé capteur qui permet d'obtenir de l'air chaud. Les produits sont placés dans une chambre de séchage par cet air chauffé. Les séchoirs sont à circulation naturelle ou forcée d'air.

II. Dynamisme du processus de séchage

La vitesse d'évaporation de l'eau varie au cours du séchage en fonction de la teneur en eau du produit frais. Le début de séchage est marqué par une période très courte, passant souvent inaperçue. Elle correspond au réchauffement du produit jusqu'à ce que la quantité de chaleur transmise par l'air chaud soit en équilibre avec celle consommée par évaporation.

La période suivante est la période de séchage à vitesse constante, correspondant à l'élimination de l'eau libre. Elle dure jusqu'à ce que l'humidité critique soit atteinte c'est-à-dire jusqu'au moment où cesse la diffusion de l'eau libre à la surface du produit. Cette phase n'est pas observée lorsque la teneur en eau du produit n'est pas élevée.

Enfin vient la phase du séchage à vitesse décroissante : La vitesse de séchage décroît et devient nulle lorsque l'humidité d'équilibre est atteinte. Pendant cette phase a lieu la disparition totale de l'eau libre, puis une élimination partielle de l'eau liée aux constituants du produit dont le déplacement à travers la couche sèche est très lent. Seule une évaluation de la température de séchage permet d'éviter que la vitesse de séchage ne devienne nulle.

III. Facteurs influençant le séchage

Le séchage industriel peut affecter la valeur nutritive des aliments en fonction de la méthode de séchage utilisée, de la température de séchage et de la durée de séchage. Une étude a montré que le mode de séchage et de stockage peut influencer la composition chimique des aliments, qui est un facteur important de leur valeur nutritive. Cependant, lorsque le séchage est correctement effectué, la qualité nutritionnelle, la couleur, la saveur et la texture des aliments séchés réhydratés ne sont que légèrement altérées. Il est donc important de choisir la méthode de séchage appropriée pour préserver la qualité et la valeur nutritive des aliments.

a. Nature des produits

Le produit doit avoir une structure poreuse. Plus les pores sont nombreux et uniformément repartis, plus l'eau se déplace facilement et le séchage est rapide. Les produits coupés en tranche ou en rondelles minces ont une surface spécifique plus grande qui augmente la surface totale d'évaporation, favorisant le séchage.

b. Température de séchage

La température de l'air chaud doit être au moins de 75°C pour détruire les enzymes afin d'éviter le brunissement enzymatique de certains légumes. Mais au-dessus de 100°C on risque une caramélisation des sucres et des modifications de couleur et de saveur. Dans la pratique il faut déterminer les températures que peut supporter le produit qui correspondent à la température d'entrée et à la température de sortie de l'air chargé d'humidité pour éviter la condensation des vapeurs.

c. Vitesse de l'air

Si la vitesse de l'air est lente, le séchage est lent car l'air est rapidement chargé d'humidité et l'entraînement des vapeurs d'eau est faible. Mais si la vitesse est élevée, l'évaporation est lente. La vitesse de l'air est généralement comprise entre 2 et 5 m/s.

VI. Opérations préliminaires au séchage

Les produits destinés au séchage sont triés, lavés, parés, découpés et éventuellement blanchis, immergés dans des solutions de bisulfites ou échaudées dans une saumure pour éviter le brunissement pendant le séchage. En fonction de la matière première et de l'effet recherché, on peut additionner à l'eau de blanchiment de l'acide citrique, du chlorure de calcium et du bicarbonate de sodium.

V. Conditionnement des produits séchés

Un emballage imperméable à la vapeur d'eau et un entreposage dans des conditions hygroscopiques convenables sont nécessaires pour une conservation de longue durée. La température d'entreposage doit être inférieure à 25°C. Du fait de leur porosité, les produits déshydratés sont particulièrement sensibles aux réactions d'oxydation qui restent le facteur limitant de leur conservation. L'emballage sous vide ou sous gaz inerte (azote, COM) doit être un matériau imperméable à l'oxygène afin de protéger certains pigments, vitamines et arôme.

VI. Définition de tomate séchée

Les tomates séchées sont des tomates déshydratées par séchage au soleil (traditionnel) ou au four (industriel). Cette méthode vient du sud de l'Italie. Elles peuvent être utilisées en cuisine de différentes manières.

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

VI.1. Séchage de tomate

Le séchage de la tomate est une opération importante dans les domaines agro-alimentaire et industriel, il consiste à éliminer totalement ou partiellement l'eau d'un produit humide. Le séchage direct au soleil (séchage solaire) est la méthode la plus utilisée dans la plupart des pays en voie de développement, pour préserver les produits agro-alimentaires.

Pendant le séchage par cette technique, des pertes considérables, en qualités, et en quantités, peuvent se produire en raison de diverses influences telles que les oiseaux, les insectes, les micro-organismes, les poussières, les pluies etc. L'utilisation des séchoirs solaires dans les pays en voie de développement peut:

- Réduire les pertes et améliorer la qualité du produit sec
- Permettre une satisfaction de la demande du marché de façon durable
- Augmenter la plus value de la production
- Limiter les pertes post récoltes dues à la manutention

VI.2 Intérêt économique de La tomate

La tomate est cultivée dans tous les pays sous toutes les latitudes, de l'équateur à quasiment le cercle polaire. Les fruits sont destinés à la consommation en frais ou à la transformation (**Laterrot et al, 1992**). C'est aujourd'hui le légume d'intérêt commercial le plus important (**Ferrero, 2009**).

La culture de la tomate est très répandue dans le monde entier mais 90% de la production mondiale est obtenue dans l'hémisphère nord (bassin méditerranéen, Californie et Chine). En 2011, environ 159 millions de tonnes de tomates ont été produites dans le monde (**Faostat, 2013**).

En Algérie, la tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher (**Ferrero, 2009**). Selon **Faostat (2013)** la production de tomate en Algérie est de 7,9 millions de tonnes en 2012 et elle est cultivée sur 23500 ha

VI.3 Intérêts médicinales

La tomate aurait un usage traditionnel de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, réputé pour ses

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (**Faostat, 2013**).

Cancer

Certaines études publiées sur United States National Library of Médecine ont révélées que la consommation fréquente ou régulière de la tomate pourrait réduire le risque de développer le cancer de la prostate, aussi bien que d'autres tumeurs malignes telles que les cancers du pancréas, du poumon, du côlon, du rectum, de l'estomac, de la cavité orale, de l'œsophage, du sein et du col de l'utérus (**Faostat, 2013**).

Maladies cardiovasculaires

Une autre étude menée chez des femmes a démontré que ce même fruit pourrait réduire leurs risques de souffrir des maladies cardiovasculaires et baisser le taux de leurs lipoprotéines de basse densité. Les chercheurs pensent que ces effets bénéfiques pourraient être dus au lycopène associé à d'autres composés antioxydants et des vitamines (**Faostat, 2013**).

Toxicité et risques alimentaires

La plante contient dans tous ses organes de l' α -tomatine, glycoalcaloïde astéroïde toxique, proche de la solanine de la pomme de terre, et qui peut présenter un danger pour le bétail. La tomatine a des propriétés antibiotiques et antifongiques sa teneur est faible pour les fruits mûrs de l'ordre de 0,03 à 0,08 mg.100 g⁻¹ et nettement plus élevée pour les fruits immatures, de 0,9 à 55 mg.100g⁻¹ sans danger toutefois pour la consommation humaine (**Faostat, 2013**).

La consommation de tomates, en particulier de tomates crues, peut provoquer chez certaines personnes des indispositions en raison de la présence de saponines et solanine, et des réactions allergiques, pouvant aller jusqu'à un choc anaphylactique. Ce phénomène relativement rare d'allergie alimentaire est dû à la présence dans les tomates mûres de protéines de liaison avec les immunoglobulines E, dont le taux tends augmenter avec le mûrissement du fruit (**Faostat, 2013**).

CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau n°07 : Composition chimique globale des résidus de tomates

N°	COMPOSITION	Teneur en %
01	Matière Sèche (M.S)	92,20 à 95
02	Matière Azotée Totale (M.A.T)	16,80 à 29,58
03	Mg	03,45 à 21,93
04	Glucides : Glucides Cytosoliques	03,60
05	Cellulose	04,00
06	Hémicelluloses (Xylanes, Glucanes, Mannanes, Arabinogalactane)	25 - 30
07	Glycoprotéines	005,00
08	Lignines	20 - 25

Tableau n°08: les cendres

N°	LES MACROÉLÉMENTS
01	Les cendres : Les macroéléments : Ca (1.1 à 5.2g/Kg), P (0.91 à 8g/Kg), Mg (2.1 à 2.41g/Kg), Na (0.14 à 0.27g/Kg), K (7 à 8.35g /Kg)
	LES OLIGOÉLÉMENTS
02	Fe (246 à 551 ppm), Cu (12.15 à 20 ppm), Zn (5 à 56.9ppm), Mn (31.71 à 37.2ppm)

Source : *Cotte, 2000.*

Chapitre II :

Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

L'industrie agroalimentaire Algérienne n'échappe pas aux influences de l'évolution mondiale, elle est influencée par celle des agro-industries dans le monde, en raison de sa dépendance à l'égard du marché international des produits de base, mais aussi de ceux de l'équipement et de la technologie

Le développement du secteur agricole et agroalimentaire et un enjeu majeur pour l'Algérie aux niveaux économique, politique et social, sur le plan intérieur, il emploie actuellement 1,6 million de personnes soit 23 % de la population active : il s'agit de la deuxième industrie du pays, après l'Algérie plus d'un million d'exploitations agricoles couvrant plus 8,5 million d'hectares de terre arables, exploitées par l'arboriculture (41 %) de les cultures maraichères (26 %) et les grandes cultures (33%) principalement céréalières.

I. Structure d'accueil

Nous avons effectué notre stage au niveau d'une unité de séchage et de transformation des fruits et légumes dans le cadre de visualiser le procédé utilisé pour la transformation du légume choisi pour cette étude « la tomate »

Description de l'unité de séchage

Sarl Noujoum pour la Transformation de fruits et légumes est une société Algérienne fonctionnelle dans le secteur privé à responsabilité limitée créée en 2013 sise à Tlemcen spécialisée dans la transformation et la production des fruits et légumes (Pruneaux, raisins secs tomate séchée, poivron...).

La société transforme la tomate de variété dite industrielle en tomate séchée par la méthode de séchage à air chaud en utilisant des fours industriels (tunnels).

II. Les étapes de préparation et de transformation

A. Réception, pesage et déchargement des tomates fraîches

Les tomates fraîches utilisées pour le séchage proviennent des champs de cultures environnants. Une opération de contrôle et d'évaluation de la qualité à la réception des tomates fraîches est nécessaire afin de garantir une bonne qualité, une maturité et une fermeté convenables.

Chapitre II : Matériels et méthodes

B. Stockage intermédiaire

Les tomates fraîches doivent être déchargées dans une zone propre et aérée et ne doivent pas être exposées directement au soleil. Le lieu de stockage doit être conçu de manière à empêcher les dégâts physiques des tomates, garantir un environnement permettant de réduire au minimum la détérioration des tomates (température, humidité relative) et de les protéger contre la contamination pendant le stockage. Il faut que la durée du stockage intermédiaire des tomates fraîches doit être courte afin de préserver la qualité.

C. Lavage et rinçage

Le lavage des tomates permet d'éliminer les impuretés et les traces de pesticides des surfaces. L'eau du lavage et du rinçage doit être de qualité potable et doit être changée régulièrement en fonction de la fréquence d'utilisation. Les caisses une fois vidées seront lavées et entreposées sous un abri. Après cette opération préliminaire les tomates sont laissées égoutter quelques temps.



Photo n°2 : lavage, triage et découpage de la tomate

D. Triage et calibrage

L'objectif est d'éliminer les tomates vertes et pourries ainsi que les débris, calibrer les tomates fraîches en fonction de leurs tailles pour maîtriser la technique de séchage.

E. Découpage et Salage

Le découpage de la tomate fraîche se fait dans le sens de la longueur en deux moitiés égales sur le milieu de l'axe longitudinal. La découpe est réalisée avec un instrument inoxydable, bien aiguisé et propre. L'intervalle séparant la découpe et le séchage doit être le plus court possible afin d'éviter l'altération des tomates fraîches coupées et la prolifération microbienne.

Le salage doit être pratiqué juste après la découpe et l'étalage des tomates fraîches sur les claies espacées de 2 mm. Il permet la diminution de l'activité de l'eau de la tomate fraîche coupée pour inhiber le développement microbien et réduire les réactions enzymatiques. Le taux de sel alimentaire utilisé est en général de 5 % (5 kg de sel /100kg de tomate fraîche). Le salage par saupoudrage en utilisant une passoire manuelle: l'inconvénient du salage manuel est le fait que le sel peut être distribué de manière inégale.

F. Séchage

Le séchage est le processus de conservation des tomates. Juste après la découpe, les tomates sont disposées sur des claies pour être séchées dans les fours. La durée du séchage est le temps nécessaire pour sécher les tomates fraîches coupées; elles doivent être contrôlées, jusqu'à atteindre la teneur en eau souhaitée. La température de séchage ne doit pas dépasser 70°C pour éviter que la surface ne devienne dure et forme une croûte qui empêchera la diffusion de l'eau contenue à l'intérieur des tomates. Pour la bonne réussite de cette opération, il est important de suivre les paramètres temps, température, hygrométrie, effectuer une rotation des chariots, afin d'obtenir une bonne homogénéité du séchage. Contrôler régulièrement le taux de matière sèche et l'activité de l'eau des tomates jusqu'à l'obtention du produit souhaité.

G. Triage des tomates séchées

Après séchage, les tomates séchées sont triées sur une table en inox avant le conditionnement pour éliminer les parties présentant des défauts de couleur, d'aspect et de forme ainsi que les morceaux de tomates qui ne sont pas suffisamment secs.



Photo n°3 : séchage, triage et conditionnement

H. Conditionnement

Après le tri et la classification par catégories, les tomates séchées sont pesées et conditionnées dans un emballage adéquat pour la commercialisation. Les emballages vides sont stockés, dans des endroits à part non humides sur des palettes et à l'abri des rongeurs et des parasites.

Une estimation de 60kg de tomate fraîche de taille moyenne permet d'obtenir 1 kg de tomate sèche.



Fig n°3 : Schéma des différentes étapes du séchage de la tomate

Essaie d'amélioration du processus de séchage

Après le suivi du procédé de séchage de la tomate, nous avons essayé d'apporter quelques améliorations à savoir:

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fabrication (BPF) au niveau de chaque étape du procédé ;

Bonnes pratiques d'hygiène

Selon le comité de suivi pour l'élaboration du guide de bonnes pratiques d'hygiène, il ressort que les bonnes pratiques d'hygiène font partie intégrante des systèmes de gestion de la sécurité sanitaire des aliments dont le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), Le HACCP est un ensemble de procédés qui analyse les dangers et les risques liés à la consommation des produits transformés puis, détermine les points critiques lors de ces transformations afin de les maîtriser pour une production de qualité. Les BPH sont appliquées à tous les produits afin d'améliorer l'hygiène des denrées alimentaires. Ils sont appliqués par les

Chapitre II : Matériels et méthodes

entreprises agroalimentaires sur toute la chaîne de production ou de transformation c'est-à-dire de l'entrée de la matière première jusqu'à la sortie du produit fini. Les BPH sont basées sur le système des 5M à savoir le Matériel, le Milieu, la Main d'œuvre, la Matière première et la Méthode.

La réalisation du nettoyage et de la désinfection vise 3 objectifs à savoir :

- ❖ La propreté physique, chimique et microbiologique.

Nous avons mis en œuvre :

- ❖ L'assurance de l'hygiène du personnel ;
- ❖ Le port de blouse pendant la production ;

Le nettoyage (lavage) des équipements (séchoirs, couteaux, plateaux, caisses) et les autres matériels avant et après la production afin d'assurer un produit de qualité; la désinfection des équipements avec de l'eau de javel afin de réduire ou d'éliminer les microorganismes, surtout indésirables développés sur le matériel non lavé après la première production et utilisé pour la seconde production

- ❖ L'environnement de la production qui est ici la salle de découpage des tomates, de conditionnement et de stockage.

Conclusion

Conclusion

Cette étude nous a permis de diagnostiquer le procédé de production détaillée des tomates séchées ainsi que les paramètres nécessaires à la production.

Le séchage des produits maraîchères est une méthode de stockage et de conservation et permet d'améliorer la qualité organoleptique et nutritionnelle (meilleur goût, moins d'impuretés...) des produits finis.

En général, le séchage a globalement moins d'inconvénients que d'autres procédés de conservation (appertisation, congélation ou traitement aseptique). Le séchage des fruits, des légumes et des épices reste encore une méthode très répandue de conservation des aliments.

Pour une Bonne pratique de fabrication, il est recommandé de maîtriser le couple temps-température. Aussi il est recommandé de renforcer la protection contre la poussière afin de réduire le plus de charges minérales (impuretés).

En perspective, une standardisation des techniques de production doit être envisagée. Pour cela, des programmes d'encadrements techniques et financiers doivent être mis en place pour assurer la formation des producteurs sur le séchage de tomate.

Des études doivent être poursuivies sur ce type de procédé de séchage pour une meilleure application de cette technique sur la tomate, et pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle et microbiologique du produit fini.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

1. **Agassounon Djikpo Tchibozo M., Gomez S., Tchobo F.P., Soumanou M.M. et Toukourou F. 2012.** Essai de conservation de la tomate par la technique de la Déshydratation Imprégnation par Immersion (DII). 657-669 p
2. **(Amsétou M, 2014)**
3. **Anonyme 2009.** Sarl CASAP. Variétés de tomate. (PDF).3P.Benard,).
4. **Aprifel 2011.** Agence pour la recherche et l'information en fruits et légumes, Rencontre De L'aprifel 30 novembre 2011 « Consommer au moins 5 fruits et légumes, Quel impact pour notre avenir ? ».
5. **Aucy, 2012** « composition des legumes », compagnie cecab d'aucy (marque française du domaine agroalimentaire appartenant au groupe cecab), commerce international projet exportation de produits surgelés.
6. **Benouaret, 2015** Benouaret, R., Goujon, E., & Goupil, P. Grape marc extract causes early perception events, defence reactions and hypersensitive response in cultured tobacco cells. *Plant Physiology and Biochemistry*.
7. **Claire Doré., Fabrice Varoquaux., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, *Collection Savoir faire*, Editions Quae,.
8. **Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of following plants.
9. **Doré et varoquaux, 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ouvrage, Editions Quae, 4 juil. 2006 - 812 pages.
10. **FAO-Stat 2009.** World tomatoes, all production by country, 1990-2005
11. **Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA. Paris.
12. **Gausson H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982.** Précis de Botanique. 2eme ed. Masson.
13. **Giove et Abis S., 2007.** Place de la Méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEAM N=°23. Paris.
14. **Guide de bonnes pratiques de production des tomates séchées tunisiennes, 2022.** Ed Fev 2022.
15. **Hilmi Martin., 2020.** Street food vendors' entrepreneurial marketing characteristics and practices from 12 countries: what lessons can be learnt for improving food marketing in BOP/Subsistence marketplaces, *Middle East Journal of Agriculture Research*, 9(02):321-3482020.
16. <https://agroligne.com>
17. **Kisselmina Y. 2011.** Amélioration de la qualité de la tomate séchée par microondes assistés par air chaud avec pilotage de la puissance spécifique. Thèse Doc , Institut des

Références Bibliographiques

- sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech).
18. **Laterrot H et Philouze J., 1992.** Amélioration variétale de la tomate: Objectifs et critères de sélection. In Gallais et H. Bennerot (eds). Amélioration variétale des espèces cultivées. INRA, Paris.
 19. **Maxime Ferrero., 2009.** Le système Tritrophique Tomate-tetranyques Tisserands-phytoseiulus longipes étude de La variabilité des comportements alimentaires Du prédateur et conséquences Pour La Lutte Biologique, Thèse Doct Montpellier Sup Agro.
 20. **Munro D. B.et Small E., 1998.** Les legumes du Canada .NRC Research Press.(Vegetables of Canada By Munro Derek B., Small E. null 10.1139/9780660195032 46852 Vegetables of Canada Derek B., Munro E., Small N.R.,(1997). Copyright NRC Research Press Canada).
 21. **Ndjouenkeuensai R., 2002.** Opportunité d'amélioration de la qualité de la poudre de tomate par couplage entre la déshydratation osmotique et le séchage » 5 p
 22. **Ouédraogo O., 2013** « Cours technologie alimentaire : Licence agro-alimentaire »
 23. Paul Robert. *Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Société du Nouveau Littré, Paris 1967. Un vol.in-8°, XXXII + 1971 p. », *Le français moderne*.
 24. **Polese J.M. 2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis.
 25. **Rey Y. et Costes C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA.
 26. **Sawadogo. H. L., 2013.** « Cours technologie de fruits et légumes-DESS IAA- Université de Ouagadougou» 69 p
 27. **Schweitzer A. 2007.** Catalogue des produits du département agro transformation. 34p.
 28. **Shankara N., Joep van L., Marja G., Martin H. Barbara van D., 2005.** La culture de la tomate production, transformation et commercialisation.
 29. **Sousa, M. and Tesarik, J. 1994.** Composition nutritionnelle des légumes et dérivées Amélioration et diversification du séchage solaire domestique.
 30. **Thierry Wojciak., 2013.** « Le Monde et Doctissimo lancent le magazine Sens & Santé » [archive], sur CB News, 22 février 2013.
 31. **Yousfi Mohammed, 2018** .Contribution des parcours à l'alimentation des petits ruminants en steppe et dans la wilaya de Djelfa.