



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : AMZIANE Elhacen et CHORFI Abdelkader

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

Étude effet des méthodes de séchage sur la caractéristique
biochimique et microbiologique de deux substances le kiwi
et l'orange.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme LOUNICI S	MAA	Président
Mme HAMINI F	MAA	Examineur
Mme ALLALI K	MCB	Encadrante

Année universitaire : 2022

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Allah le tout-puissant pour toute la volonté et le courage qu'il nous a donné pour achever ce travail.

*Nous remercions chaleureusement notre encadrante Mme « **ALLALI. K** », pour ses aides, ses encouragements et ses conseils durant toute la période du projet.*

*Nous tenons à remercier chaleureusement Mme « **LOUNICI. S** » pour l'honneur de présider le jury.*

*Nos vifs remerciements vont également à Mme « **HAMINI. F** » d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous exprimons aussi notre gratitude à tous les enseignants rencontrés lors de notre cycle universitaire. Également, nous adressons un grand merci aux ingénieurs de laboratoire de département d'agronomie pour leurs générosités et la grande patience.

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Enfin, merci pour toutes nos familles et nos amis qui par leurs encouragements, ont pu surmonter tous les obstacles.

Dédicace

Avec l'aide de DIEU tout puissant, je dédie ce modeste travail qui est le fruit de ma profonde reconnaissance à :

A mes très chers parents en reconnaissance pour leur patience sacrifices, de leurs précieux conseils, de leur soutien moral et de leurs encouragements.

A mes très chers frères.

A toute ma famille.

A mes amies et camarades.

A ceux qui ont attribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Abdelkader

Dédicace

Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur amour, patience et pour tout ce qui ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.

A ma mère qui m'a encouragé pendant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aura pas eu lieu.

A mon père, qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon amour et mon profond respect.

A mes chers sœurs et frères.

A toutes et tous mes amis de la promotion.

A tous ceux que j'ai connus au cours de mon cursus.

Elhacen

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Tomates séchées au soleil en Sicile (Sabino Parente)	6
2	Séchoir solaire indirect	7
3	Schéma d'une micro-onde	9
4	Etuve de séchage	9
5	Organigramme représentant le protocole de séchage de fruits	15
6	I.1 Les différentes étapes du séchage et broyage du kiwi	15
7	Les différentes étapes du séchage et broyage d'orange	16
8	Mesure de la teneur en eau (photographie originale)	17
9	<i>Mesure de PH (photographie originale)</i>	18
10	<i>Mesure de conductivité électrique (photographie originale)</i>	19
11	<i>Mesure de l'acidité titrable (photographie originale)</i>	20
12	<i>Préparation de la solution mère e dilutions (photographie originale)</i>	20
13	Evolution de la masse du kiwi fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve	22
14	Evolution de la masse d'orange fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve	22
15	Evolution de la masse du kiwi fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve et par four à chauffage électrique	23
16	Evolution de la masse d'orange fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve et par four à chauffage électrique	23
17	Taux d'humidité et de matière sèche de kiwi séchée et orange séchée	26
18	Valeurs de pH de kiwi séchée et orange séchée	26
19	Conductivité électrique de kiwi séchée et orange séchée	27
20	Valeurs de l'acidité titrable de kiwis séchées et oranges séchées	27
21	Aspects macroscopique et microscopique de toutes les moisissures et levures isolés sur les fruits séchés	30

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Différentes altérations des fruits et légumes lors de séchage	13
2	Les résultats obtenus pour les fruits	25
3	Les résultats de l'analyse microbiologique des fruits séchés	29

Liste de l'abréviation

AT %	Acidité titrable.
CE	Conductivité électrique.
CT	Coliformes totaux.
CTT	Coliformes thermotolérants.
FTAM	Flore totale aérobie mésophile.
H%	Taux d'humidité ou teneur en eau.
MS %	Matière sèche.
PH	Potentielle d'hydrogène.
PCA	Plat count agar.
VRBL	Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre
UFC	Unité formant colonie.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste de l'abréviation

Introduction _____ 1

Partie théorique

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

I.1. Historique	3
I.2. Définition de séchage	3
I.3. Objectif de séchage	4
I.4. Principaux types de séchage	4
I.5. Les domaines d'utilisations	4
I.5.1. Industrie agro-alimentaire	5
I.5.2. Industrie papetière	5
I.5.3. Industrie du bois	5
I.5.4. Industrie de liège	5
I.5.5. Matériaux de construction et industrie céramique	5
I.5.6. La biotechnologie et l'industrie pharmaceutique	6
I.6. Technologies de séchage	6
I.6.1. Méthodes traditionnelles au soleil	6
I.6.2. Les séchoirs solaires	6
I.6.3. Séchage par ébullition	7

I.6.4. Séchage osmotique	7
I.6.5. Lyophilisation	8
I.6.6. Le séchage par micro-ondes	8
I.6.7. Séchage à l'étuve	9
I.7. Avantages et inconvénients des produits agro-alimentaires	10
I.7.1. Les avantages	10
I.7.2. Les inconvénients de séchage	10
II. Séchage des fruits et légumes dans le domaine agro-alimentaire	10
II.1. Effet de séchage sur la qualité des fruits séchés	11
II.1.1. La qualité sensorielle	11
II.1.2. Qualité nutritionnelle des fruits séchés	12
II.1.3. Qualité microbiologique	12
III. Altération des fruits secs	12
III.1. Altération biochimique et enzymatique	12
III.2. Altération microbiologique	13
 Partie expérimentale	
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	
IV. Matériel végétal	14
IV.1. Préparation et séchage des fruits	14
IV.2. Broyage du végétal	14
V. Méthodes d'analyses	16
V.1. Analyses physicochimiques	16

V.1.1. Détermination de la teneur en eau	16
V.1.2. Matière sèche	17
V.1.3. Mesure de PH	17
V.1.4. Détermination de la conductivité électrique	18
V.1.5. Détermination de l'acidité titrable	19
V.2. Analyses microbiologiques	20
V.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions.....	20
V.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	21
V.2.3. Dénombrement des levures et moisissures	21
V.2.4. Dénombrement des coliforme (CT) et (CTT)	21
V.2.5. Présence de staphylococcus aureus	21

Chapitre 03 : Résultats et discussion

VI. Cinétique de séchage	32
VI.1. Cinétique de séchage de kiwi	22
VI.2. Cinétique de séchage d'orange	22
VI.3. Comparaison entre cinétiques de séchage par étuve et four à chauffage électrique (micro-ondes).....	23
VI.4. Discussion	24
VII. Résultats d'analyses physico-chimiques	25
VII.1. La teneur en eau	25
VII.2. PH	26
VII.3. Conductivité électrique	27
VII.4. Acidité titrable	27

VII.5. Discussion	27
VIII. Les résultats des analyses microbiologiques	29
VIII.1. Levures et moisissures	30
VIII.2. Discussion	31
Conclusion générale	33
Références Bibliographies	34

Annexe

Résumé

الملخص

Introduction

Introduction

Du point de vue de la consommation, les fruits sont des produits végétaux aux saveurs aromatiques, souvent avec une douceur naturelle (Anonyme, 2012). L'importance nutritionnelle, sanitaire et économique des fruits est bien reconnue. Ils sont souvent considérés comme des « aliments fonctionnels » car ils sont riches en vitamines, minéraux essentiels, fibres alimentaires, composés phénoliques, protéines et une quantité considérable de calories (Grigoraş, 2012).

Le séchage des fruits et légumes est l'une des plus anciennes méthodes de conservation des aliments connues de l'homme, car il a un impact important sur la qualité des produits secs.

L'objectif principal du séchage des produits agricoles est de réduire la teneur en humidité à des niveaux permettant un stockage à long terme sûr pour lutter contre ces risques de contamination microbienne et retarder la détérioration physico-chimique. Il peut également réduire le poids et l'encombrement, réduisant ainsi les coûts d'emballage, de stockage et d'expédition (Heldman, et al, 2006).

Bien que la technique de séchage conventionnel (air libre) soit naturelle mais les techniques non conventionnel (micro-ondes et étuve) sont devenues très populaire ces dernières années car ils semblent très prometteurs, en fournissant une énergie uniforme et une conductivité thermique élevée vers les surfaces internes de matériaux, économies d'énergie et empêche toute dégradation thermique, par conséquent, avoir des produits finis de haute qualité (Sedda et Amira ,2018). En effet, le développement de nouvelles méthodes de séchage est essentiel pour la conservation des aliments (Sharma et Prasad, 2004).

C'est dans ce contexte, l'objectif de notre étude était de déterminer l'effet de différentes méthodes de séchage sur le kiwi et l'orange sur leur qualité, leur propriété physico-chimique et microbiologique.

Ce travail comporte trois parties : une partie théorique et une partie expérimentale. La partie théorique se compose une étude bibliographique sur le séchage.

Dans la partie expérimentale, nous introduisons les principaux paramètres physico-chimiques de deux fruits déshydratés (kiwi et orange), qui sont : la teneur en eau, la matière sèche, le pH, l'acidité titrable, la conductivité électrique. Quant à l'analyse microbiologique, elle repose sur une recherche des bactéries aérobies mésophiles totales,

Introduction

des levures et moisissures, des coliformes totaux, des coliformes thermotolérants et des *Staphylococcus aureus*.

La dernière partie constitue la présentation des principaux résultats obtenus et leurs discussions.

Chapitre : 1

Synthèse
bibliographique

I.1. Historique

Le séchage est l'une des plus anciennes méthodes connues de conservation des aliments, les primitifs séchaient les herbes, les racines, les fruits et les viandes en les exposant au soleil. Ils avaient appris que le séchage des aliments leur permettait de survivre durant les durs et longs hivers alors que la nourriture était plus rare ou encore inexistante. En plus de sa haute valeur nutritive, les aliments déshydratés permettaient aux anciens d'aller plus loin dans la chasse ou dans les voyages d'aventure. En fait, les premiers rapports écrits sur le sujet indiquent que les Phéniciens, ainsi que d'autres pêcheurs méditerranéens, faisaient sécher leurs prises à l'air libre. En tant que tel, le séchage des feuilles de thé au soleil est très courant chez les Chinois. Même pendant les expéditions des XVe et XVIe siècles, la plupart des marins consommaient une variété d'aliments secs pour se maintenir en bonne santé pendant leurs voyages en mer (Adlane et Mohamedi, 2021).

D'autre part, plusieurs autres cultures mangent une variété d'aliments déshydratés. Par exemple, des scientifiques ont récemment découvert une variété d'aliments déshydratés, notamment des grains de blé, lors de la fouille de tombes égyptiennes antiques. Ces aliments sont conçus pour maintenir l'esprit du défunt dans son voyage vers l'au-delà. Dans une expérience, des grains qui séchaient depuis des siècles ont été réhydratés. Ils poussent miraculeusement, prouvant que le séchage est une méthode naturelle et viable de conservation des aliments à long terme (Adlane et Mohamedi, 2021).

I.2. Définition de séchage

Le séchage est une opération ayant pour but d'éliminer partiellement ou totalement l'eau d'un corps humide par évaporation de cette eau. Cette opération met en jeu un transfert de chaleur (une fourniture de chaleur permet le changement de phase du liquide.) et un transfert de masse (le liquide imprégnant le solide passe à l'état de vapeur dans l'air asséchant) (Boughali, 2010).

Pour cela, vous avez besoin d'énergie thermique : soleil, électricité et gaz naturel. Cette opération a pour but de stabiliser le degré Mesure de l'humidité du produit pour éviter toute détérioration pendant le stockage (Bouafia, 2018).

Le séchage, qu'il soit traditionnel ou moderne, est conçu pour réduire considérablement les différentes réactions impliquées dans la décomposition normale d'un produit. Pour cela, il est nécessaire d'extraire la majeure partie de l'eau contenue dans le produit cette eau est éliminée par évaporation dans l'air ambiant.

I.3. Objectif de séchage

La principale raison du séchage d'un aliment est de prolonger sa durée de conservation au-delà de celle de la matière fraîche, sans avoir besoin de transport et de stockage réfrigérés. Cet objectif est atteint en réduisant l'humidité disponible, ou l'activité de l'eau à un niveau qui inhibe la croissance et le développement de la détérioration et des micro-organismes pathogènes, réduisant l'activité des enzymes et la vitesse à laquelle des changements chimiques indésirables se produisent (Brennan, 2006).

Selon (Berk, 2018), Les principaux objectifs techniques de la déshydratation des aliments sont :

- Stockage après activité réduite de l'eau.
- Réduction du poids et du volume.
- Transformer les aliments en une forme plus facile à stocker, emballer, transporter et utiliser ; par exemple, le traitement de liquides tels que le lait, les œufs, les jus de fruits et de légumes, Ou l'extrait de café, qui est transformé en une poudre sèche qui peut être réduite à sa forme originale (produit instantané) en ajoutant de l'eau.
- Pour conférer une caractéristique particulièrement souhaitable à un produit alimentaire, comme la saveur, le croustillant, la douceur, etc., c'est-à-dire pour créer un nouveau produit alimentaire (par exemple, pour convertir des raisins secs en raisins secs).

I.4. Principaux types de séchage

- ❖ Mécanique : par force purement mécanique (pression, centrifugation, et filtration).
- ❖ Type chimique : basé sur un procédé utilisant un déshydratant (chlorure calcium, ...) eau extraite (Bouafia ,2018)
- ❖ Thermique : Essentiellement un transfert de masse qui nécessite une activation préalable Une certaine quantité d'énergie fournie par l'eau par transfert de chaleur.

I.5. Les domaines d'utilisations

Cette technique a plusieurs utilisations dans les pays en voie de développement dans la vie de tous les jours. Le séchage industriel est de nos jours très couramment utilisé dans les industries chimiques ou des matériaux (Adlane et Mohamedi, 2021).

I.5.1. Industrie agroalimentaire

Cependant, l'utilisation du séchage dans l'industrie alimentaire peut avoir plusieurs objectifs :

- ✓ Prolonger la durée de conservation des produits (viande, poisson, fruits, graines, pâtes, épices, thé, champignons, etc.).
- ✓ Stabiliser les produits agricoles (maïs, luzerne, riz, lait, etc.) et atténuer la saisonnalité de certaines activités.
- ✓ Transformation de produits par réactions biochimiques ou biologiques (produits salés, séchage du malt, etc.).
- ✓ Stabilisation de sous-produits industriels pour l'alimentation animale (sucres de sucre ou d'amidon, lies de brasserie, farines de viande et de poisson, etc.).
- ✓ Production d'ingrédients ou d'additifs pour la transformation secondaire, également appelés aliments intermédiaires (IPP). Par exemple, des légumes pour les soupes, des oignons pour les plats cuisinés, des fruits pour la pâtisserie, des épaississants, des arômes, des colorants, etc (Nguyen, 2016).

I.5.2. Industrie papetière

Le papier a obtenu pas séchage de la pâte à papier sur des rouleaux rotatifs chauffés (Khazzar et Ounis, 2020).

I.5.3. Industrie du bois

Le bois qui vient d'être abattu et scié contient un fort degré d'humidité qui interdit son utilisation immédiate dans les conditions correctes, sinon on s'expose à des changements de taille et de forme du bois (Khazzar et Ounis, 2020).

I.5.4. Bouchons de liège

Afin de garantir un meilleur vieillissement des vins, une attention toute particulière est portée à la qualité des bouchons de liège. Au cours de leur fabrication, l'opération de séchage doit être parfaitement maîtrisée au risque de donner un goût de moisi au vin (Reddam et al., 2018).

I.5.5. Matériaux de construction et industrie céramique

Par exemple : les briques, le carrelage, les assiettes, les bols et les plats (Reddam et al, 2018).

I.5.6. La biotechnologie et l'industrie pharmaceutique

Comme la fabrication de la levure en poudre, des antibiotiques et le séchage de principes actifs sous forme de poudre avant pastillage (Reddam et al, 2018).

I.6. Technologies de séchage

Le séchage est une opération couplée de transfert de chaleur et de masse pour laquelle de l'énergie est nécessaire. Plusieurs méthodes de séchage ont été adaptées à différentes situations. D'utilisation facile et pratique, les paramètres opératoires des procédés de séchage peuvent être aisément contrôlés. Ces procédés dits conventionnels sont le séchage au soleil, et le séchage à l'air chaud...etc. Ceux-ci sont le plus souvent utilisés sur les fruits et légumes (Nguyen, 2016), il existe aussi d'autre mode de séchage qui sont définis ci-dessous.

I.6.1. Méthodes traditionnelles au soleil

Le séchage naturel, généralement au soleil, a été le premier système de conservation utilisé. Celle-ci est basée sur l'utilisation du rayonnement solaire et l'action de l'air atmosphérique. Le séchage solaire s'est développé dans les régions arides ou semi-arides où les conditions climatiques sont optimales. C'est une coutume ancestrale encore courante aujourd'hui, notamment dans les pays du bassin méditerranéen. Ce séchage consiste simplement à étaler le produit au soleil sur une natte, un toit, un rocher plat ou un sol sec. Il n'a pas besoin d'énergie coûteuse, juste du soleil et du vent (Guehame et al., 2016). Regarder la figure ci-dessous (figure 01).



Figure 01 : Tomates séchées au soleil en Sicile (Sabino Parente)

I.6.2. Les séchoirs solaires

Les séchoirs solaires peuvent être divisés en séchoirs solaires directs, indirects et hybrides (Nguyen, 2016).

Les séchoirs solaires améliorent le séchage solaire traditionnel de quatre manières principales :

- C'est plus rapide. Les aliments peuvent être séchés en moins de temps. Séchoir solaire en utilisant Verre translucide ou transparent pour la zone de collecte du rayonnement solaire Retient la chaleur à l'intérieur de la sécheuse, augmentant ainsi la température de l'air.
- Plus efficace : les aliments sèchent plus vite, risque La détérioration est ainsi réduite.
- Amélioration de la qualité nutritionnelle. Dans des conditions de séchage optimales, Le séchage solaire préserve la majeure partie de la valeur nutritionnelle du produit, comme que la vitamine C.

C'est encore bon marché. L'énergie solaire est gratuite (Aware et Thorat , 2012). Regarder la figure ci-dessous (figure 02).



Figure 02 : Séchoir solaire indirect (Anonyme, 2019)

I.6.3. Séchage par ébullition

Le séchage par ébullition se produit lorsque le flux de chaleur délivré au produit est très élevé. Forte en raison de la très grande différence de température entre la source de chaleur et le produit. Cette La température d'ébullition dépend de la pression totale et de l'activité de l'eau. L'ébullition elle-même est difficile à observer dans les solides ou les corps pâteux que dans les liquides (Abdi et Direm, 2019).

I.6.4. Séchage osmotique

La déshydratation osmotique dans le domaine de la transformation des fruits est le processus de réduction de la teneur en humidité obtenue en immergeant le fruit (entier ou en morceaux) dans une solution hypertonique de sucre. Dans ces conditions, une partie de l'humidité s'échappe du fruit, une partie des solides solubles du sirop pénètre dans le fruit,

mais aussi une partie de la matière sèche du fruit (en particulier les acides organiques et les sels inorganiques) se déplace vers la solution sucrée (Bachir, 2015).

I.6.5. Lyophilisation

La lyophilisation est l'une des méthodes les plus utiles pour sécher des substances thermosensibles instables dans des solutions aqueuses. Il est largement accepté pour la production de produits de séchage par sublimation sous vide de haute qualité. Elle se fait en déshydratant à une température suffisamment basse pour que les ingrédients de base du produit soient mieux consommés. La technologie implique l'utilisation d'une combinaison de froid et de vide pour éliminer l'humidité des produits liquides ou solides. Le principe de base est que lorsque l'eau est chauffée à l'état solide sous très basse pression, l'eau se sublime, c'est-à-dire qu'elle passe directement d'un état solide à un état gazeux. Cette technique Préserve le volume et l'aspect du produit traité (Abdi et Direm, 2019).

I.6.6. Le séchage par micro-ondes

Le séchage par micro-ondes est très efficace pour les produits dont la teneur en humidité est inférieure à 20 %. Il représente une méthode alternative pour améliorer la qualité des produits déshydratés.

Les micro-ondes peuvent être utilisées seules ou en combinaison avec d'autres procédés de séchage pour améliorer l'efficacité du séchage et la qualité sensorielle des produits alimentaires, généralement meilleures que celles obtenues avec le séchage par micro-ondes seul ou d'autres techniques conventionnelles (Melik et Ghendouz ,2020).

Cependant, une exposition prolongée des produits à des températures élevées peut entraîner une diminution significative de la qualité du produit séché, principalement des attributs organoleptiques (couleur, odeur, texture et saveur) et nutritionnels (vitamines) (Prabhat et al., 2013).

Le séchage par micro-ondes présente plusieurs avantages, notamment des temps de fonctionnement très rapides, des économies d'énergie et une qualité de produit supérieure. Ce séchage est très élargi dans diverses applications comme l'inactivation, la stérilisation enzymatique et la pasteurisation des produits alimentaire (jus de fruit, laits, purée alimentaire, viande) (Fito et al.,2005). Regarder la figure ci-dessous (figure 03).



Figure 03 : Schéma d'une micro-onde (Reddam et al., 2018).

I.6.7. Séchage à l'étuve

Le séchage à l'air chaud est l'une des opérations les plus couramment utilisées pour la déshydratation des aliments.

Le point de consigne de température du four, le temps de séjour et la taille de l'échantillon de test doivent être spécifiés. Même si cette taille n'est généralement pas critique, le temps de séjour dans l'étuve doit être adapté au rapport surface/volume (Jean V, 2009).

La durée optimale est "jusqu'à poids constant", en supposant plusieurs pesées consécutives, la masse finale restante à poids constant est appelée "matière sèche", et la perte de poids s'exprime par : (différence entre pesée avant et après séchage) donne la teneur en eau initiale.

Cette méthode de séchage présente plusieurs avantages :

- Simple et relativement facile à utiliser.
- Peut contrôler la température de séchage

Regarder la figure suivante (figure 04).



Figure 04 : Etuve de séchage (Jean V, 2009).

I.7. Avantages et inconvénients du séchage des produits agro-alimentaire

I.7.1. Les avantages

Les principaux avantages du procédé de séchage sont :

- ✓ Le séchage prolonge la durée de conservation des aliments en stabilisant le produit.
- ✓ La conservation optimale de nombreux produits organiques réside dans l'intervalle d'activité de l'eau compris entre 0,2 et 0,35.
- ✓ Une diminution de la masse et le volume de produit ce qui facilite le transport et le stockage de ce dernier.
- ✓ Amélioration de la qualité de certains produits déshydratés (Lahbari, 2015).
- ✓ Il peut être utilisé à des fins commerciales pour limiter les pertes de récolte.
- ✓ La durée de conservation des aliments déshydratés peut aller jusqu'à plusieurs mois.
- ✓ Inactivation des enzymes responsables de la dégradation des aliments.
- ✓ La croissance des micro-organismes est inhibée en raison de la réduction de l'activité de l'eau (Reddam et saf, 2018).

I.7.2. Les inconvénients de séchage

- ✓ Le séchage entraîne notamment une perte d'arômes, de vitamines et de pigments, des réactions de brunissement (suite à une surchauffe), un durcissement de la surface (Boroze, 2011).
- ✓ Modifications irréversibles de la texture, entraînant des modifications de la capacité de réhydratation, une perte de composants volatils.
- ✓ L'insolubilité de la protéine se traduit par un goût cuit.
- ✓ Concentration de couleur.
- ✓ Modifier la répartition de l'humidité dans le produit.
- ✓ Forme une couche adhésive imperméable après séchage rapide.
- ✓ C'est cher, surtout en termes d'énergie (Nguyen, 2016).
- ✓ Il est donc utile de connaître tous les facteurs pouvant influencer sur le séchage, notamment la vitesse de séchage, afin de réduire le coût de cette opération. En général,

le séchage présente globalement moins d'inconvénients que les autres procédés de conservation (mise en conserve, congélation ou traitement aseptique). Le séchage des fruits, des légumes et des épices est encore une façon très courante de conserver ces aliments (Reddam et saf, 2018).

II. Séchage des fruits et légumes dans le domaine agro-alimentaire

Selon Espiard (2002), les « fruits séchés » désignent des fruits partiellement déshydratés pour une conservation à long terme, et sont fabriqués à partir de fruits dont la matière sèche ne dépasse pas 30 % de leur poids humide. Ils contiennent 3 fois moins d'eau que leurs homologues frais, concentrant leurs nutriments.

Le séchage des produits alimentaires a fait l'objet de très nombreuses recherches sur divers produits. Citons, sans être exhaustif l'ail (Hanachi, 2009), les dattes (Chekroune, 2008), la pomme de terre (Benmadi, 2009), la tomate (Cernişev, 2010), la noix de coco (Jena et Das, 2007), les carottes (Arevalo et Murr, 2007), la banane (Swasdisev et al., 2009), la pomme (Laurienzo et al, 2010), l'abricot et beaucoup d'autres produits (Lahbari, M. 2015). Les fruits frais (matières premières) sont caractérisés par une teneur en glucides de 12 % (abricots) à 16 à 20 % (prunes, raisins, figues, bananes). La déshydratation amène la teneur en glucides à près de 60 à 70 %, teneur proche de celle des confitures. Dans l'ensemble, les constituants vont subir une concentration proche de 4, sauf ceux qui sont oxydables comme la vitamine C, détruite au cours des traitements. Pour que les produits séchés soient stockés à l'air ambiant, leur teneur en eau doit être inférieure à 35 % (Wilhelm L et al., 2005).

II.1. Effet de séchage sur la qualité des fruits séchés

II.1.1. La qualité sensorielle

Les propriétés organoleptiques des fruits frais et secs sont évaluées par des mesures des propriétés texturales, de la teneur en arôme ou de la couleur. La couleur est le paramètre le plus utilisé pour évaluer la qualité organoleptique des fruits secs. (Couleur, taille, forme et absence de déformation.) Et le goût est limité à : sucré, acide, salé et amer. La saveur implique le goût, l'arôme. Lors du séchage par convection, de nombreuses réactions peuvent affecter la couleur des fruits. Les réactions les plus courantes sont la dégradation des pigments, en particulier des caroténoïdes et de la chlorophylle, les réactions de brunissement (réactions de Maillard) et l'oxydation de l'acide ascorbique (Lozano et Ibarz, 1997).

II.1.2. Qualité nutritionnelle des fruits séchés

Il s'agit notamment de paramètres chimiques tels que la teneur en sucre, en acide ascorbique ou en vitamine C, la teneur en bêta-carotène et les niveaux d'acidité avant et après séchage. La vitamine C est infectée par une température élevée ; une qualité nutritive inférieure indique une perte de nutriments due à une température de séchage plus élevée et un temps de séchage plus long ; une acidité plus élevée indique une qualité inférieure car Fermentation. La dégradation de l'acide ascorbique lors du séchage a été largement étudiée car c'est le nutriment le plus courant dans les fruits et légumes, en plus de ses effets positifs sur la santé. La cinétique et la modélisation de la perte d'acide ascorbique lors du séchage sont bien étudiées par Santos et Silva (2008).

II.1.3. Qualité microbiologique

Dans ce contexte, les méthodes traditionnelles d'analyse microbiologique des produits finis existent toujours. Encore indispensable car il permet d'éviter avec une certaine inertie, dans ce cas des produits dangereux ou non conformes seront fabriqués, vendus ou consommer.

Les méthodes analytiques utilisées doivent être rapides, fiables, reproductibles et Simples (et bon marché) si possible ; reproductibles et si possible simples (et peu coûteuses) ; elles consistent en une recherche et/ou une numération des principaux germes microbiens rencontrés dans nos aliments afin d'en maîtriser leur présence ou absence (dans le cas de germes dangereux responsables de maladies infectieuses) et leur nombre (dans le cas des germes peu dangereux, contaminants ou hôtes normaux des matières premières composant la denrée) (Cuq, 2008).

III. Altération des fruits secs

III.1. Altération biochimique et enzymatique

Au cours du processus de séchage, le fruit subit plusieurs modifications dues à la présence d'enzymes, entraînant une modification de la couleur et de la saveur du fruit, ce qui est le cas du brunissement enzymatique. La perte d'eau dans le fruit peut également entraîner des changements de texture et même de composition biochimique. D'autres modifications surviennent du fait de réactions non enzymatiques (réactions de brunissement) : caramélisation, notamment réactions de Maillard. Ce dernier est le résultat Complexation entre les sucres et les groupes amino- protéiques, entraînant le brunissement des fruits secs (Barbosa-Cânovas et Vega-Mercado, 1996).

III.2. Altération microbiologique

La dégradation des aliments par les micro-organismes entraîne à son tour des changements d'odeur, de couleur, de goût et d'apparence (Robert et al., 2003).

Les fruits séchés sont sensibles à la croissance de moisissures, à la production d'enzymes et à la formation de mycotoxines en raison de leur forte teneur en sucre, des méthodes de récolte et des conditions de séchage (Trucksess et Scott, 2008). Le principal problème des fruits séchés au soleil est le contact avec le sol et le risque d'infection par des insectes et des agents pathogènes lorsqu'ils sont séchés à l'extérieur plus longtemps que nécessaire (Flaish-man et al., 2008). De plus, la croissance des moisissures est directement liée à la teneur en humidité des fruits séchés (Piga et al., 2004).

Le tableau 01, récapitule les principales modifications qui altèrent la qualité des fruits et légumes pendant le séchage.

Physiques	Chimiques et biochimiques	Nutritionnelles
Altération des couleurs	Réactions de brunissement enzymatique.	Survie des microorganismes
Rétrécissement des fruits	Diminution et perte de saveur et d'arôme.	Perte de protéines
Changement texture	Formation de nouvelles saveurs et arômes.	Perte de vitamine
Un durcissement de la surface (Migration des solides)	Réactions d'oxydation (vitamines, lipides).	
Diminution de la capacité de réhydratation.	Dénaturation des protéines.	

Tableau 01 : Différentes altérations des fruits et légumes lors de séchage (Cavusoglu , 2008)

Chapitre : 2

Matériel et
méthodes

L'objectif de ce travail était d'étudier l'effet de différentes méthodes de séchage sur la qualité biochimique et microbiologique de deux substrats végétaux : l'oranger et le kiwi. Cette section est consacrée aux méthodes expérimentales de séchage sous étuve à différentes températures (40, 60, 70 et 100 °C) et de séchage par l'utilisation de micro-ondes.

L'étude a été réalisée au laboratoire de département de sciences agronomique de l'université Amar Telidji - Laghouat.

IV. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de deux types de fruits (kiwi et orange). Ces fruits ont été achetés sur un marché local à Laghouat. Chaque échantillon est sélectionné selon des critères établis, il doit être mûr et sain.

IV.1. Préparation et séchage des fruits

Selon la méthode décrite par (Reddam et saf, 2018), l'orange et le kiwi a été bien lavés avec de l'eau du robinet, puis une deuxième fois avec de l'eau distillée pour éliminer les impuretés, la boue, les résidus d'insecticides et autres contaminants. Ils sont ensuite découpés en tranches d'épaisseur de 0,5 cm qui ont été séchées à l'étuve à différentes température (40,60, 70 °C) et aussi par micro-onde (le four microonde la marque condor).

Des échantillons de 50 g d'orange ont été séchés par deux méthodes :

- Séchage à l'étuve : à 3 températures différentes 40, 60 et 70 °C.
- Séchage micro-ondes.

Pour ce type de séchage, nous avons étalé les différentes tranches sur des barquettes en aluminium sur les étagères de l'étuve ou micro-ondes, puis des pesées sont effectuées chaque 1 h pour les différentes températures citées précédemment au moyen d'une balance obtention d'une valeur constante.

IV.2. Broyage du matériel végétal

Après chaque opération de séchage, les échantillons séchés sont broyés à l'aide d'un broyeur électrique, afin d'obtenir une poudre qui est par la suite conservée dans des tubes stériles pour d'autres utilisations. Diagramme ci-dessous représente le protocole de séchage des fruits (Figure 05).

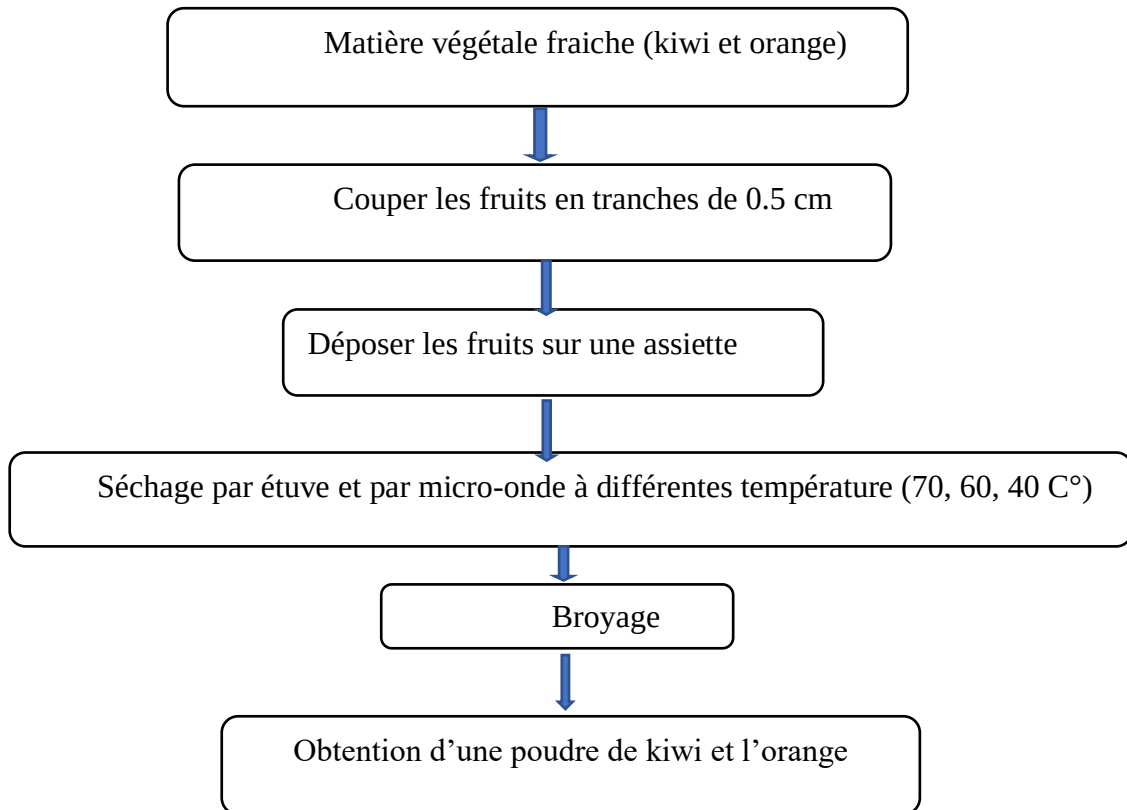


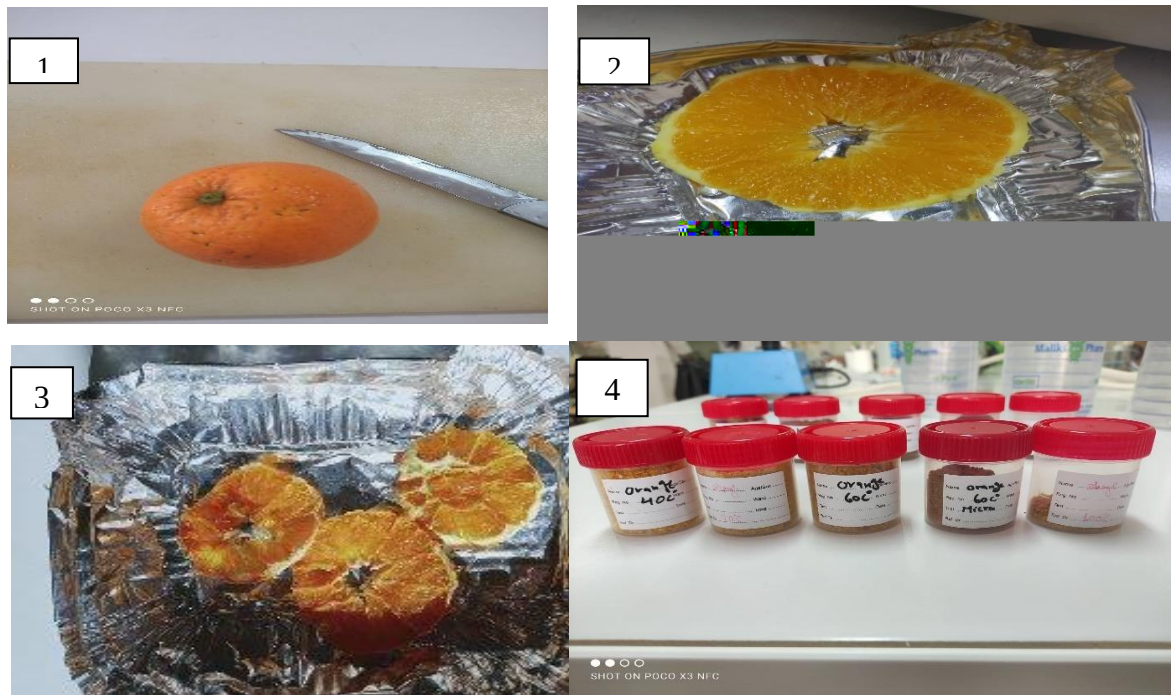
Figure05 : organigramme représentant le protocole de séchage de fruits.

- Regarder les figures ci-dessus (figure 06 et 07).



1)-Kiwi fraîche – 2) - Couper kiwi en tranche – 3) - Séché le kiwi – 4) - Broyage.

Figure 06 : Les différentes étapes du séchage et broyage du kiwi (photographie originale).



1)-Orange fraîche – 2) - Couper orange en tranche – 3) - Séché l'orange – 4) - Broyage.

Figure 07 : Les différentes étapes du séchage et broyage de l'orange (photographie originale).

V. Méthodes d'analyses

Après séchage et broyage des échantillons nous avons effectué différentes analyses sur ces échantillons :

- ✓ Des analyses physicochimiques pour déterminer certaines propriétés physicochimiques.
- ✓ Des analyses microbiologiques pour garantir une bonne hygiène et sécurité.

V.1. Analyses physicochimiques

V.1.1. Détermination taux d'humidité ou teneur en eau

Pour les fruits secs, la teneur en eau ou humidité finale est un paramètre très important. (Guehame et Lamrani, 2016).

Pour déterminer le taux d'humidité (oranges et kiwis), 5 g de matériel végétal (tranché en fines tranches) ont été séchés dans une étuve ventilée à 103 ± 2 °C (Reddam et saf, 2018).

Matériel et méthodes

Peser à intervalles réguliers jusqu'à ce que le poids soit constant (répéter plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un poids constant) (**Figure 8**).



Figure 8 : mesure de la teneur en eau (photographie originale).

Le taux d'humidité est calculé selon la formule suivante :

$$H (\%) = [(P0 - Pf) / P0] * 100$$

Et :

H (%) : taux d'humidité.

P0 : représente le poids initial de l'échantillon ;

Pf : représente le poids final de l'échantillon.

V.1.2. Matière sèche

La teneur en matière sèche est déterminée selon la formule suivante :

$$MS\% = 100 - H\%$$

MS% : matière sèche.

H (%) : taux d'humidité.

V.1.3. Mesure de pH

La mesure du pH est l'un des paramètres les plus importants dans le contrôle de la qualité des aliments (AFNOR, 1970).

Matériel et méthodes

La valeur du pH est mesurée directement à 20°C à l'aide d'une électrode pH combinée. Elle consiste à plonger l'électrode dans un bécher contenant le jus à analyser selon la norme AFNOR, à le laisser se stabiliser pendant un certain temps, puis lire la valeur du pH. Pour chaque mesure de pH, retirer l'électrode, rincer à l'eau distillée et sécher (norme NF T 90-014). Trois répétitions ont été effectuées pour chaque traitement (Figure 9).



Figure 9 : mesure de PH (photographie originale).

V.1.4. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité représente la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique (J. Rodier, 1997).

La méthode utilisée consiste à rincer plusieurs fois l'électrode et mesurez-la d'abord avec de l'eau distillée, puis plongez-la dans un récipient contenant le jus à tester, et prenez-la. Assurez-vous que l'électrode est complètement immergée. Les résultats de conductivité sont directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (norme NF T 90-111) (figure 10).



Figure 10 : mesure de conductivité électrique (photographie originale).

V.1.5. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques libres, Il s'agit généralement de l'acide tartrique, malique et citrique (Aitour, A et al., 2007).

Environ 5 grammes de poudre de fruits secs (orange et kiwi), mélangés à 60 ml d'eau distillée, agités quelques minutes, après obtention du jus, dilué avec de l'eau distillée pour obtenir (ph=8).

Prélever un échantillon de 10 ml et verser dans un bécher muni d'un agitateur. Ajouter quelques gouttes de phénolphthaléine et verser la solution de soude (0,1 N) dans la burette sous agitation jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante pendant 30 secondes (pH 8,1), Cette procédure est décrite en détail dans la norme ISO 750 (1981) (Figure 11).

Selon Guehame et Lamrani (2016), L'acidité titrable (%A) en milliéquivalents par 100 grammes de produit est donnée par :

$$A\% = \frac{250 \times v_1 \times 100}{v_0 \times M \times 10} \times 0,07 = 175 \frac{v_1}{v_0 \times M}$$

A% : l'acidité titrable

M : masse en gramme d'échantillon

V0 : volume en ml de la prise d'essai.

V1 : volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,1 N).

0,07 : facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.



Figure 11 : mesure de l'acidité titrable (photographie originale).

V.2. Analyses microbiologiques

V.2.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

Préparation de la solution mère, 1g des fruits séchés et broyés sont dilués dans 9ml de l'eau physiologique stérile. Après homogénéisation, 1ml de la solution mère a été transféré dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique stérile, ce tube constitue la dilution 10⁻¹. Nous avons précédé de la même manière jusqu'à l'obtention de la dilution 10⁻⁶ (Bourgeois et al., 1996).

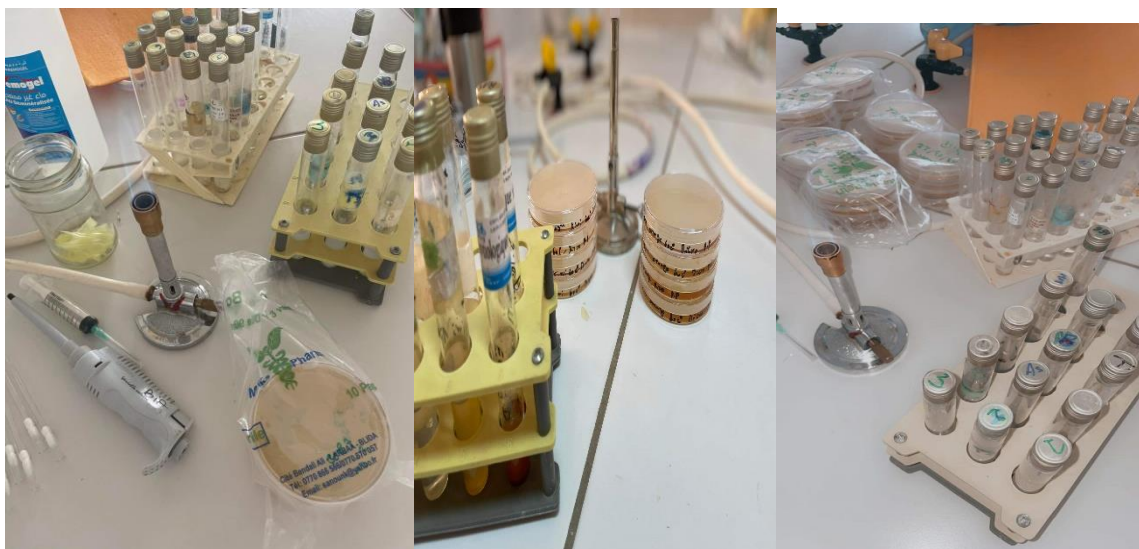


Figure12 : Préparation de la solution mère e dilutions

V.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

L'ensemencement a été réalisé en étalant 0,1 ml de la dilution 10⁻³ sur la surface de la gélose PCA (Annexe) préalablement coulée et solidifiée. L'incubation a été réalisée à 37°C pendant 72 heures. Après ce temps, les colonies lenticulaires ont été comptées (Bourgeois et al., 1996).

V.2.3. Dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures sont de bons indicateurs du microbiologique de la qualité globale des fruits déshydratés.

Le dénombrement de la flore fongique a été effectué sur la surface et la masse de la gélose de Sabouraud (Annexe). Incuber les boîtes à 25°C pendant 4 à 5 jours (pour les levures) et 3 jours (pour les moisissures) (Baumgart, 1994).

V.2.4. Le dénombrement des Coliformes totaux (CT) et coliformes thermotolérantes (CTT)

La présence des coliformes totaux dans les aliments indique un traitement thermique inefficace ou une contamination subséquente au traitement. Elle traduit également une défaillance technologique ou hygiénique (AFNOR, 1974).

Le dénombrement des coliformes totaux a été effectué sur milieu VRBL(Annexe). Pour cela, on ensemence en profondeur 1 ml de la dilution 10⁻³ pour les CT incubé à 30°C, et la dilution 10⁻² pour les CTT incubée à 44°C. Après 24h d'incubation, nous avons procédé au dénombrement des colonies rouges (Guiraud, 2003).

V.2.5. Présence de *Staphylococcus aureus*

L'isolement a été effectué sur le milieu de Baird Parker, chaque dilution inoculant un volume de 0,1 ml à la surface du milieu de Baird Parker, puis les boîtes ont été incubées à 37 C° pendant 24 heures (ISO ,2008).

Chapitre : 3

Résultats et discussion

VI.1. Cinétique de séchage de kiwi

Les résultats d'évolution de la qualité de différentes tranches de kiwi séchées à différentes températures.

En regardant la courbe de séchage traditionnelle, on distingue deux étapes. Le premier est une baisse rapide de la teneur en humidité et la seconde est un ralentissement de cette baisse jusqu'à ce que le séchage soit terminé (Figure 13).

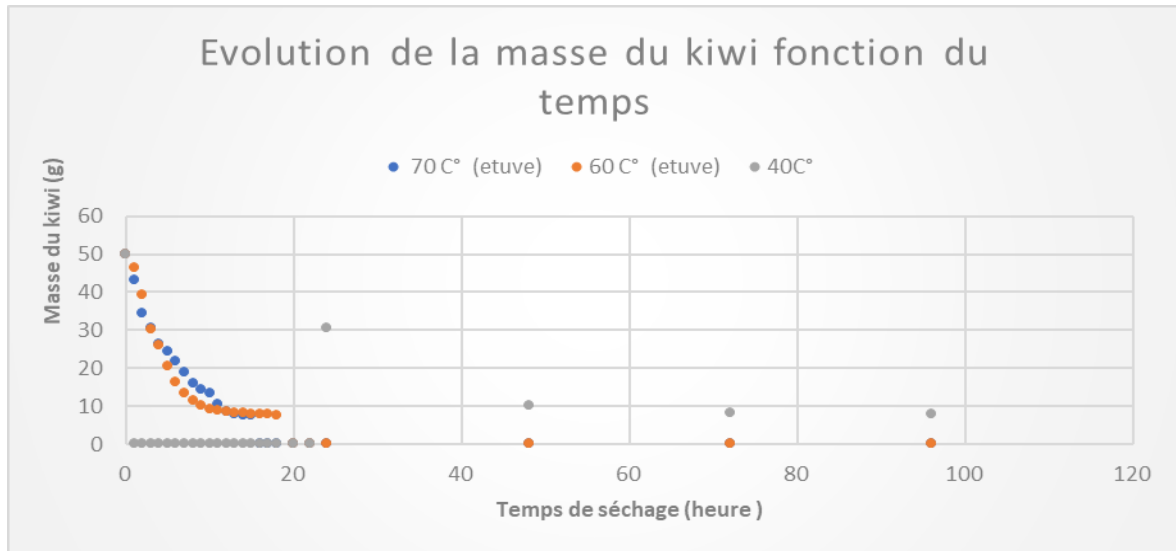


Figure 13 : Evolution de la masse du kiwi fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve.

VI.2. Cinétique de séchage d'orange

Les résultats de l'évolution de la masse de différentes tranches d'orange séchées à différentes températures dans une étuve ventilée sont présentés sur la figure 14.

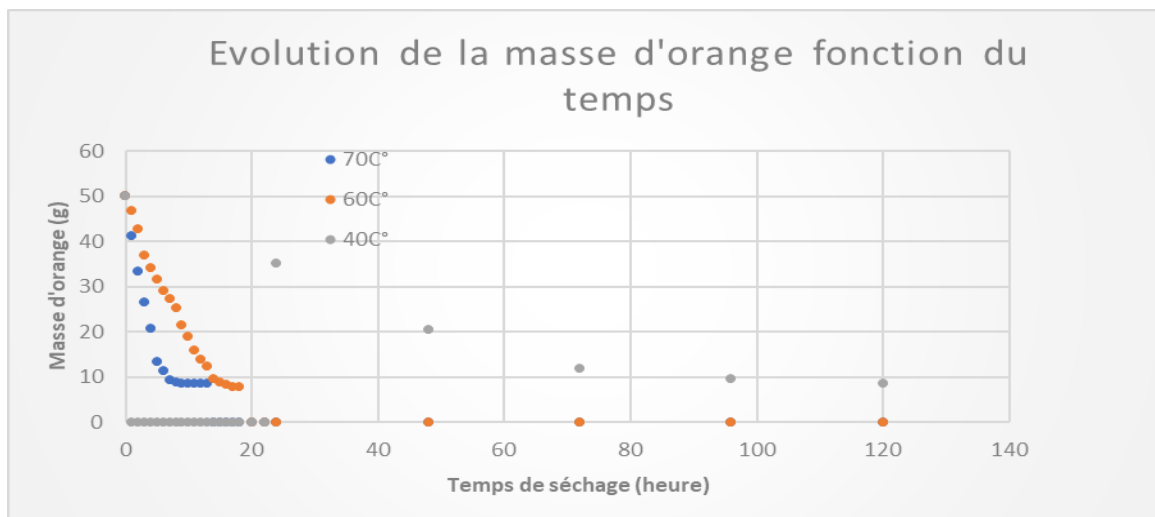


Figure 14 : Evolution de la masse d'orange fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve.

VI.3. Comparaison entre cinétiques de séchages par étuve et micro-onde

La comparaison des deux méthodes de séchage, est représentée de la figure 15, Les résultats ont montré que l'utilisation du micro-onde réduit considérablement le temps de séchage.

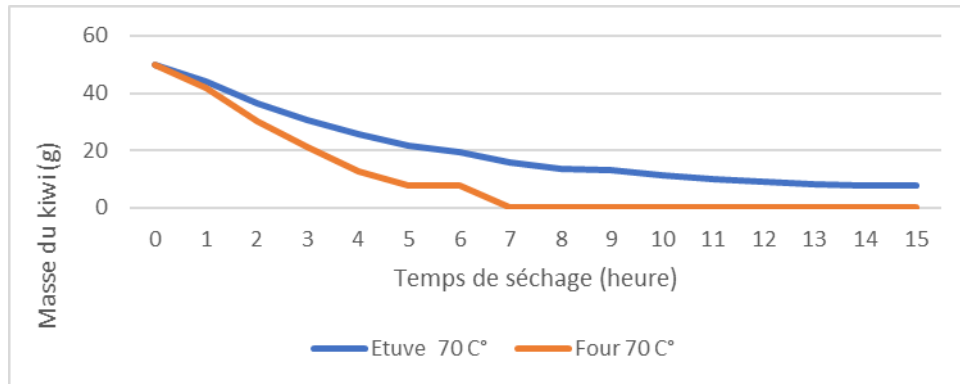


Figure 15 : Evolution de la masse du kiwi fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve et par micro-onde(four à électrique).

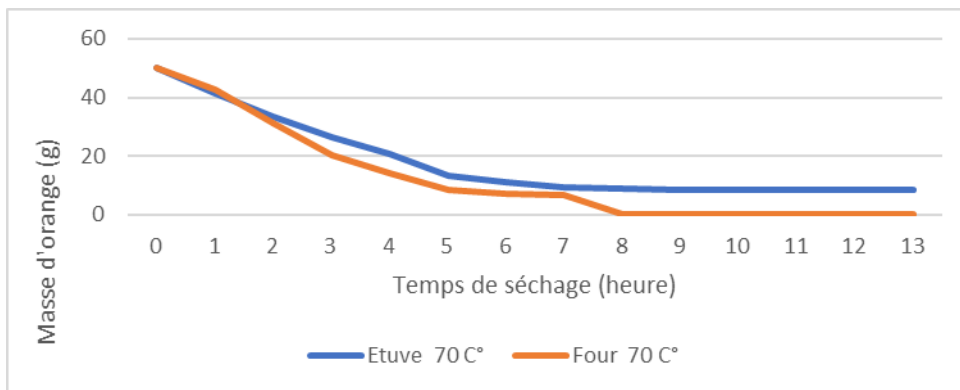


Figure 16 : Evolution de la masse d'orange fonction du temps et de la température du séchage à l'étuve et par micro-onde (four à électrique).

En effet, il faut 15 heures pour sécher des kiwis et 13 heures pour des oranges dans étuve à 70°C, tandis que 6 heures pour des kiwis et 7 heures pour des oranges dans un micro-onde (four à chauffage électrique) à 70°C.

Le temps de séchage au l'étuve est d'environ (70°C) 13h-15h, ce qui est nettement plus long que 6h-7h au four électrique (microonde) (Figure 16).

Mais si l'on compare les deux méthodes utilisées dans notre étude avec la méthode de séchage par micro-ondes, on constate que cette dernière est plus rapide et meilleure que les deux méthodes utilisées.

VI.4. Discussion

Les résultats obtenus à partir de cette étude ont montré que le temps de séchage diminuait avec l'augmentation de la température.

De plus, à 70°C, la perte d'eau du kiwi est très rapide. En atteignant un temps de 9 heures, on entre dans la phase de stabilisation jusqu'à la fin du séchage.

Mais à 60°C, la perte d'eau du kiwi était plus lente qu'à 70°C, atteignant 12 heures avant la phase de stabilisation.

A basse température de 40°C, la dégradation de la masse de l'aliment est moins rapide ce qui est confirmé par le temps 40h avant la phase de stabilisation.

Une température de 70°C met 15 heures pour évaporer complètement l'eau contenue dans la matrice végétale, tandis qu'une température de 60°C met 18 heures, et une température de 40°C met 96 heures.

Les résultats obtenus à partir de la courbe de séchage au four montrent que le temps de séchage est inversement proportionnel à la température, plus la température est élevée, plus le temps de séchage est court. De plus, à une température de 70°C, une décroissance rapide de la perte en eau des oranges a été constatée, respectivement après 6 heures de séchage respectivement apparaît une phase de stabilisation, où la perte est assez lente jusqu'à la fin du séchage.

Mais à 60°C, la perte d'eau des oranges était plus lente qu'à 70°C, atteignant 13 heures avant la phase de stabilisation.

Bien qu'à 40°C la vitesse de perte d'eau soit plus lente, cela est confirmé par un temps total de 70 heures, nécessaire pour obtenir une matière sèche de poids stable.

Ces résultats peuvent être comparés à plusieurs travaux comme ceux réalisés sur la tomate, les raisins par (El-Sebaei, Aboul-Enein et al. 2002) et (Yaldýz and Ertekýn 2007).

Le séchage est une technique très importante et est utilisé pour certains fruits et légumes dans ce contexte, les kiwis et les oranges sont considérés comme des aliments périssables car ils sont riches en humidité.

Pour convertir ces aliments dans un état stable et leur permettre d'être conservés à une certaine température à l'air ambiant, le séchage consiste à éliminer l'excès d'humidité de celui-ci par évaporation l'eau qu'il contient (Bonazzi et Dumoulin, 2011).

Résultats et discussion

Le séchage (étuve) et innovant (micro-onde) sont les méthodes adoptées dans cette étude et ce dans le but de comparer les performances des deux procédures.

Les résultats obtenus peuvent être comparés à plusieurs travaux d'autres chercheurs, tels que (Ferradji, et al., 2011), qui se sont concentrés sur les figues et (Toğrul et Pehlivan, 2003), qui se sont intéressés aux abricots secs.

Des résultats similaires ont été obtenus dans différentes études, où le séchage des fruits et légumes par micro-ondes était significativement plus court que le séchage à l'air chaud (Sumnu, Sahin et al., 2005 ; Sharma, Kumari et al., 2007).

Les résultats montrent que le séchage par micro-ondes peut mieux déshydrater le matériel végétal que le séchage conventionnel. Ceci confirme l'efficacité du séchage par micro-ondes en termes de temps.

VII. Résultats des analyses physico-chimiques des fruits secs

Les résultats des paramètres physico-chimiques effectués sur la poudre de fruits secs (kiwi et orange) sont présentés ci-dessous.

VII.1. Teneur en eau (humidité) et matière sèche

Nos oranges et nos kiwis sont composés à 80 % d'eau. Pour estimer l'efficacité du séchage dans les limites de perte d'humidité, la teneur en humidité des différents fruits secs utilisés dans notre étude a été obtenue et les résultats sont résumés dans le tableau 11.

	T (C°)	Teneur en eau (%)	Matière sèche (%)
Kiwi	70 C°	84,58	15,42
	70 C° micro-ondes	84 ,56	15,44
	60 C°	84,34	15,66
	40 C°	84,28	15,72
Orange	70 C°	83,26	16,74
	70 C° micro-ondes	86,36	13,64

	60 C°	84,9	15,1
	40 C°	83,14	16,86

Tableau 2 : Les résultats obtenus pour les fruits.

La figure (17) montre les résultats pour l'humidité et la matière sèche pour les fruits secs ; kiwi et orange.

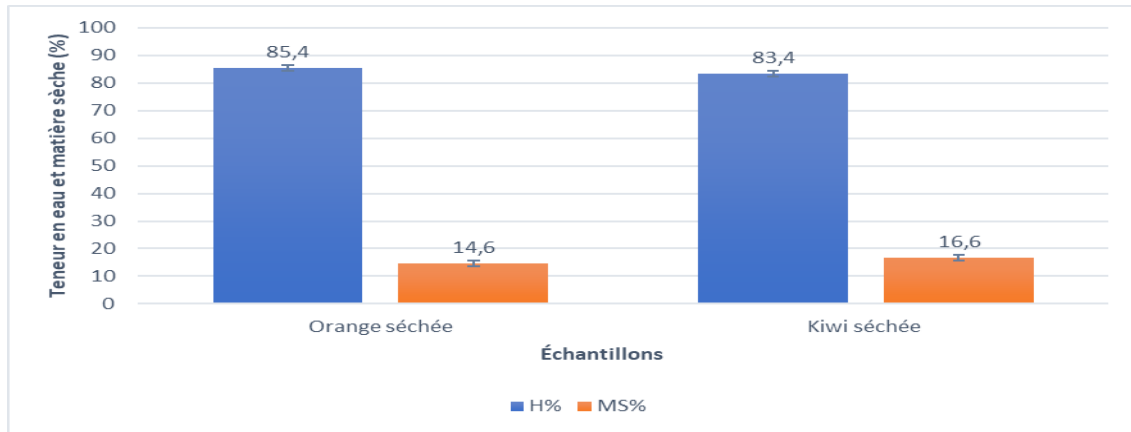


Figure 17 : Taux d'humidité et de matière sèche de kiwi séchée et orange séchée.

VII.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Selon les résultats présentés sur la figure 18, le pH de l'échantillon d'orange (4,22) est proche du pH de l'échantillon de kiwi (3,73). Les résultats de deux échantillons ont montré que le fruit est de nature acide. Les échantillons étudiés avaient un pH acide pour les kiwis séchés et légèrement acide pour les oranges séchées.

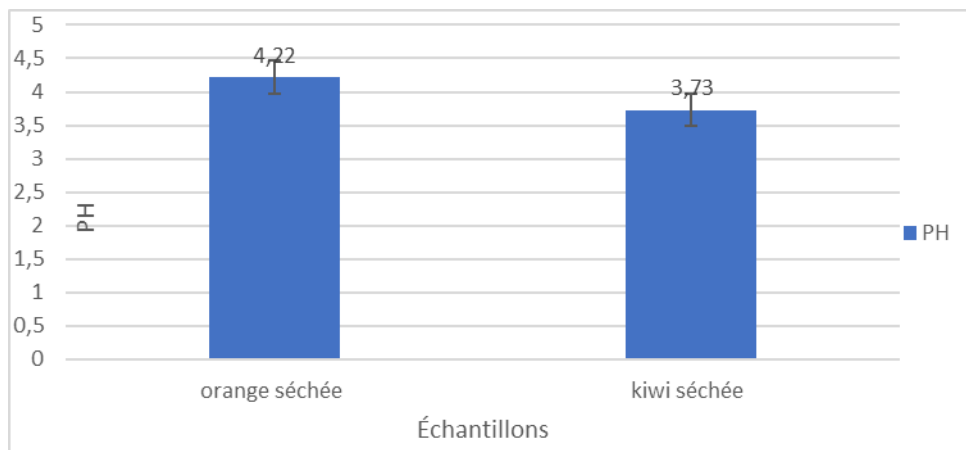


Figure 18. Valeurs de pH de kiwi séchée et orange séchée.

VII.3. Conductivité électrique

Les résultats de conductivité pour les échantillons que nous avons étudiés sont présentés à la figure 19.

D'après le graphique ci-dessus, nous avons remarqué que le C.E. du kiwi séché était supérieur à celui de l'orange séchée, 3,38 mS/cm et 2,26 mS/cm, respectivement.

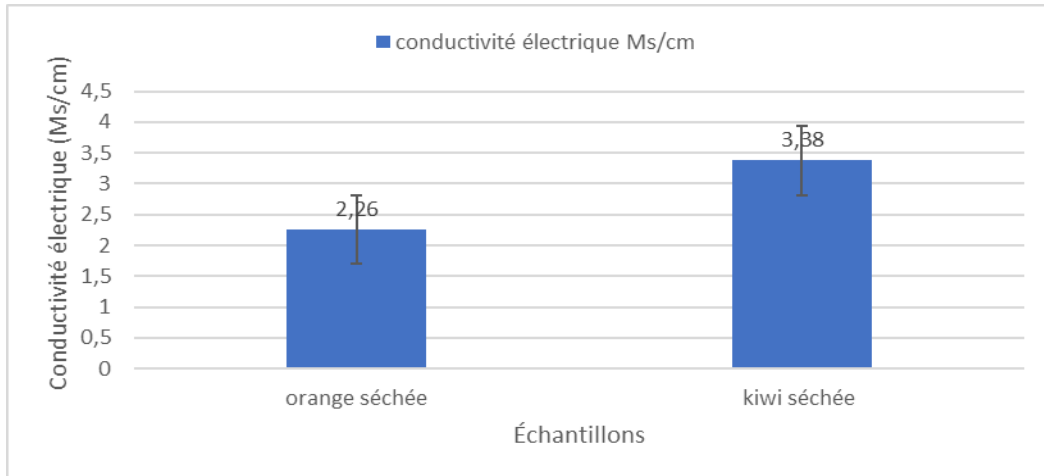


Figure 19 : Conductivité électrique de kiwi séchée et orange séchée.

VII.4. Acidité titrable

Sur la base de ces résultats, les valeurs d'acidité titrables des kiwis séchés et des oranges séchées étaient respectivement de 6,3% et 3,85%.

Le niveau d'acidité est un facteur de qualité très important pour les fruits. Les résultats obtenus pour notre échantillon sont présentés dans la figure ci-dessous (Figure 20).

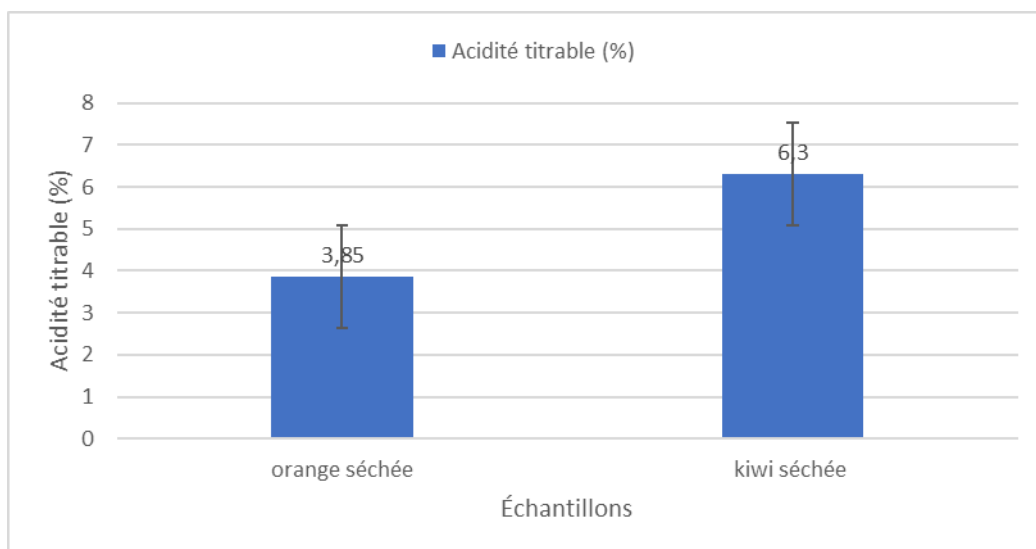


Figure 20. Valeurs de l'acidité titrable de kiwis séchées et oranges séchées.

VII.5. Discussion

L'humidité et la matière sèche sont deux paramètres complémentaires importants pour comprendre la teneur en humidité et pouvoir estimer le rendement après séchage. La teneur en eau est la quantité d'eau perdue par les aliments lorsqu'ils atteignent l'équilibre avec la pression de vapeur d'eau. Cette teneur est pour déterminer l'appréciation de certains caractères organoleptiques (Frenot et Vierling, 2002 ; Mokrane. S .2019).

Selon le graphique ci-dessus, le kiwi séché a une teneur en humidité de 83,4 % et une teneur en matière sèche de 16,6 %. Les oranges séchées ont une teneur en humidité de 85,4 % et une teneur en matière sèche de 14,6 %.

D'après les résultats obtenus, il ressort que les différents échantillons analysés étaient constitués de la quasi-totalité de leur poids d'eau, allant respectivement de 83,4 % à 85,4 % (100 °C) en poids.

Ainsi, les pourcentages équivalents de matière sèche sont de 16,6 et 14,6 % (100°C). Il convient de noter que les oranges ont une teneur en eau plus élevée que les kiwis.

Le **pH** est considéré comme un paramètre très important évaluer les qualités organoleptiques des kiwis secs et des oranges sèches par rapport à la teneur en sucre et à l'acidité.

Le pH est le paramètre qui détermine la capacité de conservation des aliments, et c'est l'un des principaux obstacles que la microflore doit franchir pour assurer sa prolifération. Ainsi, un pH d'environ 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures (F. Brissonnet et al.,1994 ; R. Gatel.1982) et (C. Giddey.1982).

Les agrumes sont classés comme fruits acides car leurs substances solubles sont constituées essentiellement de sucres et d'acides organiques, notamment citrique, malique, oxalique, tartrique, galacturonique, quinique et autres (Karadeniz, 2004).

La **conductivité électrique (C.E.)** représente la capacité d'une solution aqueuse de fruits à conduire le courant électrique, Elle est positivement corrélée avec la teneur en sels solubles (Guehame et al., 2016).

Cela signifie que les ions (cations et anions) sont plus abondants dans l'échantillon (kiwi séché) que dans l'échantillon (orange séchée).

Selon Rodier (1997), la conductivité est affectée par le pH de la solution, l'état de valence des ions et le degré d'ionisation.

L'acidité titrable donne une mesure de tout l'acide dans un aliment, le manque d'acidité rend les aliments insipides et trop d'acidité rend les aliments désagréables. Il nous indique également la quantité de ces acides organiques présents dans l'échantillon (Ferhoum, 2010). Les acides organiques présents sont, en générale, des intermédiaires des processus métaboliques. Ils influencent la croissance des microorganismes et affectent la qualité de conservation des produits. Ils sont donc directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence du fruit et influent aussi sur ses propriétés sensorielles (Jadhav et Andrew ,1997 ; Siebert, 1999 ; Al-Farisi et al., 2005).

VIII. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats de l'évaluation de la qualité microbiologique des kiwis séchées et des oranges séchées sont présentés dans le tableau 03.

Échantillons Les germes	Kiwis séchées	Oranges séchées
FMAT	Absence	Absence
Coliforme totaux et fécaux	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence
Levures et moisissures	Présence	Présence

Tableau 03. Les résultats de l'analyse microbiologique des fruits séchés (kiwi séchée et orange séchée).

L'analyse des résultats de ce tableau a montré que les coliformes totaux et thermostables et les bactéries mésophiles et aérobies totales (FTAM) étaient totalement absents dans l'orange séchée et le kiwi séché.

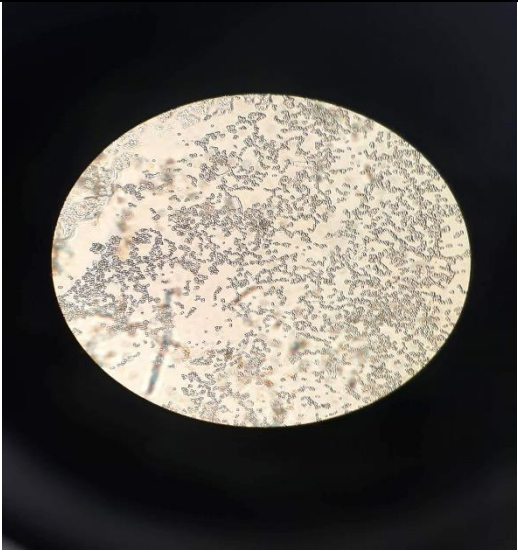
Dans notre étude, des levures et des moisissures étaient présentes dans les kiwis et les oranges séchées.

Résultats et discussion

Les recherches de levures et de moisissures dans les kiwis et les oranges séchées ont montré d'innombrables charges ($<10^3$ UFC/ml selon la norme internationale pour les levures) et ($<10^3$ UFC/ml selon la norme internationale pour les moisissures).

VIII.1. Levures et moisissures

Toutes les moisissures isolées ont été identifiées au microscope par observation au grossissement X40. Cette identification repose principalement sur des études morphologiques du mycélium (absence ou présence de zonage, couleur, différenciation) et des spores (forme, couleur, texture des parois). Les résultats obtenus sont résumés dans la figure ci-dessous.

Morphologie de colonie	Aspect microscopique
	
	

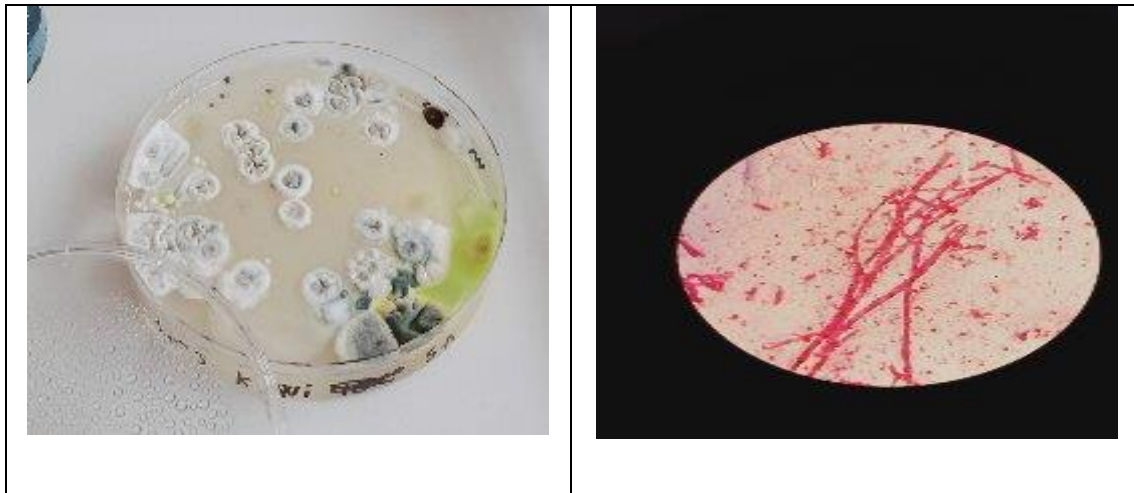


Figure 21 : Aspects macroscopique et microscopique de toutes les moisissures et levures isolés sur les fruits séchés.

VIII.2. Discussion

L'absence de la majeure partie de la flore microbienne dans les deux échantillons étudiés peut s'expliquer par la faible teneur en humidité des fruits déshydratés, les niveaux d'acidité des fruits secs et leur pH, et la forte teneur en sucre des deux fruits. Peut avoir un certain effet sur le développement des bactéries totales. Parfois, le pH n'est pas considéré comme un obstacle à la croissance des levures et des moisissures (Cheftel et Besançon, 1990), et cela a été observé dans deux cas.

Les **FTAM** sont considérés comme le premier indicateur de qualité, en fait leurs comptages sont le meilleur outil pour évaluer la qualité microbienne générale des aliments. Il permet d'évaluer le niveau de contamination microbienne des aliments (Bourgeois et al., 1996).

Les **coliformes** sont couramment utilisés comme indicateur d'hygiène dans la préparation des aliments (Frazier et Westhoff, 1988).

L'absence totale de coliformes totaux et thermorésistants démontre la sécurité du produit et la maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène tout au long du processus de production (Jean-Louis, 2007). C'est ce que nous avons observé dans notre étude, à savoir l'absence totale de coliformes thermorésistants totaux dans les fruits secs.

Résultats et discussion

Pour les bactéries pathogènes, signe de qualité hygiénique, *Staphylococcus aureus* était totalement absent des kiwis séchés et des oranges séchées étudiées.

Les **levures et moisissures** constituent un bon indicateur de la qualité globale du microbiote et, par essence, pour les produits d'origine végétale (Guiraud, 2003), les produits sucrés sont les cibles prioritaires de ces derniers.

Les levures et les moisissures sont connues pour préférer un environnement acide et sont donc plus abondantes (Guirand et Galzy, 1980).

La présence de levures et de moisissures s'explique également par le pH (pH, acide), ce dernier favorisant la reproduction des champignons.

Selon Haddia et al. (2014), le temps de stockage des fruits déshydratés a entraîné une diminution du pH avec l'augmentation du temps de stockage à température ambiante, ce qui s'est traduit par la présence de levures et de moisissures dans les échantillons de fruits séchés.

D'autres facteurs peuvent affecter la qualité microbienne des fruits déshydratés, tels que de mauvaises conditions de transport, de stockage et de commercialisation, ce qui peut entraîner une augmentation de la charge microbienne. De plus, une humidité élevée à l'intérieur du magasin a considérablement augmenté la contamination fongique (Al Askari et al., 2012).

Conclusion

Conclusion générale

Ce travail a permis déterminer l'effet de différentes méthodes de séchages sur les propriétés physico-chimiques et la qualité microbienne de matrices végétales (kiwi, orange).

La recherche bibliographique menée montre que le séchage est un domaine d'étude très large et approfondi, tant d'un point de vue théorique qu'expérimental.

Le séchage étant une opération unique dans la technologie de l'industrie alimentaire, il existe plusieurs méthodes de séchage, de la plus lente à la plus rapide.

La partie expérimentale est basée sur le séchage de deux produits agricoles, le kiwi et l'orange, dans une étuve, dans le but de suivre leur cinétique de séchage et d'établir les résultats expérimentaux des courbes d'humidité de ces produits au cours du temps.

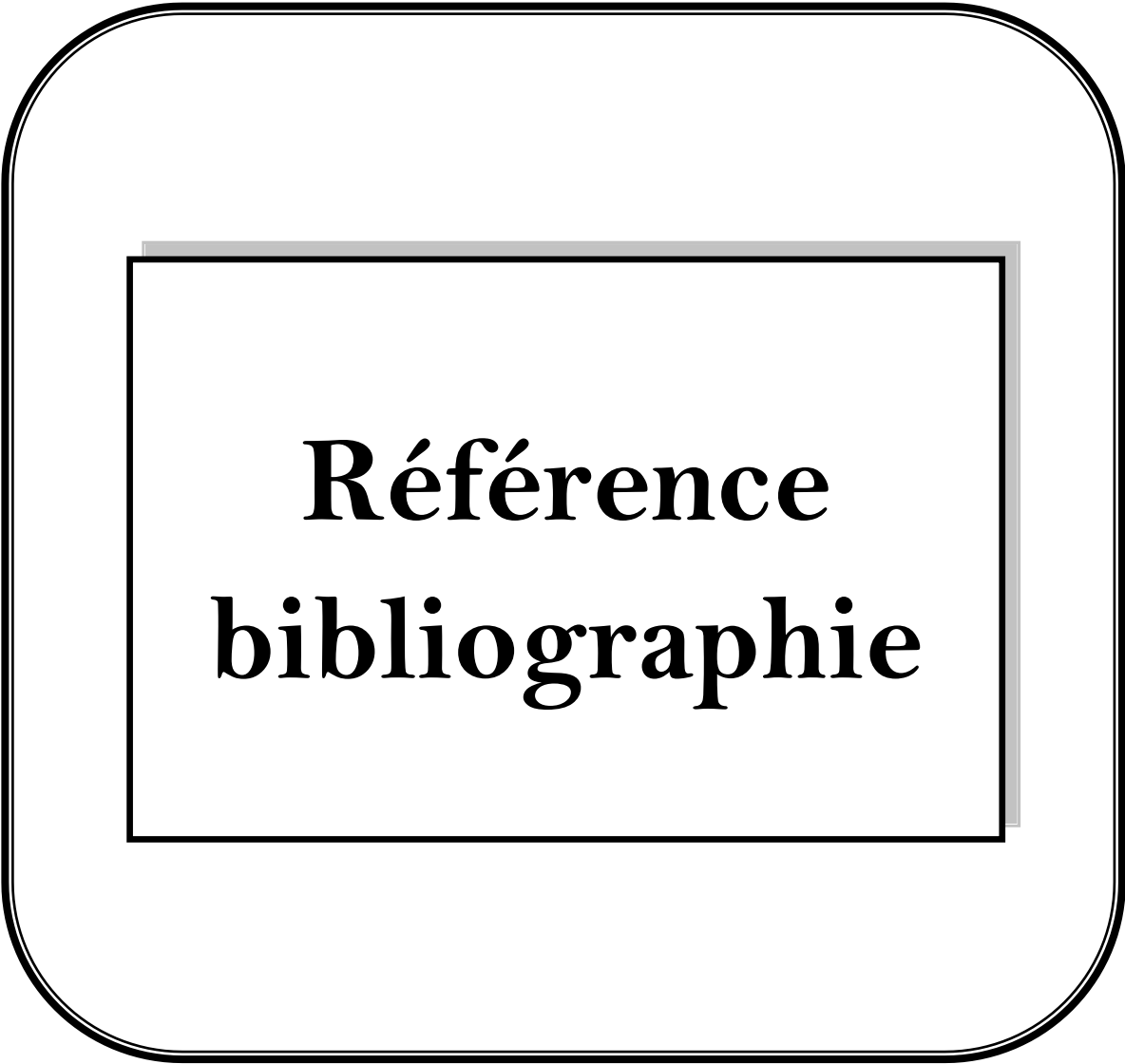
Les résultats obtenus à partir des courbes de séchage des kiwis et des oranges ont montré que la perte d'humidité était plus rapide à des températures de 100°C et 70°C. Lorsque la température est d'environ 60 et 40°C la perte d'humidité était au lent par rapport aux températures précédentes respectivement.

Cette recherche permet de mieux comprendre les effets du séchage (four électrique, étuve). De cette étude, nous déduisons que le séchage par four électrique (micro-ondes) est plus avantageux, d'une part le temps de séchage est beaucoup plus court par rapport au séchage à l'étuve.

Comme on peut le déduire des analyses physico-chimiques effectuées, nos échantillons répondent généralement à des normes de qualité des fruits différentes.

L'analyse physicochimique des échantillons de kiwis et d'oranges séchées a montré une acidité, un pH et une conductivité presque similaire.

L'analyse microbiologique effectuée a montré que la qualité hygiénique des kiwis et des oranges séchés était médiocre et nous avons constaté la présence de levures et de moisissures. Bien que les échantillons étudiés n'aient pas été contaminés par des bactéries telles que les coliformes totaux et totaux aérobies mésophiles et les coliformes fécaux, en particulier ces *Staphylococcus aureus*. Cela peut être dû à une contamination due à de mauvaises conditions de séchage, à de mauvaises conditions de stockage et, de plus, à des conditions de travail défavorables au laboratoire



Référence bibliographie

Référence bibliographie

- [1]. **Arevalo P. A. Murr F. X., 2007.** Influence of pre-treatments on the drying kinetics during vacuum drying of carrot and pumpkin. *Journal of Food Engineering*, 80 :152–156.
- [2]. **Abdi, T., & Direm, H. (2019).** *Etude comparative du séchage par microonde et à l'étuve des petits pois de Jijel* (Université de Jijel).
- [3]. **Aware, R., & Thorat, B. N. (2012).** Solar drying of fruits and végétales. *Solar Drying Fundamentals, Applications and Innovations*, Ed. Hii, C.L., Ong, S.P., Jangam, S.V. and Mujumdar, A.S., p 58-59.
- [4]. **Adlane, f., & Mohamedi, f. (2021).** *Etude numérique d'un séchoir solaire à effet de serre*. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Faculte des sciences. Université Mohamed boudiaf -msila.
- [5]. **AFNOR, Paris, 1952** : Norme NF T90-014, dosage des ions chlore, standard méthodes of the juice examination, 19thedition, fiches 4-48.
- [6]. **AFNOR (Association Française de Normalisation). (1970).** Détermination du pH.
- [7]. **AFNOR (Association Française de Normalisation). (1974).** Détermination de l'acidité titrable
- [8]. **AFNOR, Paris, 1975** : Norme NF T 90-111, évaluations de la teneur en sels dissous à partir de la conductivité électrique.
- [9]. **Aitour, A., Messaoudi, F., Mimoune, A., & Lahouel, M. E. (2007).** *Le contrôle de la qualité d'une eau fruitée à l'orange (Boisson Tchina)*. Mémoire de master ; Contrôle de Qualité et Analyses ;Université de Jijel.
- [10]. **AIAskari G., Kahouadji A., Khedid Kh., Charof R. et Mennane Z. (2012).** Caractérisations physico-chimique et microbiologique de la figue sèche prélevée des marchés de Rabat-Salé, Temara et Casablanca. *Les Technologies de Laboratoire*, 7, n°26, 12-19.
- [11]. **Al-Farisi M., Alasalvar C., Morris M., Baron M. et shahidi F. (2005).** Compositional and sensory characteristic of the native sun-dried date (phoenix dactylifera L.) varieties grown in Oman. *Journal of agricultural and food chemistry*. 33, 7586-7591.
- [12]. **Boughali, S. (2010).** *Etude et optimisation du sechage solaire des produits agro-alimentaires dans les zones arides et desertiques* (Thèse de doctorat, Université de Batna2.

Référence bibliographie

- [13]. **Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1996).** Microbiologie Alimentaire, Tome 1. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed. Lavoisier Tee & Doc. 658.
- [14]. **Baumgart W. (1994).** La biosécurité au laboratoire de microbiologie, Manual of Clinical Microbiology.
- [15]. **Benmadi F., 2009.** Etude du transfert de matière et de chaleur lors du séchage sous vide de la pomme de terre (variété Spunta). Mémoire d'ingénieur, Université de Batna, 61p
- [16]. **Berk, Z. (2018).** *Food process engineering and technology*. Academic press. Third Edition .Department of biotechnology and food engineering. 513 p.
- [17]. **Brennan, J. G. (2006).** Food Processing Handbook. Edited by James G. Brennan Copyright© 2006 WILEY. 85 p.
- [18]. **Bouafia .S (2018).** Étude de l'effet du prétraitement sur le séchage statique des fraises. Mémoire de MASTER ACADÉMIQUE. Faculté des Sciences Appliquées. Université KASDI MERBAH OUARGLA.
- [19]. **Bachir Bey M. (2015).** Etude de l'effet du séchage sur les caractéristiques physico-chimiques, les propriétés antioxydantes et les profils phénoliques des variétés de figes (*Ficus carica L.*). Thèse Doctorat. Université Abderrahmane Mira, Bejaïa. 127.
- [20]. **Bonazzi, C., E. Dumoulin, et al., 2011:** "Le séchage des produits alimentaires." *Industrie Alimentaire Agricole* 125(03-04): 12-22.
- [21]. **Boroze, T. T. E. (2011).** *Outil d'aide à la conception de séchoirs pour les produits agricoles tropicaux* (Doctoral dissertation, Université de Lomé)
- [22]. **Barbosa-Cánovas, G. V., & Vega-Mercado, H. (1996).** *Dehydration of foods*. Springer Science & Business Media Dordrecht, International Thompson Publishing.
- [23]. **Cernişev S., 2010.** Effects of conventional and multistage drying processing on non-enzymatic browning in tomato. *Journal of Food Engineering*, 96 : 114–118.
- [24]. **Cavusoglu C., 2008.** Investigations into the high-temperature air drying of tomato pieces. Thèse D'Ingénieur. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Allemagne, 140p.

Référence bibliographie

- [25]. **Chakroune., 2008.** Etude comparative de deux techniques de séchage (convection et micro-onde) par application des plans d'expérience. Cas du fruit de datte, Thèse magistère, Université de Boumerdes, 65p.
- [26]. **Cheftel J.C. et Besancon P., (1990).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volumes 2. Lavoisier, Paris, 320-328.
- [27]. **C. Giddey. 1982.** Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. Ed.APRIA. Paris. pp : 21-28.
- [28]. **Espiard E. (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Paris : Tee & Doc.
- [29]. **El-Sebaili, A., S. Aboul-Enein, et al., 2002** : "Empirical correlations for drying kinetics of some fruits and vegetables." Energy 27(9): 845-859.
- [30]. **Fruit, L. 2012.**Fruit Logistica. www.fruitlogistica.com.
- [31]. **Flaishman, M. A., Rodov, V., & Stover, E. (2008).** The fig: botany, horticulture, and breeding. Horticultural Reviews, Volume 34, Edited by Jules Janick. 113-197p.
- [32]. **Fito P, Chiralt A et Martin E-M. (2005).** Current State of Microwave Applications to Food Processing. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, Spain. 535 p
- [33]. **Frazier W.C., Westhoff D.C., (1988).** Food Microbiology. 4th edition. McGraw-Hill Publication Company.New York.USA.
- [34]. **Ferradji et al., 2011:** "Séchage solaire des figues."
- [35]. **F. Brissonnet , (1994)** M. Bouix, G. Loiseau , A . Russel,. et Y. Leveau . Le stress bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène.IAA .3 .p106-114.
- [36]. **Ferhoum F. (2010).** Analyses physico-chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Thèse Magistère en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Bomnerdès. 122.
- [37]. **Grigoraş, C. G. (2012).** Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs. Thèse Doctorat. Université de Vasile Alecsandri, Bacau. 225.

Référence bibliographie

- [38]. **Guehame, W., Lamrani, C., & Benali, S. E. (2016).** *Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des fruits déshydratés : raisins et figues* ;mémoire de Master Académique en Biologie ; Contrôle de Qualité des Produits Alimentaires, Université de Jijel.
- [39]. **Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. 651.
- [40]. **Guirand J., Galzy P. (1980), Cheftel J C., Cheftel H. (1948).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires ; Collection Génie alimentaire ; Edition de l'Usine ; pp: 240
- [41]. **Heldman, D. R., D. B. Lund, et al. (2006).** Handbook of food engineering, CRC press.
- [42]. **Haddial N., Mennane Z., Charof R., Berny E-H., Mardhy A. et Kerak E. (2014).** Etude de la Qualité d'un dérivé de dattes Marocaines (cas de Tahlaoute). International Journal of Innovation and Applied Studies, 8, 990-998.
- [43]. **Hanachi M., 2009.** Étude de l'influence de la déshydratation osmotique sur les cinétiques de séchage de l'ail (*allium sativum* L.). Mémoire d'ingénieur, Université de Batna, 53p.
- [44]. **ISO 750 (1981) :** Produits dérivés de fruits et légumes, Mesure de l'acidité titrable .
- [45]. **Jean V. (2009):** Séchage: principes et calcul d'appareils Séchage convectif par air chaud (partie1).Techniques de l'ingénieur Opérations unitaires : évaporation et séchage, base documentaire : TIB316DUO(ref.articlé : j2451).
- [46]. **J. Rodier (1997).** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer .8ème Ed. Dunod . France. 1997. pp : 57-65.
- [47]. **Jadhav S.J. et Andrew W.T. (1997).** Effects of cultivars and fertilizers on non-volatile organic acids in potato tubers. Food Science and Technology Journal. 10, 13-21.
- [48]. **Jena S. et Das H., 2007.** Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. Journal of Food Engineering, 79: 92–99.
- [49]. **Jean L. (2007).** Microbiologie alimentaire. CUQ.4-6 .

Référence bibliographie

- [50]. **Khazzar, A., & Ounis, A. (2020).** *Contribution à l'étude expérimentale de séchage du poivron* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA
- [51]. **Karadeniz F 2004.**main organic acid distribution of authentic citrus juices in turkey. turkish journal of agriculture and forestry, 28: 267-271.
- [52]. **Lozano J.E., Ibarz A, 1997.**Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. Journal of Food Engineering, 31, p. 365-373.
- [53]. **Lahbari, M. (2015).** *Etude et Simulation du Séchage de l'Abricot: Application a quelques Variétés de la Région des Aurés* (Doctoral dissertation, Université de Batna 2.
- [54]. **Lahbari M. et Benmoussa H., (2014).** Impact of the cut form on the drying behavior without pretreatment of carrots in a convective dryer. International Revue of Mechanical Engineering Vol.8, N.1: 162-166.
- [55]. **Laurienzo P., DiStasio M., Malinconico M. et Volpe M. G., 2010.** Dehydration of apples by innovative bio-films drying. Journal of Food Engineering, 97: 491–496.
- [56]. **Melik K. Ghendouz K.(2020).** Quelques activités biologiques de Pistacia lentiscus et impact du séchage micro-ondes sur l'activité antioxydant de ses extraits. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A.
- [57]. **Mokrane. Siham (2019).** Effet du séchage au micro-onde et à l'étuve sur la composition et l'activité antibactérienne du gingembre (*Zingiber officinale*), universite akli mohand oulhadj -bouira.
- [58]. **Nguyen, T. H. (2016).** *Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux* (Doctoral dissertation, Université de Bretagne Sud).24p.
- [59]. **Nguyen, T. H. (2016).** *Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux* (Doctoral dissertation, Université de Bretagne Sud).26p.
- [60]. **Piga, A., Pinna, I., Özer, K. B., Agabbio, M., & Aksoy, U. (2004).** Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.): drying kinetics and quality loss. *International journal of food science & technology*, 39(7), 793-799.
- [61]. **Prabhat K. Nema., Debabandya, Mohapatra., Ashikho, Daniel., Sarvesh, Mishra. 2013.** Modeling pulse microwave drying kinetics of ginger (*Zingiber officinale* R.). Journal Of Food Research And Technology, 1: 46-47.

Référence bibliographie

- [62]. **Reddam, S., Khodir, M., & Saf, A. (2018).** Technologies de Séchage Etude de Cas : Séchage de Deux Matrices Végétales Par étuve. Université A. MIRA – Bejaia.
- [63]. **Robert, N., Hounhouigon, J. D., Van Boekel, T. (2003).** Les Aliments: Transromation, Conservation et Qualité. Bachhuys Publishers. P: 28 – 29.
- [64]. **R. Gatel. 1982.** L'aliment à l'humidité intermédiaire : concept fondamental et fonction scientifique .Ed .APRIA . Paris. pp : 39-50.
- [65]. **Sedda, A., & Amira, S. (2018).** Effet du séchage par méthode non conventionnel (micro-onde) sur le potentiel antioxydant des feuilles de coriandre (*Coriandrum sativum*. L). Mémoire de Master ,Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire.Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- [66]. **Sharma, G. P. et Prasad, S. (2004).** Effective moisture diffusivity of garlic cloves undergoing microwave-convective drying. *Journal of Food Engineering*, 65(4), 609-617.
- [67]. **Santos, P. H. S., & Silva, M. A. (2008).** Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables—A review. *Drying Technology*, 26(12), 1421-1437.
- [68]. **Sabino Parente,** Tomates séchées au soleil en Sicile- Italie. In (<https://fr.dreamstime.com/photo-stock-tomates-s%C3%A9ch%C3%A9es-soleil-en-sicile-image75178765>).
- [69]. **Siebert K.J. (1999).** Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as function of their molecular properties. *Food quality and performance*, 10, 129-137.
- [70]. **Sharma P., P. Kumari et al. 2007.** "Ternarybiosorptionstudies of Cd (II), Cr (III) and Ni (II) on shelled Moringa oleifera seeds." *BioresourceTechnology*, 98(2): 474-47.
- [71]. **Sumnu, G., S. Sahin, et al. 2005.** "Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking of cakes." *Journal of food engineering* 71(2): 150-155.
- [72]. **Swasdisevi T., Sakamon D., Poomjai S. et Somchart S., 2009.** Mathematical modeling of combined far-infrared and vacuum drying banana slice. *Journal of Food Engineering*, 92 : 100–106
- [73]. **Trucksess, M. W., & Scott, P. M. (2008).** Mycotoxins in botanicals and dried fruits: a review. *Food additives and contaminants*, 25(2), 181-192.

Référence bibliographie

- [74]. **Toğrul et Pehlivan, 2003** : "Modelling of drying kinetics of single apricot." Journal of Food Engineering 58(1): 23-32.
- [75]. **Anonyme, 2019.** Agriculture-Afrique. In <https://www.agriculture-afrique.com/fabrication-de-cuiseurs-et-sechoirs-solaires/>
- [76]. **Wilhelm L.R., Suter D.A. et Brusewitz. G.H., 2005.** Food & Process Engineering Technology. ASAE publication; American Society of Agricultural Engineers, 303p.
- [77]. **Yaldýz et Ertekýn, 2007:** "Thin Layer Solar Drying of Some Vegetables." Drying Technology 19(3-4): 583-597

Préparation des milieux

1. Milieu Sabouraud

Mélanger 65 g dans 1 litre d'eau distillée. Chauffer jusqu'à dissolution complète. Stériliser en autoclave à 118- 121°C pendant 15 minutes.

2. Milieu PCA

Mélanger 23,5 g dans 1 litre d'eau distillée. Chauffer jusqu'à dissolution complète. Stériliser en autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

3. Milieu VRBL

Mettre en suspension 41.5 grammes de milieu dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Peut également être reparté et stérilisé à 118°C pendant 15 minutes.

Résumé

Préparé par : CHORFI Abdelkader

Encadrante : ALLALI Khadija

AMIZIANE Elhacen

Thème : Étude effet des méthodes de séchage sur la caractéristique biochimique et microbiologique de deux substances le kiwi et l'orange.

Résumé

Une étude comparative de deux méthodes de séchage (étuve de séchage et micro-onde) a été réalisée. L'objectif était de suivre et de simuler la cinétique de séchage de ces deux matrices en fonction de deux paramètres (température et temps de séchage). L'analyse des paramètres physico-chimiques passe par la détermination du taux d'humidité, du pH, de la conductivité électrique et de l'acidité titrable. Les résultats ont montré que la teneur en humidité des kiwis était comprise entre 83 % et 84 % et la teneur en humidité de l'orange était comprise entre 83 % et 85 %. Le pH varie approximativement entre 3 (kiwi) et 4 (orange), la conductivité du kiwi est comprise entre 2,34 et 3,38 mS/cm et pour l'orange 1,75 et 2,29 mS/cm. L'acidité titrable du kiwi est comprise entre 5,25% et 6,65% et celle de l'orange est comprise entre 3,5% et 7%.

L'analyse microbiologique a montré la présence de moisissures dans les fruits secs, cependant une l'absence totale de toutes les bactéries étudiées a été observée.

Mots clés : Séchage, kiwi, orange, propriétés physico-chimiques, propriétés microbiologiques.

Theme: Study of the effect of drying methods on the biochemical and microbiological characteristics of two substances, kiwi and orange.

Abstract

A comparative study of two drying methods (drying oven and microwave) was carried out. The objective was to follow and simulate the drying kinetics of these two matrices according to two parameters (temperature and drying time). The analysis of physico-chemical parameters involves determining the humidity, pH, electrical conductivity and titular acidity. The results showed that the humidity content of the Kiwis was between **83 %** and **84 %** and the humidity content of the orange was between **83 %** and **85 %**. The pH varies approximately between **3** (kiwi) and **4** (orange), the conductivity of the kiwi is between **2.34** and **3.38** ms/cm and for orange **1.75** and **2.29** ms/cm. Kiwi's titular acidity is between **5.25%** and **6.65%** and that of orange is between **3.5%** and **7%**.

Microbiological analysis has shown the presence of molds in dried fruits, however a total absence of all the bacteria studied has been observed.

Keywords : drying, kiwi, orange, physico-chemical properties, microbiological properties.

الإعداد: شرفي عبد القادر

أمزيان لحسن

موضوع: دراسة تأثير طرق التجفيف على الخصائص البيوكيميائية والميكرو بيولوجية لمادة الكيوي والبرتقال.

ملخص

أجريت دراسة مقارنة لطريقتين للتجفيف (فرن تجفيف وميكروويف). كان الهدف هو متابعة ومحاكاة حركية التجفيف لهاتين المصنوعتين وفقاً لمعاملتين (درجة الحرارة ووقت التجفيف). يتضمن تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية تحديد معدل الرطوبة ودرجة الحموضة والتوصيل الكهربائي والحموضة القابلة للمعايرة. أظهرت النتائج أن المحتوى الرطوبة لفاكهة الكيوي تراوح بين 83% و 84% ومحتوى الرطوبة في البرتقال بين 83% و 85%. تتراوح درجة الحموضة تقريباً بين 3 (كيوي) و 4 (برتقالي)، وتتراوح موصلية الكيوي بين 2.34 و 3.38 مللي ثانية / سم وللبرتقال 1.75 و 2.29 مللي ثانية / سم. تتراوح حموضة الكيوي القابلة للمعايرة بين 5.25% و 6.65% وحموضة البرتقال ما بين 3.5% و 7%.

أظهر التحليل الميكروبيولوجي وجود العفن في الثمار المجففة، ولكن لوحظ الغياب التام لجميع البكتيريا المدروسة.

الكلمات المفتاحية: التجفيف، الكيوي، البرتقال، الخصائص الفيزيائية الكيميائية، الخصائص الميكروبيولوجية.