

ÉTUDE D'EFFETS D'UNE TECHNIQUE DE DÉSINFESTATION PAR TRAITEMENTS SIMPLÉS DE THERMISATION SUR LES CRITÈRES DE QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE LA DATTE DEGLET-NOUR (*PHOENIX DACTYLIFERA L.*) AU COURS DE DIFFÉRENTES CONDITIONS DE STOCKAGE

MAROUF ARIBI Mohamed^{1*} et KHALI Mustapha²

1. Laboratoire de Protection et de Valorisation des Ressources Agrobiologiques (LPVRAB), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1 - B.P 270 Route de Soumâa-Blida, Algérie -

2. Centre Technique des Industries Agroalimentaires (CTIAA), Rue Ibn Khaldoun Boumerdès B.P 71A, Algérie.

Reçu le 22/09/2018, Révisé le 17/12/2018, Accepté le 25/12/2018

Résumé

Description du sujet : La thermisation est aujourd'hui la technique de décontamination la plus communément utilisée en industrie agroalimentaire. En terme de sécurité agro-alimentaire, elle a pour objectif de détruire ou désactiver totalement d'une part les enzymes et d'autres part les micro-organismes.

Objectifs : L'objectif de cette étude est de voir l'influence de la thermisation sur la composition microbiologique de la datte Deglet Nour au cours de stockage.

Méthodes : Les dattes variété Deglet Nour, provenant de la palmeraie de Tolga (wilaya de Biskra) ont été récoltées sur différents régimes vers la fin du mois d'octobre. La thermisation a été réalisée pendant 20 minutes dans une étuve ventilée réglée à 55°C (± 1°C). Deux lots sont ainsi constitués : un lot témoin non thermisé (T1) et un lot thermisé (T2), pour une durée de stockage de six mois à deux températures de conservation ambiante et basse (10°C).

Résultats : Les analyses effectuées sur les échantillons des dattes étudiées ont montré des variations qualitativement, et qui ont influencé négativement sur la qualité microbiologique de certains échantillons. Les dattes étudiées montrent une légère augmentation du taux des levures > 10³ UFC/ml par rapport aux normes (11×10³ au mois 0, 24×10² au 1^{er} mois 2, 16×10² au 5^{ème} mois du lot des dattes témoins non thermisées, et 8×10³ au mois 0, 26×10² au 1^{er} mois du lot des échantillons des dattes étudiées non thermisées stockés à température ambiante). Ainsi que (10×10³ au mois 0, 18×10² au 1^{er} mois, du lot des dattes témoins non thermisées et 25×10³ au 5^{ème} mois, du lot des échantillons de dattes étudiés non thermisées stockés à température basse (10°C). Le dénombrement des genres de moisissures révèle leur absence pour l'ensemble des échantillons des dattes étudiées.

Conclusion : L'analyse microbiologique des échantillons de dattes étudiées présente une mauvaise qualité hygiénique, ce qui concerne certains échantillons de dattes étudiées qui ne sont pas conformes aux normes internationales.

Mots clés : Dattes, Deglet-Nour, Désinsectisation, Thermisation, Levure, et Moisissures.

STUDY OF THE EFFECTS OF A DISINFESTATION TECHNICAL BY SIMPLE THERMIZATION TREATMENT ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY CRITERIA OF THE DEGLET-NOUR DATE (*PHOENIX DACTYLIFERA L.*) DURING DIFFERENT CONDITIONS OF STORAGE

Abstract

Description of the subject: Thermization is today the decontamination technique most commonly used in the food industry. In terms of agro-food safety, its objective is to completely destroy or deactivate enzymes and micro-organisms.

Objective: The objective of this study is to see the influence of thermalization on the microbiological composition of the Deglet Nour date during storage.

Methods: Deglet Nour variety dates, coming from the Tolga palm grove (wilaya of Biskra) were harvested on different regimes at the end of October. The thermization was carried out for 20 minutes in a ventilated oven set at 55°C (±1°C). Two batches are thus constituted: a not thermised control batch (T1) and a thermised batch (T2), for a storage period of six months at two temperatures of ambient and low (10°C) conservation.

Results: The analyzes performed on the samples of the dates studied showed qualitatively variations, which negatively influenced the microbiological quality of some samples. The dates studied show a slight increase in the yeast level >10³ CFU/ml compared to the norms (11.10³ in month 0, 24.10² in the second month, 16.10² in the fifth month of the not thermised control batch dates, and 8.10³ in month 0, 26.10² in first month of the lot of the samples of the studied not thermised dates stored at room temperature). As well as (10.10³ in month 0, 18.10² in first month, of the lot of the not thermised control batch dates and 25.10³ in fifth month, of the batch of the dates samples studied not Thermised stored at low temperature (10°C). The enumeration of the mold genera reveals their absence for all the samples of the dates studied.

Conclusion: The microbiological analysis of the date samples studied shows poor hygienic quality, as regards some of the date samples studied which do not comply with international standards.

Keywords: dates, Deglet-Nour, Disinsectisation, Thermization, Yeasts, and Molds.

* Auteur correspondant: MAROUF ARIBI Mohamed, E-mail: mar-bio-tp@live.fr.

INTRODUCTION

La date a toujours été depuis les temps immémoriaux un élément important de l'alimentation tant pour les humains que pour les animaux. Elle est constituée un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique, sa production mondiale s'élève à plus de 58 millions de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4^{ème} rang des pays producteurs de dattes, dont 30% sont des dattes communes à faibles valeurs marchandes pour la plus part destinées à l'alimentation du bétail [71]. Les dattes sont particulièrement riches en sucres et en éléments minéraux. Les fruits de dattes, y compris les variétés sèches, sont un véritable concentré de calories avec plus de 50% de sucres par rapport à la matière sèche [5].

La qualité des dattes commercialisées est tributaire des conditions de culture, de l'irrigation, de protection du régime et de l'ensoleillement ; autant de facteurs qui procurent aux fruits une spécificité de terroir. La production de dattes doit tenir compte des phénomènes de maturation, des problèmes liés à la récolte et des technologies appliquées dans les usines de conditionnement nécessaires pour désinsectiser et stabiliser (séchage) de ces fruits. La Deglet-Nour est la variété commerciale qui occupe la majeure partie du commerce international des dattes [6, 7, 8]. Pour l'Algérie, elle représente 60% des dattes produites c'est à dire 40% de la recette totale des exportations agricoles [29].

La croissance spectaculaire de la production de fruit dattier permet de préciser les méthodes appropriées pour conserver ce fruit nutritif pendant une longue période. De nombreuses méthodes ont été utilisées pour atteindre cet objectif au cours des dernières années, qui peuvent être classées en méthodes de traitement non thermiques (fumigation, irradiation et conditionnement sous atmosphère modifiée) et thermiques (traitement thermique, stockage à froid, déshydratation ...) [3]. La détérioration des fruits par les insectes, et les microorganismes pendant le stockage est un problème grave, en particulier dans les conditions tropicales chaudes et humides [30].

La fumigation utilisée jusque-là pour la désinfestation des dattes stockées [9, 10], voit son emploi diminuer à travers le monde en raison des effets résiduels de l'agent chimique le BrCH_3 , et de sa toxicité pour l'homme [11]. Celui-ci identifié comme un agent de dysfonctionnement de la couche d'ozone, est de plus en plus contrôlé. Il fait déjà l'objet d'interdiction à l'échelle européenne et on s'achemine vers son bannissement total à l'orée de 2010 [12].

De plus, des cadavres d'insectes et leurs excréments restent à l'intérieur des fruits et constituent une altération secondaire. De très nombreuses études ont proposé des alternatives à la fumigation au bromure de méthyle [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

Les nombreux inconvénients engendrés par l'utilisation de la fumigation, ont incité à la recherche de nouveaux moyens de désinsectisation et de conservation des dattes. Ces traitements peuvent effectivement constituer des alternatives intéressantes complémentaires aux bonnes pratiques de conservation à même de garantir une qualité optimale à la date [25].

Parmi ces traitements, la thermisation en tant que traitement essentiellement de désinsectisation [23, 24] et les emballages pour atmosphères modifiées [26] peuvent être envisagés. Les effets de ces deux traitements seuls ou de leurs actions combinées peuvent constituer des alternatives intéressantes complémentaires aux bonnes pratiques de conservation à même de garantir une qualité optimale à la date, particulièrement lorsque au cours d'un entreposage à basses températures [27, 28].

L'objectif de cette étude est de voir l'influence de la thermisation au barème thermique $55^\circ\text{C}/20$ min, retenu comme technique de désinsectisation, sur la composition microbiologique de la date Deglet Nour au cours de stockage. Selon Khali [4], les différents barèmes de désinsectisation appliqués sur des échantillons de dattes ont montré une diminution hautement significative du taux d'infestation de tous les lots de dattes infestées artificiellement aussi bien pour les larves que pour les œufs. Les barèmes thermiques de $45^\circ\text{C}/30$ min et $50^\circ\text{C}/25$ min ont permis de réduire d'une manière sensible l'infestation avec des taux de survivance pour les larves respectivement de 36,27% et 28,48%. De même que pour les taux d'éclosion des œufs qui sont de 45,21 et 33,65%. Toutefois, la diminution la plus remarquable était observée dans les lots de dattes infestées puis traitées à $55^\circ\text{C}/20$ min et à $60^\circ\text{C}/10$ min, où l'infestation était ramenée à 11,60% et 10,37% respectivement soit des diminutions de 88,40% et de 89,63% pour les larves alors que les taux d'éclosion des œufs chutaient à des niveaux proches de zéro.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel biologique

Les échantillons de dattes (Deglet Nour) utilisés dans notre étude proviennent du sud-est Algérien, de la palmeraie de Tolga (Wilaya de Biskra).

Elles sont récoltées au stade Tamar, fruits arrivés à maturité que défini par la nomenclature Irakienne. A ce stade, la physiologique, tel datte a perdu toute son astringence [23].

Les dattes étudiées ont été récoltées durant la campagne phoenicicole de 2015. La méthode d'échantillonnage suivie est celle préconisée par Acourene et Tama [31]. Le prélèvement est réalisé sur deux à trois palmiers homogènes de chacune d'elles.

2. Traitement et conditionnement

La thermisation est effectuée par voie sèche à $55 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 20 minutes dans une étuve ventilée. Les dattes sont stockées en lots de 500 g (Tableau 1). L'ensemble des échantillons sont conditionnés dans des plats en plastiques stériles.

Tableau 1 : Constitution des Lots expérimentaux.

Température ambiante (TA=22°C)	Température Basse (TB=10°C)
T1: Non thermisé NTT (Lot témoin)	T2: Non thermisé NTT (Lot témoin)
Lot 1 : Thermisé T	Lot 1 : Thermisé T
Lot 2 : Non thermisé NT	Lot 2 : Non thermisé NT

Les échantillons de dattes ont été répartis en deux groupes de lots à raison de six échantillons chacun, correspondant à la durée de stockage (0, 1, 2, 3, 4 et 5 mois) avant d'être testés, pour le premier à température ambiante (TA=22°C) avec une humidité relative de 75% à 80%, et le second à température basse de +10°C (TB) avec une humidité relative de 87% à 90% (Tableau 1).

3. Méthodes analytiques

A partir de chaque échantillon, nous avons réalisé 3 prélèvements constitués chacun de 5 à 6 fruits. Les dattes sont dénoyautées et broyées jusqu'à obtention d'une pâte homogène, représentative de l'échantillon étudié. Chaque prélèvement a servi à réaliser les analyses suivantes. 5g de chaque échantillon de datte introduit dans des flacons stériles contenant 45 ml de diluant (Eau physiologie stérile). On prépare les dilutions suivantes : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} . Etant donné que la nature solide des dattes, une mise en solution de la flore microbienne est obligatoire. Pour cela nous avons procédé à la préparation de la solution mère de dattes. On introduit aseptiquement 5g de l'échantillon dans un sac stérile contenant au préalable 45 ml de diluant (l'eau physiologique stérile) puis on homogénéise l'ensemble.

La solution obtenue constitue la solution mère qui correspond à la dilution 10^{-1} . Cela est répété pour l'ensemble des échantillons de chaque lot. La recherche et le dénombrement des F.A.M.T [32] ; est réalisé sur gélose standard pour numération P.C.A (Plate Count Agar) par ensemencement en profondeur de 1 ml des dilutions dans la masse du milieu gélose de numération (15 ml de milieu en surfusion à 45-47°C) [33]. La recherche et la numération des coliformes peut être effectuée par ensemencement de 1 ml de produit (ou de la suspension mère) ou de ses dilutions dans 15 ml de milieu gélosé bilié au cristal violet et au rouge neutre (V.R.B.L). Après solidification, la boîte est incubée retournée pendant 24 h à 30°C [34]. La recherche et le dénombrement des levures et moisissures sont souvent isolés et dénombrés sur des milieux acidifiés (gélose glucosée à la pomme de terre, gélose à l'extrait de malt). Le pH bas pour ces milieux n'inhibe pas toutes les bactéries et il peut même inhiber certaines levures ou moisissures. A partir de dilution on prend 0,1 ml et on le porte sur la surface de P.D.A (Potato Dextrone Agar) fortement acidifié (pH 3-3,5) par l'acidité lactique [35].

La présence des Entérobactéries Gram négatif (*Escherichia coli*), aérobies facultatifs dans un produit traduit une contamination fécale par manque d'hygiène. *E. coli* est la plus spécifique de toutes les bactéries de contamination fécale. L'isolement et l'identification ont été faits sur un milieu liquide VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) et l'incubation s'est faite à 44°C (coliformes fécaux). La lecture des résultats a été faite à l'aide de la table de Mc Grady après 24 heures [36]. La recherche et le dénombrement des bactéries acétiques en vue de leur identification ou de leur numération peuvent donc demander l'emploi de milieu sélectif doté de propriétés antibactérienne et si possible antifongique. Le milieu de culture de base pour les bactéries acétiques est un milieu liquide glucose contenant du CaCO_3 (bouillon pour les bactéries acétiques). Pour un isolement sélectif, il est préférable d'utiliser un milieu à l'éthanol du type de ceux décrite pour différencier les *Acétobacter* des *Gluconbacter* et qui permettant à la fois un isolement et une différenciation : le milieu gélose de Carr, ou milieu gélose de Frateur [70].

RÉSULTATS

Les risques de contaminations microbiologiques des dattes proviennent surtout de la nature de la phase traitement et stockage car chaque mauvais traitement constitue un milieu favorable au développement microbien au cours de stockage des dattes ; les levures et les

moisissures provenant de la phase très humide détériorent la qualité des dattes. A notre connaissance, aucune intoxication alimentaire n'est à l'origine de la consommation des dattes. C'est la raison pour laquelle la recherche des germes pathogènes pour approuver la qualité sanitaire n'est pas nécessaire [37]. Le dénombrement de la flore totale est le meilleur outil pour évaluer la qualité microbiologique générale des aliments, donc c'est un indice de qualité. Une denrée alimentaire contenant plus de 3×10^5 germes/g doit considérer comme impropre à la consommation [70].

On a ciblé six germes susceptibles de dégrader la qualité des dattes : la flore mésophile aérobie totale, les Coliformes Fécaux et totaux, les Escherichia Coli, les Bactéries Acétiques, et les levures et les moisissures. Ces figures suivantes résument l'ensemble des résultats de l'analyse microbiologique effectuée sur les six échantillons de dattes étudiées.

Les résultats des analyses microbiologiques des différents échantillons de dattes étudiées montrent clairement leur parfaite conformité aux normes à l'exception de certains échantillons.

Comme indique les figures 1 et 2; les échantillons de dattes stockés à température ambiante renferment une charge microbienne de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) inférieure à 3×10^6 UFC/ml, de même les échantillons de dattes stockés à basse température (10°C) renferment une charge microbienne de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) inférieure à 3×10^6 UFC/ml, ce qui indique que l'ensemble des échantillons sont propres à la consommation. Cependant, il arrive le plus souvent que les plaies et les blessures soient à l'origine de la pénétration des microorganismes. En plus, d'autres sources peuvent contaminer la surface des dattes : le sol, l'aire, les oiseaux, les insectes, l'environnement, ...etc [38]. Le dénombrement de la flore des coliformes fécaux est d'un grand intérêt pour évaluer la qualité des dattes et qui est nulle pour l'ensemble des échantillons étudiés stockés à basse température (10°C) et ambiante.

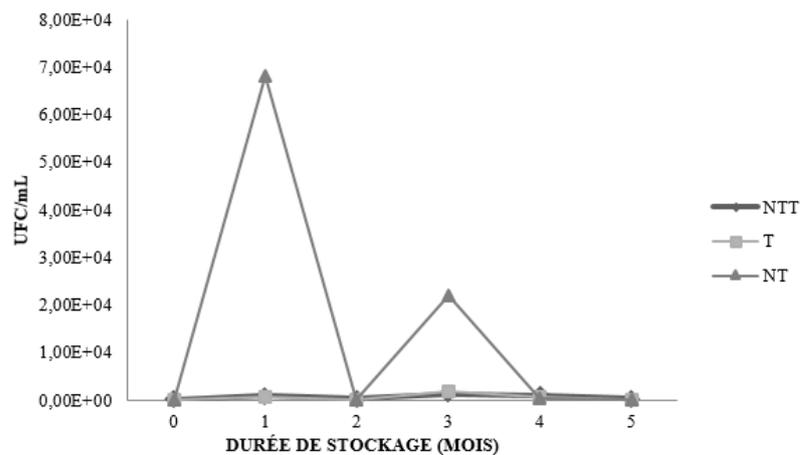


Figure 1 : Evolution de la FMAT au cours de la conservation des dattes stockées à température ambiante

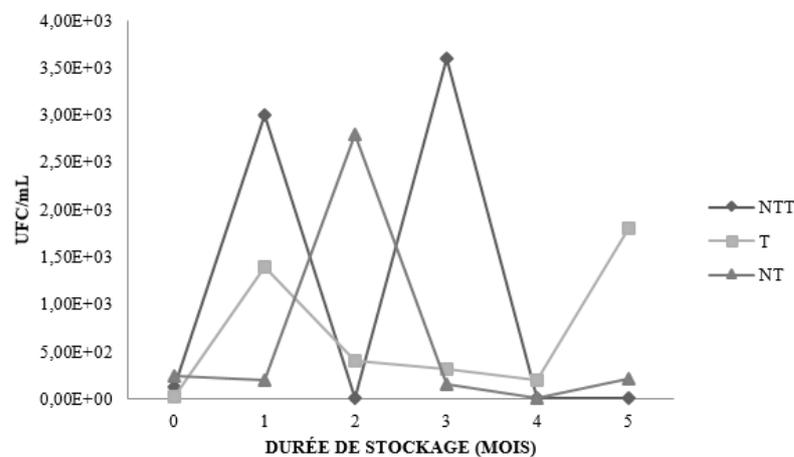


Figure 2 : Evolution de la FMAT au cours de la conservation des dattes stockées à basse température (10°C)

Les dattes étudiées montrent une légère augmentation du taux des levures $>10^3$ UFC/ml par rapport aux normes (11×10^3 au mois 0, 24×10^2 au 2^{ème} mois, 16×10^2 au 5^{ème} mois du lot des dattes témoins non thermisées et 8×10^3 au mois 0, 26×10^2 au 1^{er} mois du lot des dattes non thermisées des échantillons étudiés stockés à température ambiante.

Ainsi que (10×10^3 au mois 0, 18×10^2 au 1^{er} mois, du lot des dattes témoins non thermisées et 25×10^3 au 5^{ème} mois, du lot des dattes non thermisées des échantillons étudiés stockés à basse température (10°C) (Fig. 3 et 4). Le dénombrement des genres de moisissures révèle leur stabilité pour l'ensemble des échantillons des dattes étudiées (Fig. 5 et 6).

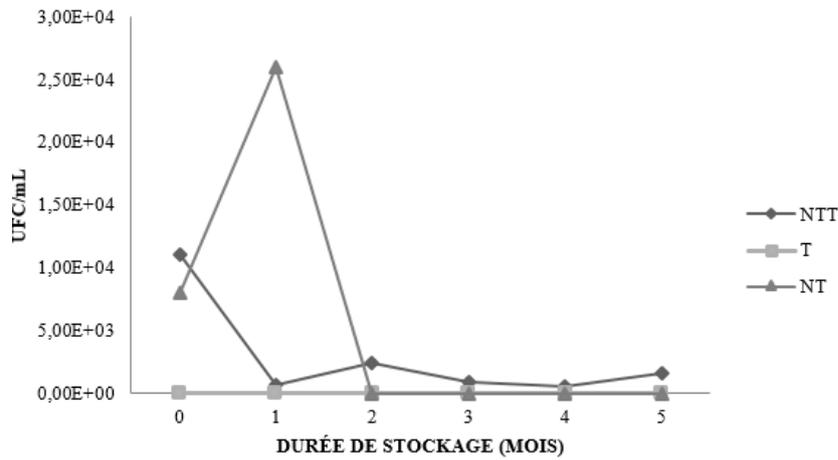


Figure 3 : Evolution des levures au cours de la conservation des dattes stockées à température ambiante

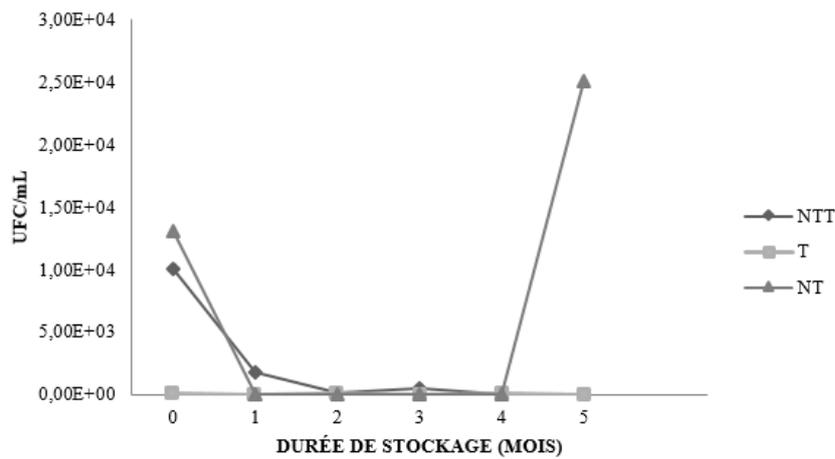


Figure 4 : Evolution des levures au cours de la conservation des dattes stockées à basse température (10°C)

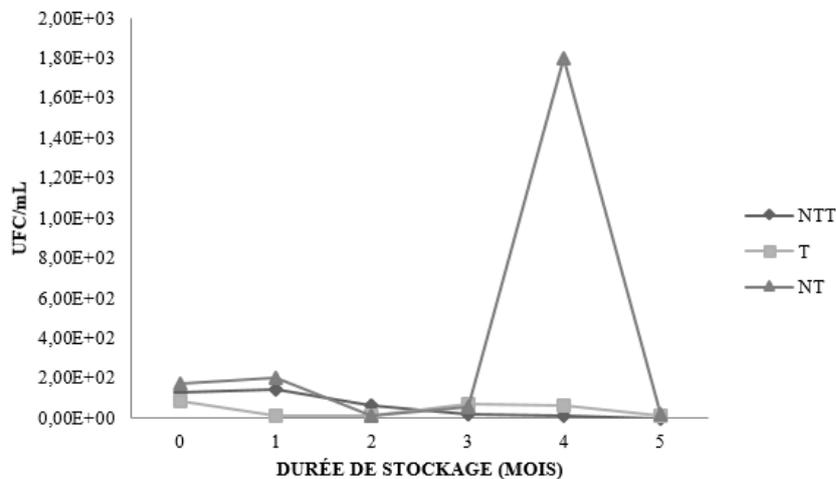


Figure 5 : Evolution des moisissures au cours de la conservation des dattes stockées à température ambiante.

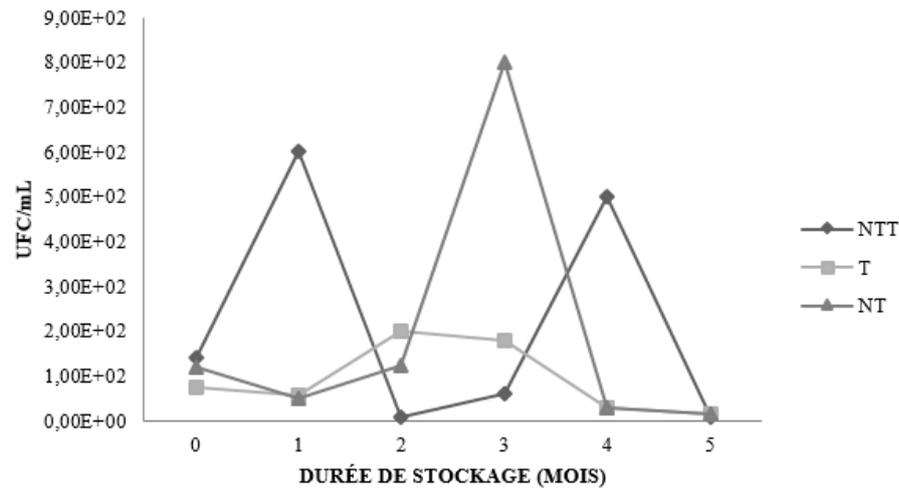


Figure 6 : Evolution des moisissures au cours de la conservation des dattes stockées à basse température (10°C)

DISCUSSION

Les résultats obtenus révèlent une augmentation de la (FMAT) durant les premiers mois de stockage de l'ensemble des échantillons stockés à température ambiante et basse (10°C), avec une diminution pour les derniers mois et se poursuit au cours de la dernière période de conservation, ceci est expliqué que les conditions (température ambiante ou basse, absence de traitement, nutriment,...etc) sont favorables à la croissance de ces germes [70].

La flore aérobie mésophile de l'ensemble des échantillons continue à se diminuer au fur et à mesure jusqu'à une stabilité d'environ 200UFC/ml à 150UFC/ml, puis ce nombre reste stable durant toute la période d'entreposage. L'instabilité observée du taux levures pour certains échantillons de dattes étudiées peut être expliqué par l'augmentation du taux d'humidité. Dans ce contexte, la plupart des microorganismes se développent à une Aw entre 0,95 et 1, les levures et moisissures ainsi que la plupart des bactéries sont incapable de s'accroître à un taux d'humidité au-dessous de 24 où l'Aw est égal à 0,7. Par contre, une stabilité du taux de levure a été observée dans les dattes thermisées conservées à température ambiante ainsi que pour les dattes non thermisées conservées à basse température (10°C) à l'exception du dernier mois qui a enregistré une augmentation considérable. La diminution du taux de levures observés dans ces échantillons de dattes, démontre l'efficacité de cette méthode de traitement et de conservation. Après un mois de stockage une diminution est observée pour l'échantillon de datte stocké à basse température (10°C), avec un taux de 18×10^2 UFC/ml où le nombre de germes se stabilise après ça. Aussi pour l'ensemble des échantillons de dattes stockés à température ambiante.

Pour les Bactéries acétiques, *Escherichia coli*, Coliformes totaux, et Coliformes fécaux sont absentes dans l'ensemble des échantillons de dattes.

Dans le cadre de la valorisation des dattes Deglet Nour et l'amélioration de sa qualité, l'ensemble de trois échantillons stockés à température ambiante et trois autres échantillons stockés à basse température (10°C), ont été soumis à une analyse microbiologique (recherche de la flore mésophile aérobie totale, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, les levures et les moisissures, bactéries acétiques, et *Escherichia coli*), pour améliorer les procédés de traitement et de stockage des dattes stockées à basse et à température ambiante, et investir dans la qualité.

Généralement la forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité des dattes. Ce qui est clair dans notre étude, l'existence d'une stabilité du taux de FMAT, de levures et des moisissures dans presque tous les échantillons de dattes étudiées, à l'exception de quelques échantillons de dattes à savoir le taux de levures de l'échantillon de datte témoin et celle du premier mois non thermisée stockée à température ambiante, qui sont légèrement supérieures par rapport aux normes, respectivement (11×10^3 UFC/ml) et (26×10^3 UFC/ml). De même, le taux de levures de l'échantillon de datte témoin stockée à basse température (10°C) qui est de (10×10^3 UFC/ml), ainsi que pour l'échantillon de datte non thermisée (celle du cinquième mois) stockée à basse température (10°C) et qui est de (25×10^3 UFC/ml). Alors que les coliformes totaux, coliformes fécaux, *Escherichia Coli*, et bactéries acétiques elles sont absentes dans l'ensemble des échantillons de dattes. La FMAT est considéré comme le premier index de la qualité des aliments [39].

Les coliformes sont habituellement utilisés comme un indicateur de l'hygiène de préparation d'aliment [40]. Cette contamination est due principalement à l'utilisation des emballages en plastique et en verre non stérilisés, au cours de l'étape de conditionnement alors que les échantillons des dattes ont été conditionnés dans des plats neufs et stériles. Aussi présence des levures et des moisissures dans les aliments avec des charges élevées, est un indicateur de qualité infectieuse. Ces moisissures agissent sur la santé humaine et animale par la production des substances toxiques qui sont des métabolites secondaires appelées les mycotoxines.

La différence pourrait être dû à la durée de stockage des dattes utilisés dans la conservation (le pH diminue avec l'augmentation de la durée de stockage à température ambiante et basse) ce qui est traduit par la présence de flore mésophile aérobie totale, les levures et les moisissures dans quelques échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C), et les échantillons de dattes stockées à basse température (10°C).

De nombreuses études rapportent que les levures et moisissures sont les principaux acteurs de la détérioration des dattes. Les espèces fongiques fréquemment identifiées appartenant aux genres *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus* et *A. ochraceus*) [41], *Alternaria* [42] et en moindre importance au genre *Penicillium* [43 et 44]. En développant leur mycelium à la surface des dattes, ces microorganismes sont capables de fermenter les sucres et produire des mycotoxines à l'origine des intoxications alimentaires [45, 46, 47 et 48]. Entre autres, des études microbiologiques ont rapporté que les espèces de levures principalement identifiées à la surface des dattes, appartiennent aux genres *Saccharomyces*, *Hanseniaspora* et *Candida* [49]. Les espèces de levures infectant la variété Deglet-Nour sont les espèces les plus tolérantes au forte teneur en sucres notamment *Candida Apicola* [50 et 51].

Des travaux de recherches ont montré que les dattes récoltées au stade Khalal présentent une charge microbienne initiale plus importante due à la teneur équilibrée du fruit en eau et sucres à ce stade de maturation.

Une première préoccupation importante après la récolte est l'infestation d'insectes qui provoque des pertes importantes des fruits, la fumigation (fumigation par produit chimique, fumigation par la pression atmosphérique et sous vide) est très fréquente et constitue le premier choix pour les producteurs [10]. L'irradiation à montrer une excellente efficacité pour l'élimination de la flore bactérienne [52] mais non pas sur flore fongique [53 et 54].

Cependant, le conditionnement des dattes sous atmosphère modifiée, s'avère le mode de conservation le mieux adapté pour une meilleure protection du produit contre la prolifération des levures et moisissures et contre la déshydratation [55]. Le stockage à froid en appliquant des basses températures principalement pour l'extension de la durée de conservation des dattes fraîches ou transformées, ce qui réduire l'activité des microorganismes, les enzymes.

Ce procédé nécessite que les aliments soient initialement d'excellente qualité et peu contaminés [56]. Les techniques sous citées présentent certaines limites qui répriment de plus en plus leurs applications industrielles. Les méthodes comme la fumigation et l'irradiation représentent un risque public en raison de leur toxicité. Alors que le stockage à froid et sous atmosphère modifiée sont des technologies coûteuses [3].

Le mécanisme d'inactivation des microorganismes par la chaleur est généralement supposé affecter plusieurs composants cellulaires comme les protéines et le matériel génétique. Des molécules bioactives comme les enzymes et les phospholipides qui déterminent l'intégrité de la membrane et qui sont l'exigence cruciale pour l'homéostasie des microorganismes, sont des molécules très vulnérables à la chaleur [57].

Les mauvaises conditions de transport et de la commercialisation sont autres facteurs qui peuvent contribuer à augmenter la charge microbienne [40]. En outre, l'humidité élevée durant le stockage et la conservation contribue à croître la proportion de la contamination fongique [58].

La sensibilité des levures et des moisissures à la chaleur se situe dans une large gamme de température. La forme sporulée des levures et des moisissures est plus résistante à la chaleur que la forme végétative [59], et la sensibilité thermique des spores peut aller de $D_{45}=0,9$ min pour *Monilinia fructigena* [60] à $D_{90} = 6,2$ min pour *Talaromyces flavus* [61]. En traitement thermique post-récolte des fruits, les deux formes (végétative et sporulée) des levures et des moisissures d'altération sont inactivées généralement par une exposition à 60°C pendant 5 à 10 min [62 et 63].

Deux hypothèses ont été rapportées dans la littérature pouvant expliquer le mécanisme d'inactivation des spores par la chaleur [64 et 65] : (i) l'effet de la température induisant des changements physiologiques et biochimiques dans le cortex et la membrane des spores, favorisant un transfert d'eau important qui génère un gradient de pression osmotique entre les milieux intra et extracellulaire ; (ii) l'inactivation des spores peut également être due à une inactivation thermique des enzymes de germination.

Les basses températures ont démontré leur efficacité sur le développement des levures et moisissures responsables de l'altération de la datte. Pour maintenir la qualité microbiologique et physico-chimique de dattes Barhee immatures. Kader et Hussein [66], ont suggéré un stockage et un transport réfrigéré (0-2°C) avec une humidité relative de l'air comprise entre 90 et 95%. La température joue aussi un rôle déterminant dans la dégradation de la couleur des dattes Deglet-nour durant l'entreposage [67]. Selon Oubahou et Yahia [68], les dattes séchées peuvent être conservées pendant un an à une température de 0°C.

La réfrigération permet de ralentir le développement des microflores d'altération thermophiles et mésophiles. Celles-ci sont inhibées totalement lorsque la température de réfrigération est au-dessous de la température minimale de leur croissance [69].

CONCLUSION

Dans des conditions de stockage définies, l'étude a montré qu'il existe d'importantes variations du taux de la flore bactérienne, de la composition microbiologique mesurée au cours de stockage. La charge bactérienne varie en fonction de la thermisation au barème de traitement thermique 55°C/20 min et de la durée de stockage. Le taux de la FMAT est plus élevé pour les échantillons de dattes non thermisées stockées à la température ambiante au 1^{er} mois et au 3^{ème} mois de stockage. Alors que le taux de la FMAT des échantillons de dattes témoins et non thermisées stockées à la basse température (10°C), augmente plus fortement par rapport aux échantillons de dattes thermisées stockées à basse température (10°C). D'autre part, les différences des taux de levures sont dues à la fois aux facteurs température de stockage et traitement de thermisation.

Les résultats obtenus montrent que, pour tous les échantillons analysés, les dattes non thermisées stockées au 1^{er} mois à température ambiante ainsi que les dattes non thermisées stockées au 5^{ème} mois à basse température (10°C), sont en moyenne plus élevés en taux de levures que les autres échantillons de dattes. Ces variations pourraient être dues à la durée de stockage de dattes utilisées dans la conservation. Est moins influençable par le changement du taux de levures pour les autres mois de stockage.

Ainsi, les échantillons de dattes thermisées stockées à basse et à température ambiante et (10°C) présentent des taux de moisissures les mieux appréciés et les plus conformes aux normes que les autres échantillons à l'exception de l'échantillon des dattes témoin stockée à température ambiante qui a connu une meilleure stabilité durant toute la période de stockage, cette différence liée essentiellement à l'influence de la thermisation au barème de traitement thermique 55°C/20 min. En outre, la maîtrise de la qualité microbiologique des dattes dès la récolte est un élément important pour l'ensemble de la filière car elle conditionne en grande partie les rendements de valorisation ou transformation, les propriétés organoleptiques et diététiques du produit fini et, par conséquent, le coût de commercialisation. En fin, la connaissance de l'effet de thermisation sur la composition microbiologique des dattes permet de donner des moyens pour sécuriser le consommateur et valoriser ces sous-produits. Il est à signaler que les bonnes conditions de stockage et de transport de ces produits améliorent leur salubrité et leur rendement et par conséquent leur sécurité vis-à-vis des consommateurs. Cette conclusion est intéressante pour les producteurs et les conditionneurs qui sont ainsi assurés de désinsectiser tout en maintenant les critères de qualité de la datte Deglet Nour.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Levy C., Bornard I. and Carlin F. (2011). Deposition of *Bacillus subtilis* spores using an airbrush-spray or spots to study surface decontamination by pulsed light. *Journal of Microbiological Methods* 84, 223-227.
- [2]. Holdsworth D. and Simpson R. (2007). Kinetics of Thermal Processing. In "Thermal Processing of Packaged Foods", pp. 87-122. Springer US.
- [3]. Homayouni A., Azizi A., Khodavirdvand K.A., Amini A. and Eslam A. (2014). Date canning: a new approach for the long-time preservation of date. *J. Food Sci. Technol.*, 52(4):1872-1880
- [4]. Khali M. (2008). Effets de traitements simples et combinés sur la biologie et la biochimie de la datte en cours de conservation; Thèse de Doctorat d'état en sciences alimentaires et nutrition, p-15.
- [5]. Ben Ahmed Dilali A., Amrani M., Azouaou M., Damir A. et Benamara S. (2010). Possibilité de fabrication d'un jus naturel à base d'un sirop de dattes communes et d'un extrait de Spiruline et jus de citron naturel Thèse de doctorat, Université de Tizi-ouzou. 212 p.

- [6]. Ashraf Z. and Hamidi-Esfahani Z. (2011). Date and Date Processing: A Review. *Food Reviews International* 27: 101-133.
- [7]. Elleuch M., Besbes S., Roiseux O., Blecker C., Deroanne C., Drira N.-E. and Attia H. (2008). Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry* 111: 676-682.
- [8]. Zaid A. and Arias Jiménez E. (1999). Date palm cultivation. In "FAO Plant Production and Protection Paper", Vol. 156-Rev. 1, pp. 309. FAO, Rome.
- [9]. Hussain A.A. (1974). *Date palms and dates with their pests in Iraq*. Mosul University Press, Mosul, Iraq, 130 p.
- [10]. Matter A.A. (1991). *Cultivation and production of date palms*. Basrah Univ., Basrah, Iraq. 420 p.(in Arabic).
- [11]. Deschamps F.J. and Turpin J.C. (1996). Methyl bromide intoxication during grain store fumigation. *Occupational Medicine*, 46 (1):89-90.
- [12]. Anonyme, (1992). United nations Environmental programme (UNEP), Proceedings of the fourth Meeting of the parties to the Montreal protocol on substances that deplete the ozone Layer, Copenhagen UNEP, Nairobi, Kenya, 23-25 november.
- [13]. Csinos A.S., Jonhson W.C., Sumner D.R., McPherson R.M. and Gitaitis R.D. (1997). Alternative fumigants for methyl bromide in tobacco and pepper transplant production. *Crop Protection*. 16(6): 585-594.
- [14]. Bell C.H and Wilson S.M. (1995). Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J. Stored Prod. Res.* 31(3): 199-205.
- [15]. Zettler J.L. and Arthur F.H. (2000). Chemical control of stored product insect with fumigants and residual treatments. *Crop Protection*. 19: 577-582.
- [16]. Donahaye E.J., Navarro S. and Rindner M. (1995). Low temperature as alternative to fumigation for disinfecting dried fruit from three insect species. *J. Stored Prod. Res.* 31(1): 63-70.
- [17]. Bell C.H. (2000). Fumigation in the 21st century. *Crop Protection*, 19: 563-569.
- [18]. Aegerter A.F. and Folwell R.J. (2000). Economic aspects of alternatives to methyl-bromide in the postharvest and quarantine treatment of selected fresh fruits. *Crop Protection*. 19: 161-168.
- [19]. Donahaye E.Z. (2000). Current status of non residual control methods against stored product pests. *Crop Protection*, 19 :571-576.
- [20]. Reynes M. (1997). Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimiques et biochimiques de la datte. Thèse de doctorat d'institut national polytechnique de Lorraine. 182p.
- [21]. Williams P., Hepworth G., Goubran F., Muhunthan M. and Dun K. (2000). Phosphine as a replacement for methyl bromide for postharvest disinfestations of *Citrus*. *Postharvest Biology and Technology*. 19:193-199.
- [22]. Weller G.L. and Graver V.S. (1998). Cut flower disinfestations: Assessment of replacement fumigants for methyl bromide. *Postharvest Biology and Technology*. 14: 325-333.
- [23]. Munier P., "La datte", In: *Le Palmier dattier*. Paris. Maisonneuve et Larose, (1973), pp. 141-150.
- [24]. Al Taweel A.A., Ahmed M.S., Naher F.H., Kelewi S.A. and Nasser M.J. (1997). Effect of pupal exposure to various temperatures on certain biological parameters of *Ephestia cautella*. *Iraqi Agric. J.* 2: 98-107.
- [25]. Sayed Ali M., Nakano K. and Maezawa S. (2004). Development of cherry tomato. *Postharvest Biol. and Techn.* 34: 113-116.
- [26]. Yang B., Shiping T., Honxia L., Jie Z., Jiankang C., Yongcai L. and Weiyi Z. (2003). Effect of temperature on chilling injury, decay and quality of Hami melon during storage. *Postharvest Biol. And Techn.*, 29 : 229-232.
- [27]. Jayas D.S. and Jeyamkondan S. (2002). Postharvest Technology : Modified atmosphere storage of grains and vegetables. *Biosystems Engineering*, 82(3): 235-251.
- [28]. Sivakumar D. and Korsten L. (2006). Influence of modified atmosphere packaging and postharvest treatments on quality retention of litchi cv. Mauritius. *Postharvest Biology and Technology* 41(2): 135-142.
- [29]. Anonyme (2015). Filère dattes: En attendant la labellisation. In "Le Soir d'Algérie", Vol. 074, pp. 6, Sidi M'Hamed, Alger.
- [30]. Mohammadzai I.U., Shah Z, Ihsanullah I., Khan H. and Rashid H. (2008). Effect of gamma irradiation, packaging and storage on the nutrients and shelf life of palm dates. *J Food Process Preserv* 34(suppl 2):622-638.
- [31]. Acourene S. et Tama M. (1997). Caractérisation physicochimiques des principaux cultivars de dattes de la région de Ziban. *Revue Recherche Agronomique. INRAA Algérie*. 1 : 59-66.
- [32]. Jeantet R., Croguennec T., Schuck et Brulé G. (2007). Science des aliments, Biochimie, Microbiologie Procédés, Produits - Tome 1, Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec & Doc (Editions) Paru le: 01/02/2006.
- [33]. Guiraud J.P. et Rosenc J.P. (2004). *Pratiques des normes en microbiologie alimentaire*. AFNOR. 300 p.
- [34]. Lightfoot N.F. et Maier E.A. (2002). *Analyse microbiologique des aliments et de l'eau*. GB science publisher, 78 p.
- [35]. NF V08-059. Microbiologie des aliments- Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25° C -Méthodes de routine, 2005.

- [36]. **ISO 7251:2005**. Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d'*Escherichia coli* présumés, technique du nombre le plus probable.
- [37]. **Hamad A.M., Mustafa A.I. and El. Kahtan M.S. (1983)**. Effect of Na beta-sulfite alone and in Combination with Na-benzoate on the microbial flora and quality of six soft date varieties. The first symposium on the date palm king Faysal university Al-Hassa-Kingdom of Saudi Arabia, pp.480-495.
- [38]. **Oteng-Gyang K. (1984)**. *Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds*. Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 260 p.
- [39]. **Unece Standard DDP-11 (2004)**. Concerning the marketing and commercial quality control of dried grapes, United Nations, Nez York and Geneva, P: 1-11,.
- [40]. **Frasier WC. and Westhoff DC. (1988)**. Food Microbiology. 4th edition. McGraw-Hill Publication Company. New York. USA,.
- [41]. **Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M.A., Asehrou, A., Hakkou, A. (2010)**. Chemical composition and microbial quality of main varieties of dates grown in figuig oasis of Morocco. *Int J Agric Bio*, 12: 311-314.
- [42]. **Djerbi M. (1983)**. "Report on consultancy mission on date palm pests and diseases." FAO. Rapport N°: IND/80/043, Octobre, Rome.
- [43]. **Abdel-Sater M.A. and Saber S.M. (1999)**. Mycoflora and mycotoxins of some Egyptian dried fruits. *Bulletin of Faculty of Science, Assiut University*, 28(1-D): 91-107.
- [44]. **Ragab W.S., Ramadan B.R. and Abdel-Sater M.A. (2001)**. Mycoflora and aflatoxins associated with saidy date as affected by technological processes. III International Date Palm Conference, UAE University, Abu Dhabi, AUE, 19-21: 409-421.
- [45]. **Gonzalez H.H.L. (1998)**. Relationship between *Fusarium graminearum* and *Alternaria alternata* contamination and deoxynivalenol occurrence on Argentinian durum wheat. *Mycopathologia*, 144: 97-102.
- [46]. **Logrieco A., Bottalico A., Mule G., Moretti A. and Perrone G. (2003)**. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops. *European Journal of Plant Pathology*, 109(7): 645-667.
- [47]. **Schrader T.J., Cherry W., Soper K. and Langlois I. (2006)**. Further examination of the effects of nitrosylation on *Alternaria alternata* mycotoxin mutagenicity in vitro. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 606: 61-71.
- [48]. **Patriarca A., Azcarate M.P., Terminiello L. and Fernandez Pinto V. (2007)**. Mycotoxin production by *Alternaria* strains isolated from Argentinean wheat. *International Journal of Food Microbiology* 119: 219-222.
- [49]. **El-Shaik, (1986) in Masatouri A. (1997)**. Comportement d'un stock de dattes variétés «Deglet- Nour» traite par thermisation et au DF en atmosphères modifiées et au froid. Thèse d'Ing. Univ. de Mostaganem, 55 p.
- [50]. **Rosa C.A., Lachance M. A., Silva J.O., Teixeira A.C.P., Marini M.M., Antonini Y. and Martins R.P. (2003)**. Yeast communities associated with stingless bees. *FEMS yeast research* 4: 271-275.
- [51]. **Belbahi A., Bohuon P., Leguérinel I., Méot J.M., Loiseau G., Madani K. (2015)**. Heat Resistances of *Candida Apicola* and *Aspergillus Niger* Spores Isolated From Date Fruit Surface. *Journal of Food Process Engineering*. 40(1) : 1-8 p
- [52]. **Jay J.M., Loessner M.J. and Golden D.A. (2005)**. Radiation protection of foods, and nature of microbial radiation resistance. In: *Modern food microbiology*. Springer, New York, pp 371-394.
- [53]. **Al-Kahtani H., Abu-Tarboush H., Al-DryhimY., Ahmed M., Bajaber A.S., Adam E-SE and El-Mojaddidi M. (1998)**. Irradiation of dates: insect disinfestation, microbial and chemical assessments, and use of thermoluminescence technique. *Radiat Phys Chem* 53(2):181-187.
- [54]. **Azelmat K., Elgarrouj D., Mouhib M. and Sayah F. (2006)**. Irradiation of 'Boufeggous' dates: effects on chemical composition during storage. *Postharvest Biol Technol*. 39(2):217-222
- [55]. **Achour M., Ben Amara S., Ben Salem N., Jebali A. et Hahmdi M. (2003)**. Effets de différents conditionnements sous vide ou sous atmosphère modifiée sur la conservation de dattes Deglet Nour en Tunisie. *Fruits*, 58 : 205-212.
- [56]. **Rosset R. (2001)**. Croissance microbienne et Froid. *Bull. Acad. Nat. Med.*, 185(2) : 287-299.
- [57]. **Wesche A.M., Gurtler J.B., Marks B.P. and Ryser E.T. (2009)**. Stress, sublethal injury, resuscitation, and virulence of bacterial foodborne pathogens. *J. Food Prot.* 72(5) : 1121-1138.
- [58]. **Al Askari G., Kahouadji A., Khedid K., Charof R. et Mennane Z. (2012)**. Caracterisation physicochimique et microbiologique de la figue sèche. *Les Technologies de Laboratoire* 7(26) :1-8
- [59]. **Raso J., Calderon M.L., Gongora M., Barbosa-Canovas G.V. and Swanson B.G. (1998)**. Inactivation of *Zygosaccharomyces bailii* in fruit juices by heat, high hydrostatic pressure and pulsed electric fields. *Journal of food science* 63: 1042-1044.
- [60]. **Marquenie D., Lammertyn J., Geeraerd A., Soontjens C., Van Impe J., Nicolai B. and Michiels C. (2002)**. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. *International Journal of Food Microbiology* 74: 27-35.

- [61]. King A. D. (1997). Heat resistance of *Talaromyces flavus ascospores* as determined by a two phase slug flow heat exchanger. *International Journal of Food Microbiology* 35: 147- 151.
- [62]. Civello P.M., Martínez G.A., Chaves A.R., and Añón M.C. (1997). Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:4589-4594.
- [63]. Fallik E., and Lurie S. (2007). Thermal control of fungi in the reduction of postharvest decay. In "Heat treatments for postharvest pest control: theory and practice" (T. Juming, M. Elizabeth, W. Shaojin and L. Susan, eds.), pp. 162. CABI UK.
- [64]. Gervais P., and De Marañon, I.M. (1995). Effect of the kinetics of temperature variation on *Saccharomyces cerevisiae* viability and permeability. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes* 1235:52-56.
- [65]. Gervais P. and Marechal P. (1994). Yeast resistance to high levels of osmotic pressure: Influence of kinetics. *Journal of Food Engineering* 22: 399-407.
- [66]. Kader A.A. and Hussein A. M. (2009). Harvesting and postharvest handling of dates. In "Project on the Development of Sustainable Date Palm Production Systems in the GCC countries of the Arabian Peninsula" (ICARDA, ed.), pp. 15, Aleppo, Syria.
- [67]. Achour M. et Bagga N. (2005). Effet des conditions d'entreposage sur la dégradation de la couleur des dattes tunisiennes de type Deglet Nour. *Fruits* 60: 41-46.
- [68]. Oubahou A. and Yahia M. (1999). Postharvest handling of dates. *Postharvest News and Information* 10:67-74.
- [69]. Fellows P. J. (2000). Chilling. In "Food processing technology: principles and practice", pp. 397-403. CRC Press, Boca Raton.
- [70]. Guiraud J.P. (2003). *Microbiologie alimentaire*. Édition DUNOD Paris France. pp 270-652.
- [71]. F.A.O. (2007). Production de dattes dans le monde : année 2004. FAOSTAT Database results, F.A.O, Rome.
- [72]. NF EN ISO 4833-1. Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes - Partie 1 : comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur ; Octobre 2013.
- [73]. NF V08-059. Microbiologie des aliments - Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25°C- Méthode de routine.