

ALGERIE : MANUEL DE SECHAGE DES FRUITS



Recueil réalisé par Djamel BELAID
Ingénieur Agronome

Sommaire

INTRODUCTION

Chapitre 1

GUIDE DU SECHEUR DE FIGUES

Chapitre 2

GUIDE DU SECHEUR DE PRUNES

Chapitre 3

Séchage de l'abricot

Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila - LE SECHAGE DES ABRICOTS

Chapitre 4

Construction d'un séchoir

INTRODUCTION

Lors de son Service National l'auteur de ce recueil d'articles a été affecté durant deux années à N'Gaous. A son arrivée il a pu observer un spectacle inoubliable. Sous les arbres des vergers bordant le village un sol jonché d'abricots mûrs. Remplissant son casque de ses délicieux fruits, il est ensuite remonté dans la Land Rover qui le conduisait à la pépinière d'arbres forestiers où il avait été affecté. De cet épisode nous gardons un vif intérêt pour la promotion des abricots et des fruits en Algérie. C'est là une source de revenus pour les agriculteurs et un mode d'approvisionnement régulier des villes et cela durant toute l'année.

Ce recueil se propose donc de rassembler des textes relatifs au séchage des fruits. Pour toute citation des textes dans ce recueil en ligne et par respect pour la propriété intellectuelle, il est demandé de citer les articles.

Pourquoi un tel recueil de textes alors qu'ils sont actuellement en ligne ? Car, certains documents exceptionnels par leur qualité ne restent parfois que quelque temps en ligne. Puis nous souhaitons contribuer à faire connaître ces documents que nous jugeons particulièrement utiles au développement agricole et rural de notre pays : l'Algérie.

La présentation de ce recueil est incomplète. Le travail de mise en forme est en cours. Toute contribution sous forme de texte sera la bienvenue.

Le chapitre 1 est consacré au séchage des figes. Nous remercions tout particulièrement messieurs A. OUAOUICH, Expert du développement industriel ONUDI-Vienne-Autriche et H. CHIMI, Expert national du projet Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc pour la qualité de leur publication actuellement en ligne. En expliquant les techniques de blanchiment et de traitement au sulfite avant séchage en four ces auteurs donnent les principes de base au lancement de petits ateliers de village pour la conservation des figes.

Le chapitre 2 est consacré au séchage des prunes. A nouveau nous remercions messieurs A. OUAOUICH, Expert du développement industriel ONUDI-Vienne-Autriche et H. CHIMI, Expert national du projet Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc pour la mise de ce document si pratique. L'expérience des célèbres « Pruneaux d'Agen » est également abordée.

Le chapitre 3 comporte une « Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila ». Elle est signée de F. Bahlouli^{1*}, A. Tiaiba¹ et A. Slamani² ¹Département d'Agronomie, Université Mohamed Boudiaf, M'Sila, Algérie ² Département de Biologie, Université Mohamed Boudiaf, M'Sila, Algérie. Ces deux auteurs sont à féliciter doublement. De par leurs travaux, ils tentent de répondre aux préoccupations de leur environnement immédiat. A notre avis, cette façon de faire est un des meilleurs moyens pour contribuer au développement du pays. Par ailleurs, ils donnent des clés pratiques au développement d'ateliers de séchage des abricots. En effet seule la technique du brulage de soufre en poudre dans une chambre hermétique permet d'obtenir de beaux abricots à la couleur dorée. On ne peut qu'encourager ces universitaires à entrer en contact avec des investisseurs potentiels afin de monter un atelier de séchage.

Enfin, un autre article de ce chapitre donne également des réponses pratiques et commerciales aux questions que se poseraient d'éventuels investisseurs privés ou de groupement de producteur.

Le chapitre aborde la question de la fabrication d'un séchoir.

Chapitre 1 GUIDE DU SECHEUR DE FIGUES

GUIDE DU SECHEUR DE FIGUES

Préparé dans le cadre du projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones péri-urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc

US/MOR/04/A48

par A. OUAOUICH, Expert du développement industriel ONUDI-Vienne-Autriche et

H. CHIMI, Expert national du projet Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc

Première édition 2005

Copyright © par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel Première édition 2005

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les opinions, chiffres et estimations qui y figurent sont ceux de l'auteur et ne doivent pas nécessairement être considérés comme étant ceux de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel ou comme impliquant son approbation. Les appellations 'pays développés' et 'pays en développement' sont employées à des fins statistiques et n'expriment pas nécessairement un jugement quant au niveau de développement de tel ou tel pays ou telle ou telle zone. La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

Cette publication n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

INTRODUCTION

La superficie totale occupée par le figuier au Maroc est de 42.000 ha pour une production de figues estimée à plus de 100 000 tonnes. Il existe cinq grandes zones de production de figues : Taounate (22 230 ha), Chefchaouen (7 050 ha), Al Hoceima (5 000 ha), Ouezzane (3 150 ha), et Tétouan (2 000 ha). D'autres plantations sont réparties entre Taza, Nador, Essaouira, El Jadida et Safi. Malgré cette importante production, l'exploitation commerciale du figuier et sa contribution au bien être économique du monde rural sont très limitées pour plusieurs raisons :

- La plupart des plantations sont naturelles et se trouvent dispersées dans des zones à topographie variée parfois ,difficile d'accès et dont le rendement moyen est très faible (moins de 3 tonnes/hectare contre 5 à 8 tonnes/hectare pour les plantations industrielles).
- La dispersion de la production et la qualité médiocre des produits, fait que la production des figues est dirigée principalement vers le marché national des produits frais ou séchés. Dans les deux cas (mauvaise manipulation des produits, séchage utilisant des méthodes traditionnelles) les pertes sont énormes et les produits de mauvaise qualité. Dans les zones difficiles d'accès une grande partie de la production pourrit sur l'arbre et donc perdue.
- Le manque d'un savoir-faire et d'une technologie de séchage à la portée des entrepreneurs ruraux et adaptés aux conditions socioéconomiques et climatiques du Maroc.

Le présent guide est destiné à donner aux entrepreneurs ruraux qui s'adonnent à l'activité d'exploitation du figuier et à la valorisation des figues les bases techniques pour faire de leur travail une activité commerciale rentable et prospère. Il pourra

également être utilisé par les techniciens formateurs et encadreurs pour transférer et disséminer une technologie améliorée de séchage des figues permettant à des productions de type artisanal et semi-artisanal de

répondre aux exigences de qualité des marchés. Ce guide qui a été préparé sur la base de l'expérience de l'unité pilote de Bouadel (Taounate), est destiné à aider dans l'accomplissement des différentes étapes du séchage en couvrant toute la chaîne depuis la cueillette jusqu'au marché de manière à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du produit et se conformer aux exigences internationales en matière de traçabilité. Ce guide doit être complété par un manuel des BPH et HACCP.

Pour être complet en terme d'information, il y a lieu de se référer au manuel sur l'utilisation du séchoir hybride.

INFORMATIONS GENERALES

Le figuier

Le figuier est un arbre fruitier qui se plaît particulièrement dans le bassin méditerranéen, où il atteint dix à douze mètres de haut. Le figuier craint le froid et il est déconseillé de faire des plantations commerciales dans les régions où la température descend l'hiver au dessous de 5°C. La superficie totale occupée par le figuier au Maroc est de 42.000 ha. Il existe cinq grandes zones de production de figues : Taounate (22.230 ha), Chefchaouen (7.050 ha), Al Hoceima (5.000 ha), Ouezzane (3.150 ha), et Tétouan (2.000 ha). D'autres plantations sont réparties entre Taza, Nador, Essaouira, El Jadida et Safi.

La période de fructification des figuiers est très différente selon les variétés.

Certaines variétés, dites "unifères" n'ont qu'une seule

fructification, d'autres, dites "bifères" fournissent deux récoltes par an ; l'une de gros fruits ou figues-fleurs, formés sur les rameaux de l'année précédente, qui mûrissent en juillet-août, et l'autre de fruits standard, sur les rameaux de l'année, qui mûrissent en septembre-octobre.

La production de figues au Maroc est estimée à près de 103.000 tonnes. Le rendement moyen est de 2,45 tonnes/hectare ce qui est très bas comparé aux 5 à 8 tonnes/hectare des plantations industrielles. Le figuier est productif à compter de la quatrième année et atteint son maximum de production vers 12 ans.

Il existe de nombreuses variétés de figues à peau violette (Fraga en Espagne, Barbillonne en France, Brune de Turquie en Italie ou Ounk H'Hmane au Maroc) et à peau verte (Blanco temprano en Espagne, Aubique blanche en France, Dottato ou Kadota en Italie et El Mansour au Maroc).

Les variétés que l'on trouve au Maroc sont Ounk H'Man, El Homran, Mebdar qui sont à peau violette et El Mansour, Nabort, El Koto, Beïda, Ferzaoui qui sont à peau verte.

Composition moyenne d'une figue à peau verte

Eau 80,0 %
Sucres 13,5 %
Acides organiques 0,4 %
Cellulose 2,8 %
Protéines 1,9 %
Lipides 0,3 %
Cendres 0,8 %

La figue est un fruit rond au poids du fruit varie selon les variétés de 30 à 65 grammes. Elle est composée d'une peau externe colorée et une partie interne qui contient un liquide appelé latex et riche en protéases et lipases. Ces deux parties représentent respectivement 10 et plus de 20% du poids du fruit.

La figue peut se dessécher partiellement sur l'arbre sans perdre sa qualité. La peau se fripe, et la teneur en eau du fruit peut descendre à 70 % sans que le fruit pourrisse. La durée de conservation du fruit à 25°C est de 24 heures, et de l'ordre de la semaine en chambre froide, à la température de 4 à 5°C. Les variétés à peau noire et violet te sont consommées fraîches, alors que les variétés à peau verte sont le plus souvent séchées. Le fruit dont la teneur en sucres monte à plus de 20 % se conserve beaucoup mieux en chambre froide.

TRAITEMENT DES FIGUES APRES RECOLTE

Quelle que soit leur destination, le traitement des figues obéit à des pratiques qu'il faut respecter au niveau de tous les maillons importants de la chaîne comprenant notamment la culture (Bonnes Pratiques Agricoles BPA), la récolte et la conservation de la matière première, le traitement du produit (BPF /BPH) l'emballage et le conditionnement du produit fini.

Maturité et période optimale de récolte des figes

La maturité des figes est un paramètre déterminant sur la qualité du fruit sec, la couleur et la fermeté du fruit étant

les critères généralement employés pour déterminer la date optimale de récolte. Les figes destinées à être séchées doivent être cueillies très mûres. Elles doivent être récoltées par temps sec et chaque variété doit être cueillie séparément selon ses aptitudes à la dessiccation. La figue parfaitement mûre se flétrit, son port n'est plus érigé, la peau est légèrement craquelée; le pédoncule, d'abord turgescent et blanclaitoux, devient sec et translucide.

La figue se détache facilement avec son pédoncule, contrairement à une figue insuffisamment mûre. Cet état de maturité avancé, est impératif pour l'obtention des figes sèches de bonne qualité. En effet, un fruit vert est plus aqueux et plus acide, et il en résulte deux inconvénients majeurs :

Photo1 : Figes à maturité optimale

L'acidité après séchage (phénomène physique assimilable à une concentration) est considérablement accentuée, ce qui est désagréable au goût et masque la faible teneur en sucre. La perte en eau est plus importante; cette particularité a pour double effet de diminuer le rendement et d'agir sur la qualité de la figue sèche qui est beaucoup moins souple. Pour n'en donner qu'un exemple, les figes vertes, une fois séchées, donnent un produit caoutchouté, à peau blanchâtre, qui est invendable.

Précautions à prendre lors de la récolte des figes

Les figes bien mûres sont très fragiles, la récolte doit se faire selon les conditions suivantes :

Le rendement et la main-d'œuvre appliquée pour la récolte. Les rendements sont très variables et se situent entre 15 et 80 kg par arbre en pleine production. L'échelonnement de la maturité des fruits peut s'étendre sur plusieurs mois et va nécessiter un passage tous les deux jours et par conséquent une main-d'œuvre très importante car il n'y a pas une, mais plusieurs récoltes successives! Par exemple la figue d'automne nécessite en effet parfois 90 à 100 jours de passages, ce qui explique l'importance du coût du poste « main-d'œuvre ». Le rendement horaire moyen par personne au ramassage d'environ 7 à 10 kilos. Lors de la cueillette les mains doivent être protégées par des gants de caoutchouc en raison de l'écoulement du latex très corrosif pour la peau.

Indice de maturation

Observations

La coloration de l'épiderme

Généralement la cueillette est réalisée en déterminant les changements de couleurs de la peau.

La fermeté de la pulpe

La fermeté peut être aussi utilisée comme indice de maturité de certaines variétés

Photo 2 : Démonstration: maturité et récolte- La cueillette doit être faite très tôt le matin et le produit livré immédiatement.

-Il doit s'écouler moins d'une journée entre la cueillette et le séchage pour empêcher le début d'éventuelles fermentations.

- La distance entre le verger et le lieu de séchage doit être le plus court possible et le transport effectué dans les meilleures conditions possibles.

-Pour éviter les écrasements, il faut utiliser des emballages de faible profondeur rempli aux $\frac{3}{4}$ (type plateau) et l'épaisseur des fruits limitée à deux couches.

Mesure des sucres

Ce taux de sucre est mesuré à l'aide d'un réfractomètre.

Mesure de l'acidité

La détermination de l'acidité du fruit permet de donner une indication sur la maturité.

Mesure de l'amidon

L'amidon contenu dans un fruit est transformé en sucre au cours de la maturation.

On considère que la date de récolte correspond à la disparition de l'amidon du fruit. Les figes sont très fragiles et nécessitent une manipulation extrêmement délicate. Le matériel de récolte (seaux, caisses, etc.) doit être soumis à un nettoyage et désinfection régulière. Les fruits doivent être disposés sur un seul ou deux rangs dans leur emballage et transportés à l'unité.

Le matériel utilisé pour le transport des figes fraîches doit être d'une matière et d'une conception permettant un nettoyage et entretien faciles (par exemple caisses aérées en plastique) pour ne pas constituer un foyer de contamination.

La conservation des figes

La durée de vie des figes et des prunes après la récolte varie selon la variété et surtout selon la gestion de la température et du degré de maturité au moment de la récolte. Après la récolte, le fruit se dégrade très vite en raison de la fragilité de leur épiderme. La conservation au froid des fruits ne peut pas excéder une à deux semaines entre 0 et 2 °C, à 85-90 % d'hygrométrie. A température ambiante, il ne peut être conservé plus d'une journée (24 heures).

Par conséquent la température de conservation est le paramètre essentiel à contrôler si l'on veut maintenir un état sanitaire satisfaisant. Il est donc préférable de les sécher rapidement afin de préserver leur qualité.

PRODUCTION DE FIGES SECHES

La qualité d'un produit recouvre les notions de qualité intrinsèque (teneur en ingrédients ou composants

recherchés se trouvant dans la matière première avant sa transformation), d'innocuité du produit (résidus de pesticides, contaminations microbiologiques et parasitologiques) et commerciale (présentation/conditionnement). Les matières premières destinées à être séchées sont toujours soumises à une préparation préliminaire (nettoyage, triage, calibrage, blanchiment/fumigation, etc.) en vue des traitements ultérieurs. Ces opérations de préparations varient selon la nature de la matière première et le produit que l'on veut obtenir. Les principales d'entre-elles sont mentionnées dans le schéma ci-dessous.

Diagramme de fabrication des figes sèches

Réception et pesage de la matière première
Triage pour ne retenir que les figes saines
Figes saines et mûres
Calibrage pour ne retenir que des figes de taille désirée
Figes saines, mûres et de diamètre convenable
Lavage à l'eau potable (eau municipale ou traitée)
Blanchiment avec un sel Na Cl en solution à 40g/l puis égouttage
Trempage dans méta bisulfite à 5g/l puis égouttage
Séchage solaire ou autre (température conseillée 65°)
Figes sèches sans addition d'amidon à 33% d'humidité
Figes sèches imprégnées d'amidon à 33% d'humidité
Fumigation pendant 72 heures à l'aide d'un produit autorisé (à base de phosphine)
Conditionnement en sacs en plastic et emballage en carton
Marché de la consommation

La réception

A la réception, les figes doivent être pesées. Afin de s'assurer de la qualité des fruits réceptionnés on doit procéder à l'identification des variétés des figes. Le pourcentage de la matière étrangère et des fruits abîmés et contaminés donne une idée sur l'état de la matière première. Une matière première riche en impuretés et en fruits abîmés et contaminés doit être refusée. Après la réception de la marchandise, on notera dans un cahier le numéro du lot, le nom de la cliente, la date de réception, les résultats d'analyse (si c'est possible) et le prix.

Le triage

Le triage a pour but d'éliminer les fruits dont la peau est abîmée ou fendue. Il peut se faire aussi bien sur les arbres qu'après la récolte. A l'unité de séchage, le triage est fait manuellement sur tapis d'inspection. Un triage manuel permet de supprimer tous les fruits impropres à la consommation, peu mûrs, abîmés, trop gros ou trop petits. Si la grosseur n'est généralement pas liée à la qualité gustative, elle est néanmoins souvent exigée par les usages et exigences du commerce et contribue essentiellement à une bonne

homogénéité du produit et donc une meilleure présentation. Une certaine uniformité de taille s'est révélée utile, voire indispensable, pour un traitement efficace par séchage. Le triage par grosseur est souvent imposé par des normes réglementaires. Le triage d'après la couleur qui est d'ailleurs un important indice de maturité est effectué en général à l'œil nu, le plus souvent en même temps que l'inspection visant à éliminer des matières étrangères et les fruits de mauvais état. En outre, certaines teintes sont des signes d'altération ou tout simplement ne sont pas désirées par le consommateur (qui préfère par exemple des figues de teinte jaune claire et non pas marron, suite à un brunissement.). Les fruits non conformes sont de préférence destinés à la fabrication de confiture ou d'autres produits confits.

Le calibrage

Il consiste à obtenir des fruits de même calibre (même volume, même densité) pour leur assurer un comportement uniforme durant le processus de séchage et de coupler à la qualité du produit fini une homogénéité dans sa présentation. Les fruits de petit calibre sont triés valorisés en produits dérivés comme la confiture. A partir d'un lot d'une même variété on classe les fruits en de différents calibres ou grosseur sur la base du diamètre équatorial ou volume. Chaque classe nous

donne le nombre de fruits par kg. On peut, de ce fait, calculer le pourcentage de chaque calibre par rapport au lot tout entier. Ce calibrage peut se faire à la main ou à l'aide d'un calibre industriel. Pour les figues il n'existe pas de calibre industriel réglementé.

Nettoyage et lavage

Avant tout traitement ou séchage, la matière première est soumise à un nettoyage et lavage pour éliminer les fruits contaminés et toute souillure et matière étrangère. Cette étape permet d'obtenir des produits frais propres et facilite la conduite des traitements ultérieurs. En particulier, elle permet de diminuer le temps de séchage et d'exploiter dans des meilleures conditions la capacité du séchoir et en gardant la forme entière du fruit. Photo 3 : Nettoyage et lavage

Le pré-traitement

Le blanchiment préliminaire a pour but de nettoyer la peau en éliminant le duvet qui souvent la recouvre, et les traces de latex qui rendent le fruit collant. Il rend aussi la peau plus perméable, ce qui facilite le séchage. Il est obtenu par arrosage pendant 20 à 30 secondes avec de l'eau sodée (1 % de soude) chauffée à 80°C sur tapis grillagé en inox. Cet arrosage est suivi d'un rinçage par aspersion d'eau chaude légèrement acidulée avec de l'acide citrique pour éliminer toute trace de soude. Les figues doivent être,

autant que possible, positionnée « queue en haut » sur le tapis pour éviter que la soude ne pénètre dans le fruit.

Photo 4: Trempage des figues

Le blanchiment peut se faire aussi par trempage des figues dans de l'eau bouillante ou une solution bouillante de chlorure de sodium (sel) à raison de 40 g de Na Cl / L et de méta bisulfite de potassium de concentration 5g /L. Les figues placées dans un panier seront plongées 8 à 10 fois successivement pendant 50 à 60 secondes.

L'addition du sel de méta bisulfites de potassium permet de garder aux fruits séchés (et au cours du séchage) la qualité organoleptique (notamment la couleur et l'odeur) et nutritionnelle. Le trempage dans des solutions de bisulfite (HSO₃-), sulfites (SO₃-) ou méta bisulfite (S₂O₅-) permet d'obtenir les résultats suivants :

- Diminution des pertes en sucre ;
- Nettoyage des figues encore sales ;
- Destruction de parasites ;
- Craquelure de la peau des figues, permettant un rendement de séchage élevé ;
- Réduction du brunissement enzymatique ;
- Réduction du brunissement non enzymatique ;
- Elimination de la prolifération microbienne ;
- Réduction des détériorations de vitamines C, et A.

Photo 5 : Après trempage, égouttage

Les produits secs obtenus peuvent être jaunes-dorés simplement ou imprégnés d'amidon ce qui permet d'améliorer leur goût, d'éviter le collage et de les protéger contre les moisissures.

Le séchage proprement dit

Les figues sont récoltées avec un taux d'humidité très élevé, propice aux dégradations diverses ce qui rend les produits très périssables. En conséquence, faute de moyen de conservation, les pertes peuvent être très élevées. Par ailleurs l'approvisionnement du marché et les prix varient au grès des saisons de production. Le séchage constitue un des moyens de conservation efficace en mesure de : • Réduire l'humidité des produits ce qui permet un long stockage sans pertes en qualité et en quantité ; • Prolonger la durée du stockage ; • Valoriser des produits alimentaires en produits séchés stables qui peuvent trouver des débouchés dans le marché national et international.

Le séchage solaire des figues est le plus pratiqué. Dans le séchage traditionnel, les figues sont étalées sous le soleil, à même le sol, sur une natte ou sur une bâche exposant les produits à la poussière, aux

mouches et aux souillures et contaminations nombreuses et variées. En outre cette méthode qui ne coûte pratiquement rien ne permet aucun contrôle sur les paramètres de séchage et allonge la période de séchage. En conséquence la qualité du produit est très mauvaise sur les plans hygiénique et nutritif. Cette méthode est donc déconseillée pour les raisons économiques et surtout de santé publique (les produits ainsi obtenus constituent un réel danger la santé du consommateur).

Photo 6 : Séchage traditionnel

Les techniques admises utilisent de vrais séchoirs solaires avec une enceinte de séchage fermée permettant d'optimiser l'énergie, de contrôler les paramètres de séchage et d'assurer au produit les normes d'innocuité et de qualité, requises. Les deux types de séchoir solaire courants utilisent généralement soit la convection naturelle ou la convection forcée. Le premier emploie la convection naturelle pour la circulation de l'air chaud. Le collecteur solaire est soit combiné avec la chambre du séchage soit séparé. Dans le second à convection forcée, le courant d'air est habituellement propulsé dans la chambre de séchage par un ventilateur, et le collecteur solaire et la chambre du séchage sont séparés (collecteur généralement placé sur le toit).

Le séchoir

Pour le séchage des figes à petite échelle et en zones rurales au Maroc le choix a porté sur le séchoir hybride développé par l'ONUDI et l'Université d'Agriculture et des Forêts de Vienne (Autriche).

Photo 8 : Entretien des panneaux solaires

Photo 7 : Montage des panneaux solaires

Photo 9 : Cellules photovoltaïques

Photo 10 : Source d'énergie d'appoint (gasoil)

Le séchoir hybride utilise principalement l'énergie solaire indirecte et une source d'appoint utilisant le gaz ou le diesel qui est mise en service la nuit et en temps nuageux. L'énergie solaire est cueillie par des collecteurs installés sur le toit et acheminée vers et répartie dans les compartiments de l'enceinte du séchoir par des tubes souples en polyéthylène. Un système de ventilation alimenté par des cellules solaires permet de propulser l'air chaud dans les différentes parties du séchoir. La source d'énergie d'appoint est constituée par un moteur muni d'un brûleur marchant au gaz ou au diesel et qui se déclenche automatiquement dès que la température descend au-delà du minimum requis pour éviter la réhydratation des produits. Le séchoir solaire type hybride possède plusieurs avantages dont les plus importants sont:

- Le produit est séché indirectement avec de l'air

ventilé ce qui évite la dégradation de ses ingrédients sensibles aux photons

- Très bonne qualité finale du produit séché
- Le séchoir utilise l'énergie de soleil le jour et du fuel la nuit ce qui évite la réhydratation du produit la nuit
- Faible coût d'installation
- Tous les matériaux utilisés dans sa construction (polyéthylène, ventilateurs etc.) peuvent être achetés au Maroc
- Facilité de construction
- Coût d'investissement abordable aux MPMES.

Technique de séchage

Chargement du séchoir Directement après les opérations de réception, triage, nettoyage, lavage, calibrage, traitement, égouttage, etc., on répartit le produit de façon égale sur les claies, on les place dans le séchoir et on ferme les portes.

Photo 12 : Mise des claies dans le séchoir

Photo 11: Répartition des fruits dans les claies

Démarrage du séchage

Le processus de séchage est commencé. On règle la température à l'intérieur du séchoir. Cette dernière dépend du type de produit à sécher. La température maximale admissible ne doit pas dépasser 65°C. La température est réglée en modifiant la vitesse de rotation du ventilateur par l'intermédiaire de la tension. La tension d'alimentation est réglée par un thermostat et un transformateur. On ne doit pas dépasser la température maximale de séchage pour ne pas endommager le produit. Si l'on atteint cette valeur critique à l'entrée du séchoir dans les mois de juillet et août, on doit couvrir le collecteur partiellement, pendant quelques heures, avec une bâche.

Déchargement du séchoir

Si lors d'une pression sur le produit entre indexe et pousse, l'eau ne sort plus, on peut donc sortir le produit final du séchoir. La durée de séchage dépend du type de produit à sécher. En effet, lors du séchage, chaque produit a un comportement différent. On peut classer les fruits des figes étudiés suivant leur comportement au séchage.

Photo 13 : Sortie des claies Photo 14 : Caisses de figes séchées

Contrôle des paramètres de séchage

La température de l'air est déterminée à l'aide d'un thermocouple relié à un multimètre à affichage digital. L'humidité relative de l'air se caractérise à une température donnée, le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. Elle est déterminée par une sonde hygrométrique couplée au multimètre à affichage digital.

CONDITIONNEMENT, EMBALLAGE ET STOCKAGE

La détérioration de la couleur, de la flaveur et de la texture est possible aussi bien avant ou au cours du séchage ainsi qu'au cours du stockage. Donc un conditionnement s'impose. Les produits séchés sont triés selon l'humidité (on élimine les fruits grillés et trop hydratés), la dimension et la couleur pour avoir un ensemble de fruits de bonne qualité et homogènes. On choisit une certaine quantité de produit séché et on effectue la pesée avant de les mettre dans un emballage approprié. Les produits secs sont conditionnés dans pellicules cellulosiques (cellophane), des sachets polyéthylène ou polyvinyle (protègent bien leurs qualités organoleptiques, mais coûtent cher) ou des emballages en papier et carton (ont l'inconvénient majeur d'être perméable à l'humidité). Le carton est souvent utilisé pour l'emballage des sacs. La fermeture des sacs en plastique est réalisée par une thermosoudeuse ou tout simplement à l'aide de la ficelle ou du ruban adhésif.

Photo 15 : Contrôle/triage

Photo 16: Figs/produits finis obtenus

18

Le conditionnement et l'emballage permettent de :

- Préserver aux fruits leur couleur et arômes (en empêchant la décoloration des pigments, l'oxydation des vitamines, le rancissement des lipides).
- Les conserver à l'abri de l'humidité (pour inhiber la prolifération microbienne et l'évolution des sucres) et protéger les produits de toute contamination extérieure.
- De ralentir au maximum les réactions de détérioration du produit à condition, bien entendu, que l'on ait utilisé un emballage approprié permettant de maintenir le bas niveau de l'activité de l'eau atteint à la fin de séchage et la température maintenue intérieure à environ 25°C.
- Leur donner un aspect attrayant et faciliter leur manutention et stockage.

Photo 17 : Scellage des sacs

Photo 18: Produit conditionné

HYGIENE ET QUALITE

Application des BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène)

Les règles d'hygiène sont précisées dans le Manuel BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène) maintenu au niveau de l'unité de séchage et qui couvre :

Hygiène des locaux et du matériel

L'hygiène, et l'entretien des locaux et du matériel dans un bon état de propreté, sont indispensables au fonctionnement correct d'une unité de séchage des figes et des prunes. Des locaux spéciaux doivent être à la disposition du personnel : vestiaires, avec casiers

individuels pour les vêtements ; toilettes munies de papier hygiénique ; lavabos, avec savon (liquide ou en poudre, de préférence) et essuie-mains. Un plan de nettoyage et de désinfection régulière des locaux, doit être appliqué.

Hygiène du personnel

Le personnel doit porter des vêtements de travail (blouses ou combinaisons), entretenus propres et se laver les mains au sortir des toilettes avant de regagner le poste de travail. Le tabac doit être interdit et des distributeurs d'eau potable doivent être mis à la disposition des ouvriers.

Hygiène de l'eau

L'unité doit être approvisionnée en eau de bonne qualité (eau potable) et en quantité suffisante. Dans l'unité de transformation l'eau est utilisée à diverses fins : lavage, triage, nettoyage du local et des appareils, protection contre le feu, etc. Pour être considérée comme potable, une eau doit répondre aux exigences prévues dans la réglementation mise en vigueur. Conformément à ces textes une eau potable doit satisfaire à des normes visant à la fois des caractères physiques, microbiologiques et chimiques énumérés ci-dessous. Il est indiqué également que l'eau ne doit présenter ni odeur ni saveur désagréable, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas pour les eaux de distribution. Lorsqu'il n'est pas fait appel à de l'eau de distribution publique, l'eau utilisée doit soit satisfaire naturellement aux normes bactériologiques ci-dessous, soit être traitée par un procédé approuvé, à moins qu'elle ne subisse au cours des opérations une stérilisation de quelque nature que ce soit.

- Caractères physiques : Des limites sont fixées pour la turbidité, pour le pouvoir colmatant et pour la coloration.
- Caractères microbiologiques : L'eau doit être exempte d'organismes parasites ou pathogènes et ne pas contenir : d'Escherichia coli dans 100 ml; de streptocoques fécaux dans 50 ml ; de clostridium sulfito-réducteurs dans 20 ml.
- Caractères chimiques:

Produits Teneurs limites

Minéralisation totale 2000 mg/L

Plomb (en Pb) 0,5 mg/L

Sélénium (en Se) 0,05 mg/L

Fluorures (en F) 1,0 mg/L

Chrome hexavalent et Cyanures Doses inférieures au seuil de détection analytique

Cuivre (en Cu) 1,0 mg/L

Fer (en Fe) 0,3 mg/L

Manganèse (en Mn) 0,1 mg/L

Zinc (en Zn) 5,0 mg/L

Composés phénoliques (en phénol) Absent

Gestion des rejets et assainissement

L'unité de séchage doit disposer de systèmes convenables pour l'évacuation rapide et totale des divers rejets (eaux résiduaires, déchets solides qui attirent insectes et rongeurs, effluents humains, etc.).

Lutte contre les insectes et ravageurs

Les locaux où les fruits sont entreposés ou travaillés doivent être conçus et aménagés de manière à éviter que des animaux, insectes et rongeurs plus spécialement, puissent y pénétrer ; cela relève avant tout de la construction du local et de l'entretien général. Il va de soi qu'aucun animal domestique ne doit être toléré dans une fabrique des fruits séchés. Il est parfois nécessaire de détruire des insectes ou des rongeurs qui se trouvent à l'intérieur de l'unité. Contre les insectes on peut employer, lorsque toute fabrication est arrêtée, la fumigation au moyen de gaz toxiques divers ou des insecticides à action rapide. Ces traitements doivent être suivis d'une aération ou d'un lavage adéquat, pour éviter tout risque de contaminer les fruits.

Pour se débarrasser des rongeurs on utilise des pièges plutôt que des poisons, car ces derniers sont dangereux également pour les opérateurs et opératrices.

21

La destruction des insectes et des rongeurs doit être confiée à des spécialistes compétents.

Gestion de la qualité des produits

La lutte contre les insectes, les rongeurs et les micro-organismes, est assurée à travers des mesures préventives. Le personnel doit être informé et formé et s'engager dans l'application de programmes de lutte tel que prescrit dans le manuel BPF/BPH. Des contrôles et des vérifications régulières dûment annotées permettent de mesurer l'efficacité des mesures et d'entreprendre le cas échéant les mesures correctives requises.

Photo 19: Séance de formation

Gestion de la qualité des produits séchés

L'application d'un plan de gestion de la sécurité sanitaire et de la qualité des produits permet de prévenir les contaminations et de préserver la qualité des produits. Le plan qualité est supporté par différents contrôles.

Contrôle de l'humidité finale du fruit séché

L'humidité finale est déterminée de la même manière que l'humidité initiale par étuvage à 103+/-5°C, jusqu'à poids constant. Un appareil de mesure de l'activité d'eau permet ce contrôle régulier au cours du séchage.

Analyses de laboratoire

Les analyses pour les figes séchées doivent concerner les bactéries (coliformes totaux et fécaux ainsi que les pathogènes), les moisissures et les champignons ainsi que leurs toxines libérées en particulier les mycotoxines (exemple les aflatoxines). L'analyse des mycotoxines sous lampe UV permet de détecter certaines toxines comme les aflatoxines. De même, outre un contrôle des plantations, les produits séchés doivent subir un contrôle de résidus de pesticides et des métaux lourds. Les analyses sont effectuées par chromatographie (CPG et HPLC) et spectrophotométrie (SAA).

Les propriétés organoleptiques

La valeur intrinsèque des matières n'est que l'un des éléments de la qualité du produit. En effet divers réactions et traitements technologiques auxquels sont soumis les fruits peuvent affiner ou non la qualité du produit fini. On s'aperçoit alors que l'analyse sensorielle doit compléter les déterminations analytiques rendues possibles au fur et à mesure du développement de l'analyse chimique ou physique et qu'elle demeure un élément prépondérant. L'homme, comme « appareil de mesure », doit connaître les différentes stimulations qu'il va ressentir pendant la dégustation. Ces propriétés organoleptiques à évaluer peuvent concerner l'aspect, la couleur, la texture, l'arôme, la saveur, etc. La formation et l'apprentissage pratique est indispensable pour réaliser une évaluation correcte. Les facteurs pouvant influencer les mesures sont comme suit:

- La température et l'hygrométrie : considérons que 20°C et 70% d'humidité représentent des valeurs optimales,
- Le bruit, la luminosité, la turbulence et des odeurs étrangères,
- Le bruit diminue d'une façon générale les performances sensorielles et les impressions de persistance,
- Concernant l'éclairage, la lumière du jour est recommandée,
- Le milieu doit être dépourvu de toute odeur pouvant fausser le test,
- Aucun courant d'air ne doit être enregistré lors du test,
- L'alimentation : elle peut modifier les perceptions gustatives.

Ces modifications dépendent du changement de composition de la salive. Le dégustateur doit se rincer la bouche entre chaque dégustation avec de l'eau distillée pour la neutraliser. Notons aussi que les meilleurs délais de dégustation se situent vers 10h du matin et vers 16h.

Etablissement de l'analyse sensorielle
Instruction relative au jury de dégustation

La technique de dégustation utilisée est celle qui consiste à classer les échantillons soit par rapport à un produit standard (de référence) soit par rapport à eux-même (généralement c'est ce dernier cas qui est utilisé). Pour évaluer la qualité organoleptique de chaque échantillon on doit utiliser les critères suivants : L'aspect général, la couleur, la texture, et le goût des fruits séchés.

On doit donner à chaque critère 4 niveaux d'appréciation (A,B,C,D). Le dégustateur donne, pour chaque critère, une seule note. L'échantillon étant jugé, le dégustateur choisit la note qu'il préfère pour chaque critère. Il met une croix devant l'attribut qui lui semble le plus approprié. Dans la colonne « préférence », il indique la couleur, la texture et le goût qui lui semble pouvoir produire la meilleure qualité pour ce produit. Dans la partie « remarques », il indique toute autre impression sur les quatre critères.

Organisation du test

On convoque d'avance un groupe restreint du panel formant le jury de dégustation. Il doit être informé sur le type de questions posées et le but recherché de cette dégustation. Chaque membre doit évaluer les critères dans l'ensemble du lot de l'échantillon. Il est demandé aux membres du panel de rincer la bouche à l'eau distillée entre deux dégustations. Le jour suivant, le même jury doit juger la qualité des fruits du même lot de l'échantillon restant.

Les résultats de l'analyse sensorielle doivent être traités statistiquement.

i) Aspect général de la figue

Très attrayant Attrayant Indifférent Repoussant

Très humide Humide Sec Très sec

Remarques

Préférence

ii) Texture de la figue

Molle Gommeuse Dure Très dure

Remarques

Préférence

iii) Couleur de la figue

Jaune-claire jaune jaune-brun brune

Très brillant Brillant Peu brillant Non brillant

Très translucide Translucide Peu translucide Non translucide

Remarques

Préférence

iv) Goût de la figue

Très sucré Sucré Peu sucré Non sucré

Très aromatique Aromatique Peu aromatique Non

aromatique

Remarques

Préférence

GESTION TECHNIQUE DE LA COMMERCIALISATION

La mise en vente du produit obéit à certaines règles et conditions :

Le conditionnement du produit Les fruits séchés étant hygroscopiques, on doit les laisser refroidir au moins un jour pour avoir une homogénéité de l'humidité et éviter la condensation de la vapeur sur les parois des sachets en plastique. Ces derniers sont ensuite mis ensachés et emballés.

L'étiquetage du produit

L'emballage du produit séché doit porter les mentions suivantes :

- Le nom commercial du produit
- La dénomination du produit
- Le poids net
- Le nom de l'unité de séchage (société, coopérative ou association)
- L'adresse de l'unité de production
- La date limite de validité (ou de consommation)
- La marque et la composition s'il y'a lieu.

La présentation

L'emballage doit être attractif pour le consommateur aussi bien dans sa forme que ses couleurs.

Photo 20: Cartons prêts pour expédition Photo 21: Vente directe

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Conclusions

Pour obtenir des fruits séchés de meilleure qualité, on doit récolter les fruits à leur maturité complète et on applique des pré-traitements qui, en plus, accélèrent le séchage, améliorent la qualité organoleptique du fruit séché et prolongent la durée de conservation, et enfin, on procède à un emballage approprié. L'application des BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène) et du HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) permet de répondre aux exigences des marchés en terme de qualité sanitaire et de traçabilité.

Recommandations

- Travailler dans la propreté
- Identifier et analyser les problèmes et risques avant qu'ils ne se produisent
- Planifier et prendre des actions préventives afin de les éviter
- Se former et constamment s'informer
- Chercher le conseil des experts
- Apprendre à être à l'écoute de tous ceux qui sont en relation avec vos activités, notamment les clients
- Miser tout sur la qualité et mieux vaut perdre un

marché plutôt que de réussir à vendre un produit de mauvaise qualité.

Chapitre 2

GUIDE DU SECHEUR DE PRUNES

GUIDE DU SECHEUR DE PRUNES

Préparé dans le cadre du projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones péri-urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc
US/MOR/04/A48

par

A. OUAOUICH, Expert du développement industriel ONUDI-Vienne-Autriche et

H. CHIMI, Expert national du projet Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc

Copyright © par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel Première édition 2005

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les opinions, chiffres et estimations qui y figurent sont ceux de l'auteur et ne doivent pas nécessairement être considérés comme étant ceux de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel ou comme impliquant son approbation. Les appellations 'pays développés' et 'pays en développement' sont employées à des fins statistiques et n'expriment pas nécessairement un jugement quant au niveau de développement de tel ou tel pays ou telle ou telle zone. La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

Cette publication n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

INTRODUCTION

En 2003, le prunier a occupé au Maroc une superficie de 7 419 ha avec une production de 53 921 tonnes de prunes. Les principales régions de production sont: El Hajeb (940 ha et 12 496 tonnes), Chefchaouen (1 387 ha et 11 060 tonnes), Taounate (583 ha et 2 800 tonnes), le Haouz (275 ha et 2 100 tonnes), Sidi Kacem (288 ha et 1 897 tonnes), Ifrane (153 ha et 1 320 tonnes), Sefrou (114 ha et 980 tonnes), Meknes (143 ha et 1 572 tonnes) et Ouarzazate (100 ha et 300 tonnes). Le rendement moyen est de près de 9 tonnes/ha. Malgré cette importante production, le Maroc a importé pour l'année 2000 34 tonnes de prunes fraîches de l'Europe pour une valeur de 137 000 DH soit 4,03 DH / kg et 87 tonnes de prunes séchées à 1 187 000 DH soit 13,64 DH / kg. Compte tenu du climat du Maroc qui est favorable aux plantations de pruniers dans de nombreuses régions et des rendements corrects déjà obtenus, une activité de production de prunes et produits dérivés à haute valeur ajoutée, est viable économiquement et techniquement. Une telle activité développée dans les campagnes marocaines à petite échelle peut s'avérer compétitive sur des niches de marché bien spécifiques. C'est le cas du séchage qui est facile à entreprendre et à la portée des entrepreneurs ruraux et particulièrement des femmes qui le pratiquent traditionnellement. La promotion d'une activité commerciale rentable à ce niveau nécessite :

- La multiplication d'unités de traitement à petite échelle permettant de constituer un débouché solide à la production nationale de prune et de produits à valeur ajoutée ;
- La dissémination d'un savoir-faire et d'une technologie de séchage à la portée des entrepreneurs ruraux, adaptée aux conditions socio-économiques et

climatiques du Maroc ;

- La promotion de produits mettant à profit les avantages locaux (produits biologiques, produits du terroir) et tenant compte de l'évolution des habitudes des consommateurs (produits confis pour consommation directe ou utilisation rapide).

Le présent guide est destiné à donner aux entrepreneurs ruraux qui s'adonnent à l'activité d'exploitation du prunier et à la valorisation des prunes, les bases techniques pour faire de leur travail une activité commerciale rentable et prospère. Il pourra également être utilisé par les techniciens formateurs/formatrices et encadreurs pour transférer et disséminer une technologie améliorée de séchage des prunes en mesure de répondre aux exigences de qualité des marchés par des productions artisanales et semi-artisanales. Ce guide qui a été préparé sur la base de l'expérience de l'unité pilote de Bouadel (Taounate, Maroc), est destiné à aider dans l'accomplissement des différentes étapes du séchage en couvrant toute la chaîne depuis la cueillette jusqu'au marché de manière à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du produit et se conformer aux exigences internationales en matière de traçabilité. Pour être complet en terme d'information, il y a lieu de se référer au guide du constructeur du séchoir hybride et au manuel BPH/HACCP et traçabilité.

INFORMATIONS GENERALES

Variétés des prunes

Pour tous les fruits destinés à l'industrie, les plantations sont faites avec des interlignes de 7 mètres pour permettre la récolte mécanique. L'espacement sur le rang varie de 4 à 7 mètres, selon la vigueur des porte-greffes et des variétés. Les variétés dites

industrielles, Pruniers d'Ente, Mirabelliers et Quetsches sont auto-fertilisantes alors que la plupart des autres sont auto-stériles et nécessitent des plantations intercalaires de variétés de pollinisation. La production est en moyenne de 8 tonnes à l'hectare. Fréquemment le prunier ne donne qu'une année sur deux. Ce rythme peut être réduit par la taille. Lorsque l'arbre est trop chargé de bourgeons à fleurs un éclaircissement (taille) limite la production fruitière de l'arbre et diminue les effets de l'alternance. On peut aussi diminuer cette alternance en secouant l'arbre au moment de la nouaison pour faire tomber un certain nombre de jeunes fruits. Les fruits récoltés à bonne maturité peuvent être refroidis dès la cueillette et être conservés à la température de 4°C pendant cinq à six semaines. Les mirabelles perdent leur saveur lors du stockage au froid et ne peuvent donc être conservées qu'avec cette méthode.

Il existe deux types de prunes :

- Les prunes qui sont consommées à l'état frais : Exemple les prunes japonaises variétés "Golden Japan" ou "Methley" qui sont précoces mais très peu parfumées ou les "Reines Claude" du groupe des prunus domestica, de très bonne qualité mais très fragiles lorsqu'elles sont cueillies à maturité tardive.
- Les prunes généralement destinées à la transformation, telles que les "Mirabelles et les "Quetsches", destinées à la fabrication de conserves, confitures, et eaux de vie, et les "Prunes d'Ente" ou d'Agen, et surtout la variété Stanley destinées à la fabrication des pruneaux.

Prunes d'Ente et Quetsches font partie, comme les Reines Claude, de la famille des prunus domestica, importée d'Orient à l'époque des croisades, et développée en de nombreuses variétés hybrides. Ces fruits sont les seules prunes à noyaux "non adhérents". Au Maroc, la variété Stanley est la plus dominante pour la fabrication des pruneaux. Elle est cultivée essentiellement dans les zones agricoles de Meknès et Fez. Cependant, il existe des clones de cette variété dans d'autres régions comme Meknassi et Zouitni à Taounate.

Photo 1 : Reines Claude

Photo 2 : Golden et Quetsches

Poids, composition moyenne des prunes, et rendement au dénoyautage

Variété Prunes d'Ente Poids du fruit 25 à 45g (moyen : 34g) Poids du noyau 2,8 à 3,5g Pulpe, peau incluse

89 à 92% Noyau 11 à 8%

Photo 3 : Quetsches : Pulpe et peau

Caractéristiques physico-chimiques des pulpes de prunes

Composants (%) Prunes d'Ente Observations Sucres Sorbitol* Acides Fibres 13,5 – 17,3 0,1 – 0,3 0,3 – 0,5 2,0 – 2,8 * Plus dérivés indoliques malique 85%, citrique 15% Total glucides Lipides Protides Minéraux (cendres) Eau 15,9 – 20,9 0,1 – 0,2 0,5 – 0,9 0,2 – 0,4 83,3 – 77,6 Surtout potassium pH 3,4 – 4,0 Brix 15 - 25 Vitamine C B carotène Autres vitamines 0,005 0,0002 0,00005-0,0005 5 mg/100g 200ug/100g 0,005-0,5 mg/100g

TRAITEMENT DES PRUNES APRES RECOLTE

Quelque soit leur destination, le traitement des prunes obéit à des pratiques qu'il faut respecter au niveau de tous les maillons importants de la chaîne de production y compris les cultures (Bonnes Pratiques Agricoles ou BPA), la récolte et la conservation des matières premières, le traitement du produit (BPF/BPH), l'emballage et le conditionnement du produit fini.

Maturité et période optimale de récolte des prunes

La maturité des prunes est un paramètre déterminant sur la qualité du fruit sec. La couleur et la fermeté du fruit étant les critères généralement employés pour déterminer la date optimale de récolte.

Précautions à prendre lors de la récolte des prunes

Les prunes destinées au séchage sont cueillies avec les précautions suivantes :

- La récolte se fait au stade optimal de maturité.
- On récolte les fruits à la main en choisissant les fruits mûrs ; il est déconseillé de cueillir les fruits par secouage de l'arbre ou des branches car en tombant les fruits sont inévitablement meurtris et doivent être immédiatement envoyés vers une autre utilisation (confiterie ou distillation).
- On récolte si possible par un beau temps, lorsque la rosée et l'humidité ont disparu.
- Les paniers de cueillette doivent être doublés intérieurement avec une toile qui amortit les heurts.

Photo 4 : Prunes mûres, prêtes à la récolte

Les fruits récoltés à bonne maturité, autres que mirabelles qui perdent leur saveur lors du stockage au froid, peuvent être refroidis dès la cueillette et être conservés à la température de 4°C pendant cinq à six semaines.

Le rendement et la main-d'œuvre appliquée pour la récolte

Les rendements sont très variables et se situent entre 8 et 9 tonnes/ha. L'échelonnement de la maturité des fruits peut s'étendre sur plusieurs semaines et va

nécessiter un passage tous les deux jours et par conséquent une main-d'œuvre très importante car il n'y a pas une, mais parfois cinquante, voire cent récoltes successives ! On calcule le rendement horaire moyen d'une adhérente à un ramassage d'environ 7 à 10 kilos maximums.

Indices de maturation Observations

La coloration

Généralement la cueillette est réalisée en déterminant les changements de couleurs de la peau.

La fermeté

La fermeté peut être aussi utilisée comme indice de maturité de certaines variétés. La mesure de la fermeté est conseillée pour les variétés dont la peau est de couleur sombre pour le cas des prunes. On considère que lorsqu'on mesure 10 Newtons de fermeté à l'aide d'un pénétromètre (8 mm), les prunes sont alors mûres.

Coloration des pépins

Aux approches de la maturité des prunes, les pépins brunissent.

Mesure des sucres

Pour les prunes de séchage, les taux de sucres totaux doivent atteindre 25 à 35% à la récolte. Ce taux de sucre est mesuré à l'aide d'un réfractomètre.

Mesure de l'acidité

La détermination de l'acidité du jus de fruit permet de donner une indication sur la maturité.

Mesure de l'amidon

L'amidon contenu dans un fruit est transformé en sucre au cours de la maturation. On considère que la date de récolte correspond à la disparition de l'amidon du fruit.

Le transport des prunes

Les prunes sont très fragiles et nécessitent une manipulation extrêmement délicate. Le matériel de récolte (caisses, seaux, etc.) doivent être soumis régulièrement à un nettoyage et désinfection. Les fruits seront disposés sur un seul ou deux rangs dans leur emballage et transportés à l'unité.

Le matériel utilisé pour le transport des fruits frais doit être d'une matière et d'une conception permettant un nettoyage et entretien faciles (par exemple caisses aérées en plastique) pour ne pas constituer un foyer de quelque contamination que ce soit.

La conservation des prunes

La durée des prunes après la récolte varie selon la variété et surtout selon la gestion de la température et du degré de maturité au moment de la récolte. Après la récolte, le fruit évolue très vite. Les fruits récoltés à bonne maturité peuvent être refroidis dès la cueillette et être conservés à la température de 4°C pendant cinq

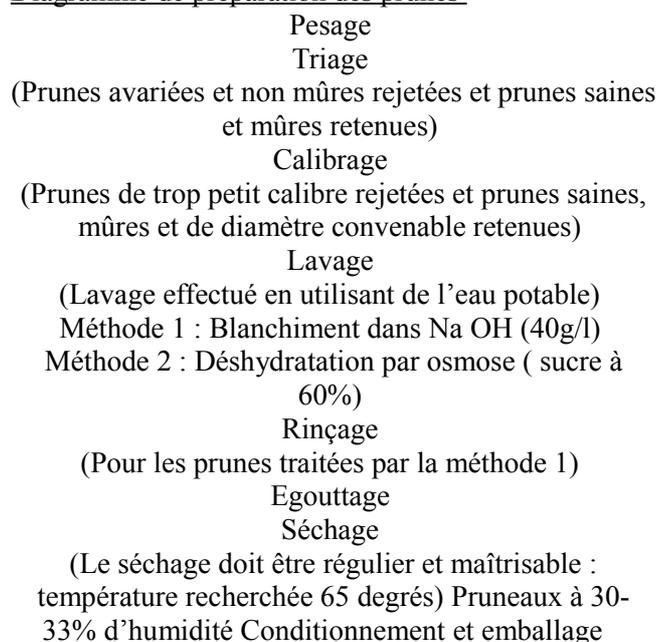
à six semaines. A température ambiante, il ne peut rester en place plus de deux à trois jours et nécessite un tri régulier.

Par conséquent la température de conservation est le paramètre essentiel à contrôler si l'on veut maintenir un état sanitaire satisfaisant. De préférence de les sécher directement après la récolte afin de préserver leur qualité.

PRODUCTION DES PRUNES SECHEES

La qualité recouvre les notions de qualité intrinsèque (teneur en ingrédients ou composants recherchés se trouvant dans la matière première avant sa transformation), d'innocuité du produit (résidus de pesticides, contamination par les microbes et parasites, etc.) et de qualité de présentation commerciale (forme, couleur, intégrité du produit, conditionnement, etc.). Les matières premières destinées à la déshydratation des fruits sont toujours soumises à une préparation en vue des traitements ultérieurs. Cette préparation comprend les opérations de nettoyage, triage, calibrage, etc. En outre ces fruits peuvent subir des pré-traitements. Ces opérations de préparations varient selon la nature de la matière première et le produit que l'on veut obtenir ; l'ordre dans lequel elles interviennent varie également. Seules les principales d'entre elles sont mentionnées ci-après. Le séchage des prunes se fait selon deux procédés, le "traditionnel" ne faisant appel qu'au séchage, et le "moderne" utilisant l'osmose inverse avant séchage final, en vue d'éliminer une partie de l'eau tout en enrichissant le fruit en sucre.

Diagramme de préparation des prunes



La réception

A la réception les prunes doivent être pesées. Afin de s'assurer de la qualité des fruits réceptionnés on

procédera à l'identification des variétés. Le pourcentage de la matière étrangère et des fruits abîmés et contaminés donne une idée sur l'état sanitaire de la matière première. Une matière première riche en impuretés et en fruits abîmés et contaminés doit être refusée.

Photo 5 : Pesée des prunes à la réception

Après la réception de la marchandise, on notera dans un cahier le numéro du lot, le nom de la cliente, la date de réception, la vérification des bulletins d'analyse (si c'est possible) et le prix.

Le triage

Le triage vise à avoir des fruits homogènes du point de vue maturité et état sanitaire. Ce choix se fait aussi bien sur les arbres qu'après récolte. Un triage manuel permet de supprimer tous les fruits impropres à la consommation, peu mûrs, abîmés, etc. Si la grosseur n'est généralement pas liée à la qualité gustative, elle est néanmoins souvent exigée par les usages et exigences du commerce et contribue essentiellement à une bonne homogénéité du produit et donc à une meilleure présentation. Une certaine uniformité de taille s'est révélée utile, voire indispensable, pour un traitement efficace par séchage. Le triage par grosseur est souvent imposé par des normes réglementaires.

Le triage d'après la couleur qui est d'ailleurs un important indice de maturité est effectué en général à l'œil nu, le plus souvent en même temps que l'inspection visant à éliminer des matières étrangères et les fruits en mauvais état. En outre, certaines teintes sont des signes d'altération ou tout simplement ne sont pas désirées par le consommateur. Les fruits non conformes sont utilisés pour la fabrication de confiture, de produits confis, de jus, vinaigre, etc.

Le calibrage

Il consiste à obtenir des fruits de même calibre (même volume, même densité) pour leur assurer un comportement uniforme durant le processus de séchage et de combiner la qualité du produit fini et une homogénéité dans sa présentation. Les fruits de petit calibre sont triés et valorisés en produits dérivés comme la confiture. A partir d'un lot d'une même variété on classe les fruits en différents calibres ou grosseur sur la base du diamètre équatorial ou volume. Chaque classe nous donne le nombre de fruits par kg. On peut, de ce fait, calculer le pourcentage de chaque calibre par rapport au lot tout entier. Ce calibrage peut se faire à la main ou à l'aide d'un calibre industriel.

On distingue les calibres suivants :

Géant : au maximum 40 fruits aux 500g

Très gros : au maximum 50 fruits aux 500g

Gros : au maximum 66 fruits aux 500g

Moyen : au maximum 88 fruits aux 500g

Petit : au maximum 121 fruits aux 500g

Nettoyage et lavage

Photo 7 : Nettoyage et lavage

Avant le processus de séchage, la matière première est soumise à un nettoyage (lavage) dont l'objectif est de débarrasser le produit des fruits contaminés et de toute matière étrangère. Cette étape facilite la conduite de séchage en augmentant sa vitesse, en exploitant dans des meilleures conditions la capacité du séchoir et en gardant la forme entière du fruit.

Le traitement

Le procédé industriel traditionnel : Séchage direct et réhydratation

La prune triée et lavée est séchée directement au soleil permettant de ramener l'humidité de 75 à 40%. Pour atteindre 22% d'humidité les prunes sont mises dans un four à une température égale ou supérieure à 80°C, ce qui provoque une légère caramélisation sous la peau et donne un aspect brillant au pruneau. On obtient ainsi un pruneau biologiquement stable. L'épiderme est souple mais résistant et non poisseux au toucher. Il est souvent commercialisé en l'état. Ainsi la pulpe d'une prune contenant autour de 17% de sucre doit être concentrée 3,5 fois pour obtenir un produit stable à 60% de sucres.

On a alors la composition suivante :	Sucres		
60,0%	Autres oses	1,0%	Acides
1,7%	Fibres	9,7%	Lipides
0,7%	Protides	3,1%	Cendres
1,4%	Eau	22,8%	

Cependant, certains consommateurs recherchent un pruneau très souple donc très humide. Pour obtenir un tel produit le pruneau est soumis à un trempage dans un bain à la température de 70 à 90°C remettant l'humidité à 30%. A un tel niveau d'humidité, les pruneaux risquent d'être affectés par les moisissures qui se développeront grâce à l'humidité de surface. Afin d'éviter cela, un antiseptique/conservateur autorisé (acide sorbique ou sorbate de potassium par exemple) peut être ajouté dans le bain et le conditionnement très rapidement fait en emballage aseptique. Durant la réhydratation le Brix de la solution ne doit pas dépasser 4% et l'humidité doit être de 30 à 33%. Dans ce procédé les prunes sont blanchies avant séchage.

Le blanchiment consiste à traiter les prunes à la solution de soude pour leur enlever la couche de cire et provoquer des fissurations de la peau dans le but de faciliter le séchage. La concentration à utiliser dépend de la variété, la température de la solution et la durée

du trempage. On préconise une solution de soude à concentration de 40g de soude en pastille/l. Les paniers de prunes sont plongés 2 à 3 fois pendant 12 à 15 secondes et rincés par la suite à l'eau potable pendant 10 à 15 secondes après l'ébullition.

Photo 8 : Blanchiment

Le procédé moderne:

Osmose inverse, séchage et réhydratation

Cette méthode est employée depuis des siècles dans le confisage ou le saumurage. Le semi-confisage est largement utilisé pour la conservation des fruits. Cette technique consiste à placer les prunes fraîches dans une solution hypertonique de sucre (par exemple 60 kg de sucre par 40 kg d'eau environ dans un fût) pendant 12 à 18 heures avant de les sécher. Cela permet d'associer un confisage partiel avec un séchage final à l'air chaud. Il est aussi possible de moins confire le fruit et d'avoir, après égouttage, un séchage complémentaire. La peau du fruit jouant le rôle d'une membrane perméable, on peut par immersion du fruit dans un sirop à fort pourcentage de sucre faire sortir l'eau du fruit et y faire entrer du sucre, jusqu'à obtenir un équilibre des pressions osmotiques respectives des corps solubles de part et d'autre de la membrane. Le fruit, étant moins dense que le sirop, a tendance à flotter et il faut l'enfermer dans un panier perforé et fermé en acier inoxydable pour qu'il reste immergé dans la cuve de sirop. Ce procédé est financièrement intéressant, car avec des prunes contenant 17,3% de sucres, il est possible d'obtenir, après trempage dans un sirop de glucose concentré et acidulé, le pruneau commercial suivant :

Sucres du fruit	34,6%	Sucre
absorbé	24,3%	Sorbitol, et autres
oses	0,6%	Acides
1,0%	Fibres	5,6%
Lipides	0,3%	Protides
1,6%	Cendres	0,7%
résiduelle	31,3%	Eau

Avec 2 kg de prunes, il a été possible d'obtenir 1 kg de pruneaux commercialisables. Certes la teneur en glucides totaux (hors cellulose) de 60,5 % permet de considérer ce produit comme stable, mais, contenant plus de 30% d'eau, il y a lieu d'appertiser ces pruneaux, comme nous l'avons vu précédemment. Le sirop a par contre perdu du sucre et a absorbé 44,3 kg d'eau pour cent kg de fruits. Il faut donc concentrer le sirop sous vide pour l'utiliser à nouveau. Un troisième phénomène concerne la migration des solutés naturels de la prune vers la solution hypertonique de sucre tels que les acides organiques, les sels minéraux, etc. Quoique quantitativement négligeable, ce transfert peut avoir un effet considérable sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des pruneaux : perte de vitamines, de minéraux, des substances

aromatiques, etc. Comme elle peut être menée à température ambiante ou de degré légèrement supérieur, on note que l'incorporation du sucre dans la prune contribue à l'amélioration de la qualité aussi bien nutritionnelle qu'organoleptique du produit final.

Le séchage proprement dit

Les prunes sont récoltées avec un taux d'humidité très élevé, propice aux dégradations diverses ce qui rend les produits très périssables. En conséquence, faute de moyen de conservation, les pertes peuvent être très élevées. Par ailleurs, l'approvisionnement du marché et les prix varient au grès des saisons de production. Le séchage constitue un des moyens de conservation efficace en mesure de :

- Réduire l'humidité des produits, ce qui permet un long stockage sans pertes en qualité et en quantité ;
- Prolonger la durée du stockage ;
- Valoriser des produits alimentaires en produits séchés stables qui peuvent trouver des débouchés dans le marché national et international.

Le séchage solaire des prunes est le plus pratiqué. Dans le séchage traditionnel, les prunes sont étalées sous le soleil, à même le sol, sur une natte ou sur une bâche exposant les produits à la poussière, aux mouches et aux souillures et contaminations nombreuses et variées. En outre cette méthode qui ne coûte pratiquement rien ne permet aucun contrôle sur les paramètres de séchage et allonge la période de séchage. En conséquence la qualité du produit est très mauvaise sur les plans hygiénique et nutritif. Cette méthode est donc déconseillée pour des raisons économiques et surtout de santé publique (les produits ainsi obtenus constituent un réel danger à la santé du consommateur).

Photos 9+10 : Séchage rural traditionnel

Les techniques admises utilisent de vrais séchoirs à enceinte fermée permettant d'optimiser l'énergie, de contrôler les paramètres de séchage et d'assurer au produit les normes d'innocuité et de qualité, requises. Les deux types de séchoir solaire courants utilisent généralement soit la convection naturelle ou la convection forcée. Le premier emploie la convection naturelle pour la circulation de l'air chaud. Le collecteur solaire est soit combiné avec la chambre du séchage soit séparé. Dans le second à convection forcée, le courant d'air est habituellement propulsé dans la chambre de séchage par un ventilateur, et le collecteur solaire et la chambre du séchage sont séparés (collecteur généralement placé sur le toit).

Le séchoir

Pour le séchage des prunes à petite échelle et en zones rurales au Maroc le choix a porté sur le séchoir hybride développé par l'ONUDI et l'Université

d'Agriculture et des Forêts de Vienne (Autriche). Le séchoir hybride utilise principalement l'énergie solaire indirecte et une source d'appoint utilisant le gaz ou le diesel qui est mise en service la nuit et en temps faiblement ensoleillé. L'énergie solaire est cueillie par des collecteurs installés sur le toit et acheminée vers la chambre de séchage et répartie dans les compartiments de l'enceinte du séchoir par des tubes souples en polyéthylène. Un système de ventilation alimenté par des cellules solaires permet de propulser l'air chaud dans les différentes parties du séchoir. La source d'énergie d'appoint est constituée par un moteur muni d'un

Photos 9+10 : Séchage rural traditionnel

Les techniques admises utilisent de vrais séchoirs à enceinte fermée permettant d'optimiser l'énergie, de contrôler les paramètres de séchage et d'assurer au produit les normes d'innocuité et de qualité, requises. Les deux types de séchoir solaire courants utilisent généralement soit la convection naturelle ou la convection forcée. Le premier emploie la convection naturelle pour la circulation de l'air chaud. Le collecteur solaire est soit combiné avec la chambre du séchage soit séparé. Dans le second à convection forcée, le courant d'air est habituellement propulsé dans la chambre de séchage par un ventilateur, et le collecteur solaire et la chambre du séchage sont séparés (collecteur généralement placé sur le toit).

Le séchoir

Pour le séchage des prunes à petite échelle et en zones rurales au Maroc le choix a porté sur le séchoir hybride développé par l'ONUDI et l'Université d'Agriculture et des Forêts de Vienne (Autriche).

Le séchoir hybride utilise principalement l'énergie solaire indirecte et une source d'appoint utilisant le gaz ou le diesel qui est mise en service la nuit et en temps faiblement ensoleillé.

L'énergie solaire est cueillie par des collecteurs installés sur le toit et acheminée vers la chambre de séchage et répartie dans les compartiments de l'enceinte du séchoir par des tubes souples en polyéthylène. Un système de ventilation alimenté par des cellules solaires permet de propulser l'air chaud dans les différentes parties du séchoir. La source d'énergie d'appoint est constituée par un moteur muni d'un brûleur marchant au gaz ou au diesel et qui se déclenche automatiquement dès que la température descend au-delà du minimum requis pour éviter la réhydratation des produits. Le séchoir solaire type hybride possède plusieurs avantages dont les plus importants sont:

- Le produit est séché indirectement avec de l'air ventilé ce qui évite la dégradation de ses ingrédients

sensibles aux photons

- Très bonne qualité finale du produit séché
- Le séchoir utilise l'énergie de soleil le jour et du fuel la nuit ce qui évite la réhydratation du produit la nuit
- Faible coût d'installation
- Tous les matériaux utilisés dans sa construction (polyéthylène, ventilateurs etc.) peuvent être achetés au Maroc
- Facilité de construction.
- Coût d'investissement abordable aux MPMES.

Photo 12 : Entretien des panneaux

Photo 11 : Montage des panneaux solaires

Photo 14 : Source d'énergie d'appoint : Diesel

Photo 13 : Cellules photovoltaïques

Technique de séchage

Chargement du séchoir

Directement après les opérations de réception, triage, nettoyage, lavage, calibrage, traitement, égouttage, etc., on répartit le produit de façon égale sur les claies, on les place dans le séchoir et on ferme le séchoir.

Photo 16 : Mises des claies dans le séchoir

Photo 15 : Disposition des fruits dans les claies

Démarrage du séchage

Le processus de séchage est commencé. On règle la température à l'intérieur du séchoir. Cette dernière dépend du type de produit à sécher. La température maximale admissible ne doit pas dépasser 65°C. La température est réglée en modifiant la vitesse de rotation du ventilateur par l'intermédiaire de la tension. La tension d'alimentation est réglée par un thermostat avec un détecteur de température et un transformateur. NB : On ne doit pas dépasser la température maximale de séchage pour ne pas endommager le produit. Si l'on atteint cette valeur critique à l'entrée du séchoir dans les mois de juillet et août, on doit couvrir le collecteur partiellement, pendant quelques heures, avec une bâche.

Déchargement du séchoir

Si lors d'une pression sur le produit entre indexe et pousse, l'eau ne sort plus, on peut sortir le produit final du séchoir. La durée de séchage dépend du type de produit à sécher. En effet, lors du séchage, chaque produit a un comportement différent. On peut classer les fruits, des figues et des prunes étudiés, suivant leur comportement au séchage.

Photo 17 : Déchargement du séchoir

Contrôle des paramètres de séchage

La température de l'air est déterminée à l'aide d'un thermocouple relié à un multimètre à affichage digital.

L'humidité relative à une température donnée est le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. Elle est déterminée par une sonde hygrométrique couplée au multimètre à affichage digital.

CONDITIONNEMENT, EMBALLAGE ET STOCKAGE

Photo 18 : Scellage des sacs

Photo 18 : Scellage des sacs

On choisit une certaine quantité de produit séché et on effectue la pesée avant de la mettre dans un emballage approprié. La détérioration de la couleur, de la flaveur et de la texture est possible aussi bien avant ou au cours du séchage qu'au cours du stockage. Donc un conditionnement s'impose.

Les produits séchés sont triés selon l'humidité (on élimine les fruits grillés et trop hydratés), la dimension et la couleur pour avoir un ensemble de fruits de bonne qualité et homogènes. Les produits secs sont conditionnés dans pellicules cellulosiques (cellophane), des sachets polyéthylène ou polyvinyle (protègent bien leurs qualités organoleptiques, mais coûtent cher) ou des emballages en papier et carton (ont l'inconvénient majeur d'être perméables à l'humidité).

Le carton est souvent utilisé pour l'emballage des sacs.

Le conditionnement et l'emballage permettent de :

- Préserver aux fruits leur couleur et arômes (en empêchant la décoloration des pigments, l'oxydation des vitamines, le rancissement des lipides).
- Les conserver à l'abri de l'humidité (pour inhiber la prolifération microbienne et l'évolution des sucres) et protéger les produits de toute contamination extérieure.
- De ralentir au maximum les réactions de détérioration du produit à condition, bien entendu, que l'on ait utilisé un emballage approprié permettant de maintenir le bas niveau de l'activité de l'eau atteint à la fin de séchage et la température maintenue intérieure à environ 25°C.

Photo 19 : Produit conditionné La fermeture des sacs en plastique est réalisée par une thermo-soudeuse ou tout simplement à l'aide d'une ficelle ou d'un ruban adhésif.

HYGIENE ET QUALITE

Application des BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène)

Les règles d'hygiène sont précisées dans le Manuel

BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène) maintenu au niveau de l'unité de séchage et qui couvre :

L'hygiène des locaux de séchage et matériel

L'hygiène, et l'entretien des locaux et du matériel dans un bon état de propreté, sont indispensables au fonctionnement correct d'une unité de séchage des figues et des prunes. Des locaux spéciaux doivent être à la disposition du personnel : vestiaires avec casiers individuels pour les vêtements ; toilettes munies de papier hygiénique ; lavabos avec savon (liquide ou en poudre, de préférence) et essuie-mains. Un plan de nettoyage et de désinfection régulière des locaux, doit être appliqué.

L'hygiène du personnel

Le personnel doit porter des vêtements de travail (blouses ou combinaisons), entretenus propres et se laver les mains au sortir des toilettes avant de regagner le poste de travail. Le tabac doit être interdit et des distributeurs d'eau potable doivent être mis à la disposition des ouvriers.

Hygiène de l'eau

L'unité doit être approvisionnée en eau de bonne qualité (eau potable) et en quantité suffisante. Dans l'unité de transformation l'eau est utilisée à diverses fins : lavage, triage, nettoyage du local et des appareils, protection contre le feu, etc. Pour être considérée comme potable, une eau doit répondre aux exigences prévues dans la réglementation mise en vigueur. Conformément à ces textes une eau potable doit satisfaire à des normes visant à la fois des caractères physiques, microbiologiques et chimiques énumérés ci-dessous. Il est indiqué également que l'eau ne doit présenter ni odeur ni saveur désagréable, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas pour les eaux de distribution. Lorsqu'il n'est pas fait appel à de l'eau de distribution publique, l'eau utilisée doit soit satisfaire naturellement aux normes bactériologiques ci-dessous, soit être traitée par un procédé approuvé, à moins qu'elle ne subisse au cours des opérations une stérilisation de quelque nature que ce soit.

• Caractères physiques : Des limites sont fixées pour la turbidité, pour le pouvoir colmatant et pour la coloration.

• Caractères microbiologiques : L'eau doit être exempte d'organismes parasites ou pathogènes et ne pas contenir d'*Escherichia coli* dans 100 ml; de streptocoques fécaux dans 50 ml ; de *Clostridium sulfito-réducteurs* dans 20 ml.

• Caractères chimiques:

Produits Teneurs limites

Minéralisation totale 2000 mg/L

Plomb (en Pb) 0,5 mg/L

Sélénium (en Se) 0,05 mg/L

Fluorures (en F) 1,0 mg/L

Chrome hexavalent et Cyanures Doses inférieures au seuil de détection analytique

Cuivre (en Cu) 1,0 mg/L

Fer (en Fe) 0,3 mg/L

Manganèse (en Mn) 0,1 mg/L
Zinc (en Zn) 5,0 mg/L
Composés phénoliques (en phénol) Absent

Gestion des rejets et assainissement

L'unité de séchage doit disposer de systèmes convenables pour l'évacuation rapide et totale des divers rejets (eaux résiduaires, déchets solides qui attirent insectes et rongeurs, effluents humains, etc.).

Lutte contre les insectes et ravageurs

Les locaux où les fruits sont entreposés ou travaillés doivent être conçus et aménagés de manière à éviter que des animaux, insectes et rongeurs plus spécialement, puissent y pénétrer ; cela relève avant tout de la construction du local et de l'entretien général. Il va de soi qu'aucun animal domestique ne doit être toléré dans une fabrique des fruits séchés. Il est parfois nécessaire de détruire des insectes ou des rongeurs qui se trouvent à l'intérieur de l'unité. Contre les insectes on peut employer, lorsque toute fabrication est arrêtée, la fumigation au moyen de gaz toxiques divers ou des insecticides à action rapide. Ces traitements doivent être suivis d'une aération ou d'un lavage adéquat, pour éviter tout risque de contaminer les fruits. Pour se débarrasser des rongeurs on utilise des pièges plutôt que des poisons, car ces derniers sont dangereux également pour les opérateurs et opératrices. La destruction des insectes et des rongeurs doit être confiée à des spécialistes compétents. Ces règles sont précisées dans le < Règlement sanitaire du travail au Maroc >.

Plus généralement, l'unité doit disposer :

- d'eau de bonne qualité et en quantité suffisante ;
- de systèmes convenables pour l'évacuation rapide et totale des divers rejets : eaux résiduaires, déchets solides (qui attirent insectes et rongeurs), effluents humains.

Les prunes sont soumis à un ou plusieurs lavages lors de leur transformation; quant aux caractères que doit présenter l'eau utilisée aux divers lavages, ils sont indiqués plus loin.

Il faut veiller aussi à éviter la prolifération de microorganismes, tant dans les matières premières des fruits, au cours de leur transformation et dans les produits séchés.

La lutte contre les insectes, les rongeurs et les microorganismes, est assurée à travers des mesures préventives. Le personnel doit être informé et formé et s'engager dans l'application de programmes de lutte tel que prescrit dans le manuel BPF/BPH. Des contrôles et des vérifications régulières dûment annotées permettent de mesurer l'efficacité des mesures et d'entreprendre, le cas échéant, les mesures correctives requises.

Photo 20 : Formation

Gestion de la qualité des produits séchés

L'application d'un plan de gestion de la sécurité sanitaire et de la qualité des produits permet de prévenir les contaminations et de préserver la qualité des produits. Le plan qualité est supporté par différents contrôles.

Contrôle de l'humidité finale du fruit séché
L'humidité finale est déterminée de la même manière que l'humidité initiale par étuvage à 103+/-5°C, jusqu'à poids constant. Un appareil de mesure de l'activité d'eau permet ce contrôle régulier au cours du séchage.

Analyses de laboratoire

Les analyses pour les figues séchées doivent concerner les bactéries (coliformes totaux et fécaux ainsi que les pathogènes), les moisissures et les champignons ainsi que leurs toxines libérées, en particulier les mycotoxines (exemple : les aflatoxines). L'analyse des mycotoxines sous lampe UV permet de détecter certaines toxines comme les aflatoxines. De même, outre un contrôle des plantations, les produits séchés doivent subir un contrôle de résidus de pesticides et des métaux lourds. Les analyses sont effectuées par chromatographie (CPG et HPLC) et spectrophotométrie (SAA).

Les propriétés organoleptiques

La valeur intrinsèque des matières n'est que l'un des éléments de la qualité du produit. En effet divers réactions et traitements technologiques auxquels sont soumis les fruits peuvent affiner ou non la qualité du produit fini. On s'aperçoit alors que l'analyse sensorielle doit compléter les déterminations analytiques rendues possibles au fur et à mesure du développement de l'analyse chimique ou physique et qu'elle demeure un élément prépondérant. L'homme, comme « appareil de mesure », doit connaître les différentes stimulations qu'il va ressentir pendant la dégustation. Ces propriétés organoleptiques à évaluer peuvent concerner l'aspect, la couleur, la texture, l'arôme, la saveur, etc. La formation et l'apprentissage pratique sont indispensables pour réaliser une évaluation correcte. Les facteurs pouvant influencer les mesures sont comme suit:

- La température et l'hygrométrie : Considérons que 20°C et 70% d'humidité représentent des valeurs optimales
- Le bruit, la luminosité, la turbulence et des odeurs étrangères
- Le bruit diminue d'une façon générale les performances sensorielles et les impressions de persistance
- Concernant l'éclairage, la lumière du jour est

recommandée

- Le milieu doit être dépourvu de toute odeur pouvant fausser le test
- Aucun courant d'air ne doit être enregistré lors du test
- L'alimentation : elle peut modifier les perceptions gustatives.

Ces modifications dépendent du changement de composition de la salive. Le dégustateur doit se rincer la bouche entre chaque dégustation avec de l'eau distillée pour la neutraliser. Notons aussi que les meilleurs délais de dégustation se situent vers 10h du matin et vers 16h.

Instruction relative au jury de dégustation

Date et heure N° de l'essai Nom du dégustateur La technique de dégustation utilisée est celle qui consiste à classer les échantillons soit par rapport à un produit standard (de référence) soit par rapport à eux-mêmes. Généralement ce dernier cas est utilisé. Pour évaluer la qualité organoleptique de chaque échantillon on doit utiliser les critères suivants : L'aspect général, la couleur, la texture, et le goût des fruits séchés. On doit donner à chaque critère 4 niveaux d'appréciation(A,B,C,D). Le dégustateur donne, pour chaque critère, une seule note. L'échantillon étant jugé, le dégustateur choisit la note qu'il préfère pour chaque critère. Il met une croix devant l'attribut qui lui semble le plus approprié. Dans la colonne « préférence », il indique la couleur, la texture et le goût qui lui semble pouvoir produire la meilleure qualité pour ce produit. Dans la partie « remarques », il indique toute autre impression sur les quatre critères.

Organisation du test

On convoque d'avance un groupe restreint du panel formant le jury de dégustation. Il doit être informé sur le type de questions posées et le but recherché de cette dégustation. Chaque membre doit évaluer les critères dans l'ensemble du lot de l'échantillon. Il est demandé aux membres du panel de rincer la bouche à l'eau distillée entre deux dégustations. Le jour suivant, le même jury doit juger la qualité des fruits du même lot de l'échantillon restant.

Les résultats de l'analyse sensorielle doivent être traités statistiquement.

i) Aspect général de la prune

Très attrayant Attrayant Indifférent Repoussant
Très humide Humide Sec Très sec
Remarques
Préférence

ii)Texture de la prune

Molle Gommeuse Dure Très dure
Remarques Préférence

iii) Couleur de la prune

Très noire Noire Foncée Très foncée
Très brillant Brillant Peu brillant Non brillant
Très translucide Translucide Peu translucide Non translucide
Remarques
Préférence

GESTION TECHNIQUE DE LA COMMERCIALISATION

La mise en vente du produit obéit à certaines règles et conditions :

Le conditionnement du produit

Les fruits séchés étant hygroscopiques, on doit les laisser refroidir au moins un jour pour avoir une homogénéité de l'humidité et éviter la condensation de la vapeur sur les parois des sachets en plastique. Ces derniers sont ensuite mis ensachés et emballés.

L'étiquetage du produit L'emballage du produit séché doit porter les mentions suivantes :

- Le nom commercial du produit
- La dénomination du produit
- Le poids net
- Le nom de l'unité de séchage (société, coopérative ou association)
- L'adresse de l'unité de production
- La date limite de validité (ou de consommation)
- La marque et la composition s'il y a lieu.

La présentation

L'emballage doit être attractif pour le consommateur aussi bien dans sa forme que ses couleurs.

Photo 21 : Emballage pour expédition

Photo 22 : Vente directe au détail

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Conclusions

Pour obtenir des fruits séchés de meilleure qualité, on doit récolter les fruits à leur maturité complète et on applique des pré-traitements qui, en plus, accélèrent le séchage, améliorent la qualité organoleptique du fruit séché et prolongent la durée de conservation, et enfin, on procède à un emballage approprié. L'application des BPH (Bonnes Pratiques d'Hygiène) et du HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) permet de répondre aux exigences des marchés en terme de qualité sanitaire et de traçabilité.

Recommandations

- Travailler dans la propreté
- Identifier et analyser les problèmes et risques avant qu'ils ne se produisent
- Planifier et prendre des actions préventives afin de les éviter
- Se former et constamment s'informer
- Chercher le conseil des experts
- Apprendre à être à l'écoute de tous ceux qui sont en

relation avec vos activités, notamment les clients

- Miser tout sur la qualité et mieux vaut perdre un marché plutôt que de réussir à vendre un produit de

mauvaise qualité

LA PRODUCTION DE PRUNEAUX D'AGEN

I – FICHE SIGNALÉTIQUE DE LA PRODUCTION :

1) La production mondiale

Superficie mondiale en production (Source : International Prune Association – Juillet 1999)

Pays Surface en production (en hectares) France 13000 USA 33600 Italie 433 Total hémisphère Nord 47033 Argentine 9500 (prévision) Chili 6000 Australie 1120 Afrique du Sud 545 Total hémisphère Sud 17165 Total monde 64198

Production mondiale en conditions naturelles (23 % d'humidité maximum) (Source : International Prune Association – Juillet 1999)

Pays 98/99 97/98 96/97 95/96 Moyenne sur 4 campagnes

France (début campagne : 1er Septembre)

44 787 t 28 495 t 66 688 t 61 278 t 50 312 t

USA (début campagne : 1er Août)

88 923 t* 180 777 t 193 121 t 158 164 t 155 246 t

Italie (début campagne : année civile)

1 700 t 1 500 t (1997)

1 660 t (1996)

1 257 t (1995)

1 529 t

Total hémisphère Nord 135 410 t 210 772 t 261 469 t 220 699 t 207 087 t Argentine (début campagne : 1er Février) 6 000 t* 10 400 t 8 000 t 8 000 t 8 100 t Chili (début campagne : 1er Mars) 10 000 t 20 610 t 16 500 t 16 750 t 15 965 t Afrique du Sud (début campagne : 1er Avril) 1 300 t 2 300 t 1 600 t 2 100 t 1 825 t Australie (début campagne : 1er Mars) 3 470 t 3 180 t 3 950 t 4 100 t 3 675 t Total hémisphère Sud 20 770 t 36 490 t 30 050 t 30 950 t 29 565 t Total monde 156 180 t 247 262 t 291 519 t 251 649 t 236 652 t

(*) prévisions

2) La production française

Production moyenne des 3 dernières années : 165 000 tonnes de prunes d'Ente fraîches. Remarque : il faut en moyenne 3,5 kg de prunes d'Ente fraîches pour obtenir, après séchage à température et hygrométrie contrôlée, 1 kg de pruneaux d'Agen. Avec 175000 tonnes de prunes d'Ente fraîches on obtient donc en moyenne 50000 tonnes de pruneaux par an.

Superficie du verger français : Surfaces plantées : 14 000 hectares Surfaces en production : 10 670 hectares

Répartition par zone de production : Lot-et-Garonne : 65 % Dordogne : 8 % Gironde : 7 % Tarn et Garonne : 6 % Gers : 5 % Lot : 4 % Total Sud-Ouest 95 % Aude, Hérault, Gard, Corse : 5 %

Emploi : Nombre de producteurs : 2 400 En France, plus de 20 000 personnes vivent directement ou indirectement du pruneau d'Agen.

Superficie moyenne par exploitation : 6 hectares.

II – LA CULTURE DU PRUNIER D'ENTE

(Pour tout complément éventuel d'information, contacter le Service Technique du B.I.P. – 2, rue des Magnolias – BP 130 47303 Villeneuve sur Lot cedex – tél.- 05 53 41 55 55).

1) Le prunier d'Ente :

Nom : PRUNUS DOMESTICA Famille : ROSACEAE
Caractéristiques : Le prunier d'Ente est issu, autant qu'on peut l'affirmer, d'une hybridation naturelle. Les grands-parents seraient Prunus cerasifera (myrobolan) croisé avec Prunus spinosa (Prunellier épineux). Il a été avancé que le nom de « prunier d'Ente » viendrait du verbe « ENTER », en vieux français qui signifie GREFFER mais d'autres noms ont aussi été utilisés : prunier DATEL, prunier DATTE, prune ROBE DE SERGENT, prunier d'ANTE, mais ce n'est qu'à partir de 1815 que l'on trouve couramment l'appellation PRUNIER D'ENTE.

2) La plantation :

2.1 Les terrains et les sols :

Comme toutes les plantes ou organismes vivants, les pruniers d'Ente sont soumis aux influences de leur environnement. Un des éléments essentiels dans le processus de croissance, de développement et de fructification des végétaux est le sol où les racines puisent eau et sels minéraux nécessaires à la nutrition minérale de la plante.

Du point de vue physique, les sols les plus favorables sont ceux dont la structure permet un bon développement des racines, une bonne circulation de l'eau et de l'air. Les sols sur lesquels se rencontre la culture du prunier d'Ente sont, pour plus de 50 % des superficies, des terres de boulbènes, faites de sable fin, de limon et d'argile mais les terreforts (terres argilo-calcaires) sur un sous-sol bien drainé sont les plus favorables.

Le prunier supporte des taux d'argile assez élevés, à condition que cette argile soit suffisamment floclée (présence de calcaire). Néanmoins, on peut estimer que dans un sol contenant plus de 10 % de calcaire actif, il y a risque de chlorose. Le prunier d'Ente préfère les sols dont le pH se situe autour de la neutralité. Une certaine quantité de calcaire

assimilable lui est nécessaire.

Avant la plantation, une étude de sol en place est donc indispensable afin de déterminer :

§ La profondeur du sol et du sous-sol, § Les caractères d'asphyxie qui se manifestent par des concrétions ou traces ferrugineuses gris rouille..

§ La compacité et le tassement des différentes couches.

§ Les accidents culturaux possibles : semelle de labour, enfouissement défectueux de la matière organique... Il est donc nécessaire que le sol soit profond, bien aéré et drainé ; de la bonne installation du système racinaire en profondeur dépendra la vigueur, la production et la résistance à la sécheresse de l'arbre.

En outre, une analyse physico-chimique du sol (0-20 cm) et du sous-sol (20-50 cm) doit être obligatoirement réalisée avant la plantation.

2.2. Préparation du terrain avant la plantation :

Cette étape est nécessaire car elle permet d'ameublir la partie où se trouvent les racines et d'incorporer à l'ensemble du sol la fumure de fond ; dans les sols peu profonds, il faut éviter de faire remonter à la surface une partie du sous-sol, généralement impropre à la culture. Un labour de 30 à 40 cm suffit ; dans les sols profonds, le défoncement pourrait être intéressant, mais ne doit guère dépasser 60 cm (opération assez coûteuse).

2.3. Piquetage du terrain :

On peut faire appel à un géomètre qui réalisera cette opération, mais on peut aussi effectuer un piquetage simplifié à l'aide d'une corde à trois nœuds. Jadis les arbres étaient plantés en « joualles » c'est-à-dire en lignes d'arbres souvent fort espacées entre elles. Aujourd'hui, les arbres sont espacés de 6 à 7 m et disposés en carré, rectangle ou quinconce, ce qui donne aux vergers de pruniers, un aspect très soigné, particulièrement esthétique.

2.4 La plantation proprement dite :

Après avoir creusé les trous à la pelle-bêche, on plante soit des porte-greffes qu'il faudra greffer en place (cette méthode est peu utilisée car elle demande trop de soins au cours des deux premières années), soit des plants déjà greffés en pépinière : solution qui assure une meilleure régularité du verger, un gain de temps, une meilleure sélection des plants. (C'est la solution adoptée par la quasi totalité des pruniculteurs).

3) Les travaux sur le verger :

3.1 La taille :

C'est durant l'hiver que le pruniculteur taille ses arbres. On estime à 100 heures minimum de travail par hectare le temps passé à cette opération importante. En réduisant le volume des branches, la

taille :

§ permet d'assurer la formation de l'arbre et élimine les pousses inutiles.

§ permet au soleil de mieux pénétrer l'arbre et assure la maturité des fruits en même temps qu'un bon état sanitaire.

§ diminue le nombre de fruits et favorise une production plus homogène, de meilleure qualité (fruits de gros calibre) et d'un meilleur rendement. § facilite la réalisation des traitements et augmente leur efficacité.

La taille des troncs dite « en demi-tige » (tronc de 0,80 m à 1,20 m) est la plus utilisée actuellement car elle s'adapte bien aux techniques culturales modernes (récolte mécanique, par exemple). Les troncs en « haute tige » atteignent 1,50 à 1,80 m au-dessus du sol. Les troncs en « basse tige » ne dépassent pas 0,40 m.

Qu'elle soit de « formation » ou de « production », la taille est une opération délicate quasiment artistique qui demande le plus grand soin : * la taille de formation du prunier : c'est une opération fondamentale et délicate à laquelle il faut apporter le plus grand soin. Elle prépare l'arbre à la production qui n'interviendra que la sixième année. * la taille de fructification : elle doit permettre une bonne aération de l'arbre, la production de fruits gros, bien ensoleillés, ayant un taux maximum de sucre et un bon rendement au séchage.

3.2 Les traitements dans le verger :

Les exigences du consommateur quant à l'aspect et à la qualité du produit, la nécessité pour le pruniculteur d'obtenir une production régulière et des rendements élevés ont rendu indispensable la lutte contre les parasites du prunier.

La mise en place progressive des programmes de lutte intégrée permet de limiter l'utilisation de produits agressifs. Elle nécessite une longue observation du verger, une bonne connaissance des ravageurs, de leur biologie, de leur importance économique et des moyens de lutter contre eux. Elle permet de ne traiter qu'à bon escient et dans les meilleures conditions si le seuil de destruction des parasites est atteint et donc, en définitive, d'être plus rentable.

L'efficacité d'un traitement dépend d'un ensemble de facteurs tels que : § La connaissance parfaite du parasite et de son évolution, § Le choix du produit et des doses à appliquer, § La compatibilité des différents produits entre eux, § La date du traitement en tenant compte du stade de développement du parasite, de celui du végétal, des conditions climatiques, du produit utilisé. § La technique utilisée dans l'application des traitements.

III – DE LA PRUNE AU PRUNEAU :

1) La récolte :

Lorsque la prune est mûre, sa couleur est pourpre

violet foncé sur fond bleuâtre. Sa peau fine et ferme se détache bien de la chair jaune qui est tendre, juteuse et sucrée. Elle est prête à être récoltée.

La récolte se fait traditionnellement entre la mi-août et la mi-septembre quand se produit la chute naturelle des fruits ou celle provoquée par un léger secouage de l'arbre.

L'habitude très grande des pruniculteurs permet de déterminer le moment optimum, mais la technique a mis au point le procédé de « REFRACTOMETRIE » qui permet de déterminer exactement le point de maturité. On prélève quelques gouttes de jus sur un appareil appelé « REFRACTOMETRE ». La richesse en matière sèche est directement lisible et s'exprime en ° Brix, c'est à dire en pourcentage de saccharose. Une prune mûre à point et donc bonne à être récoltée, doit ainsi titrer 21°Brix. Toutefois, les prunes peuvent atteindre 30° Brix et plus.

La récolte est encore très souvent manuelle. Une personne ramasse en moyenne 80 kg à l'heure, qu'elle dépose dans des paniers. Chaque arbre peut produire jusqu'à 100 kg de fruits.

On peut également disposer des filets sur le sol, sous chaque arbre, avant la chute des premiers fruits murs : quant on dénombre suffisamment de prunes tombées au sol, on soulève le filet pour en verser le contenu dans les paniers ou paloxes (caisses en bois spécialement étudiées pour le transport et le stockage des prunes et des pruneaux).

De nos jours des techniques nouvelles ont vu le jour et le ramassage mécanique, plus rapide, plus productif et garant d'une plus grande qualité des fruits récoltés (taux de fruits éclatés ou fendus plus faibles) succède ou complète le ramassage manuel (cf. photothèque).

2) Le lavage, le triage et le premier calibrage :

Une fois récoltées, les prunes fraîches sont transportées sur l'exploitation, où elles seront successivement lavées puis déversées sur un tapis de triage où seront éliminés les fruits de mauvaise qualité (fruits tachés, éclatés etc...). Triées par taille et regroupées en lots homogènes (premier calibrage), les prunes seront ensuite étendues sur des claies (grilles fines en acier inoxydable alimentaire montées sur des cadres en bois) en une couche uniforme en vue de leur séchage. C'est l'étape de l'enclayage. Ces claies sont ensuite empilées sur des chariots qui seront placés dans les tunnels pour le séchage.

3) Le séchage :

C'est l'opération qui consiste à déshydrater le fruit frais, la prune d'Ente, pour en faciliter la conservation. C'est au terme de cette étape que la prune devient pruneau.

De nombreux pruniculteurs assurent eux-mêmes le séchage de leur récolte ; d'autres la confient à une coopérative équipée de plusieurs installations

adaptées. Les coopératives sont souvent situées à proximité des exploitations car la prune supporte mal le transport. On distingue ainsi 300 fours collectifs (ce qui correspond à 35 % du tonnage séché) et 1100 installations individuelles (65 % du tonnage séché).

Pendant des siècles, l'élaboration du pruneau a été un travail familial et empirique, l'art est devenu une technique, avec des principes de fabrication bien définis. Autrefois, les prunes étaient disposées sur des claies ou de la paille, à l'air libre (sans trop de soleil) ; puis on a utilisé les fours (à pain ou spécifiques) dont on retrouve parfois les vestiges dans les fermes lot-et-garonnaises. Vinrent ensuite les étuves de grande dimension.

Aujourd'hui, le séchage se fait dans des tunnels à séchage continu puissamment ventilés. Un seul passage d'environ 16 à 24 heures à 70°C de moyenne dans le tunnel de séchage permet la transformation complète de la prune en pruneau. Les tunnels les plus utilisés en Agenais ont un débit de 8 à 11 tonnes par jour. Au terme du séchage le pruneau contient un taux d'humidité qui varie entre 21 et 23 %.

On distingue différents types de tunnel de séchage :

§ Le tunnel à contre-courant, où les chariots progressent en sens inverse du courant d'air chaud. La température à l'entrée est de + 55/60°C, à la sortie d'environ + 75°C. Le débit moyen est de 8 tonnes par jour. Le séchage dure ainsi de 20 à 24 h en moyenne pour un chariot de 24 claies.

§ Le tunnel à courant parallèle où l'air chaud circule dans le même sens que les chariots. Cette méthode permet d'attaquer le séchage des fruits à une température plus élevée (85°C), et de terminer l'opération à une température plus basse (68°C en moyenne). § Le tunnel à tapis, de conception plus récente, où les prunes d'Ente sont disposés sur un tapis continu qui serpente dans le tunnel. Au cours du séchage, les prunes chutent d'un tapis sur l'autre.

4) Le triage

Après le séchage, l'opération de tri est très importante, car elle permet d'écarter les fruits tarés, blessés ou tachés et les fruits mal « cuits ». Cette opération s'effectue généralement à la main, mais des recherches sont actuellement menées en vue d'une mécanisation, basée sur le principe de la détection optique des tares.

5) Le stockage sur l'exploitation :

Une fois calibrés, les pruneaux peuvent être stockés quelques jours sur l'exploitation en attendant d'être vendus aux transformateurs chargés de leur commercialisation. Le stockage s'effectue dans des palox (caisse-palette en bois) revêtus de grandes poches en polyéthylène alimentaire. Celles-ci sont ensuite placées dans des locaux appropriés, de

préférence à l'abri de la lumière, à hygrométrie et température constantes.

Chapitre 3 Séchage de l'abricot

Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila - LE SECHAGE DES ABRICOTS

Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila

F. Bahlouli^{1*}, A. Tiaibal et A. Slamani² ¹Département d'Agronomie, Université Mohamed Boudiaf, M'Sila, Algérie ²Département de Biologie, Université Mohamed Boudiaf, M'Sila, Algérie

Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger (2008) 61 - 66

Résumé - La région du Hodna est l'une des zones les plus productives d'abricot en Algérie, cette culture stratégique héritée d'une génération à une autre. L'abricot est un fruit riche en vitamines et en fibres. Plusieurs variétés cultivées sont très adaptées et très productives, une partie du surplus de production est transformé en abricot sec. Différentes modes industrielles de séchage sont utilisées dans le monde comme le séchage au four ou au séchoir. Dans la région du Hodna, wilaya de M'sila, on pratique le séchage traditionnel ou le séchage au soleil à l'air libre en pendant 3 semaines, le fruit se déshydrate, mais la qualité est très médiocre comparativement au séchage industriel. La région du Hodna doit bénéficier de petites structures de transformation d'abricot en fruits secs pour englober le surplus et aider au développement économique et social de la région.

Mots clés: Hodna - Abricot - Séchage traditionnelle - Fruit sec - Climat aride - Conservation.

1. INTRODUCTION

La culture de l'abricotier s'est développée autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale. Aujourd'hui encore, c'est dans ces zones que se situent les principaux pays producteurs d'abricot [8]. La production mondiale d'abricot étant de 2,3 millions de tonnes en 1996, elle s'élevait en 2000 à un peu plus de 2,7 millions de tonnes pour atteindre plus de 2,8 millions de tonnes en 2006 (Tableau 1)

Tableau 1: Evolution de la culture d'abricotier dans le monde(1996 - 2006)

Année	Production (t)	Superficie (ha)	Rendement (q/ha)
1996	2 585 463	65,917	392 228
2000	2 774 595	71,588	387 578
2003	2 788 328	63,345	440 182
2006	2 899 789	65,677	441 517

Aujourd'hui, la plus grande production d'abricots se concentre dans les pays méditerranéens (Turquie, Espagne, Syrie, Grèce, France), ainsi qu'en Iran et au Pakistan avec plus de 200 000 de tonnes/pays pour l'année 2006 (Tableau 2).

Tableau 2: Situation mondiale de la culture d'abricotier en 2006 [3]

Pays	Production (t)	Superficie (ha)	Rendement (q/ha)
Turquie	370 000	64 000	57.813
Iran	285 000	32 000	89.063
Italie	244 048	19 287	126.535

*

faycal.bahlouli@yahoo.fr _ ammar
22171@hotmail.com _ amelslam@yahoo.fr

Pakistan	215 000	29 000	74.138
Algérie	110 000	40 000	27.500

En Algérie, l'abricotier possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national, c'est l'espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et le pêcher. Les vergers d'abricotiers, constituent l'une des meilleures richesses de l'Algérie, notamment de la wilaya de M'Sila qui constitue l'une des régions les plus productives. Elle occupe la deuxième place à l'échelle nationale derrière la wilaya de Batna avec une superficie qui est passée de 2 386 ha en 1994 à 6 310 ha en 2004. L'abricot dans le Hodna, a une place très importante dans la vie quotidienne de la population locale. Il représente une tradition héritée d'une génération à une autre. Chaque année, le surplus de la production est transféré hors de la wilaya vers les villes limitrophes ou bien passé au séchage, grâce à une production qui a fortement augmenté de 4 899 q en 1994 à 216 000 q en 2004, soit une augmentation de 97,6 % en 10 ans. Les régions de Nouara et Boukhmissa constituent les principales zones productrices d'abricot dans la wilaya de M'sila, et différentes variétés sont cultivées comme: Bullida, Louzi rouge (originale du Hodna), Tounsi et Paviot. Le porte-greffe le plus utilisé est le mech-mech ou abricotier franc, ainsi que d'autres porte-greffes, tels que pêcher de Missouri et l'amandier amer.

2. DESCRIPTION DE L'ESPECE

L'abricotier est une espèce assez exigeante en froid hivernal (700 à 1000 heures en dessous de 7,2 °C) [3]. Il fleurit juste après l'amandier et avant le pêcher. Il

est assez sensible au gel hivernal, mais les bourgeons floraux peuvent résister à des températures de -16 °C à -24 °C quand ils sont dormants [7]. C'est une espèce qui redoute les printemps pluvieux et humides à cause des attaques des maladies cryptogamiques. Elle est sensible à la mouche méditerranéenne et au capnode sur racine [4]. L'abricotier préfère les sols profonds argilo-limoneux bien drainés. La floraison de l'abricotier se situe entre février et mars pour une récolte en Avril-Mai, en Mai-Juin pour les variétés tardives.

2.1 Fruit

L'abricot, fruit ou drupe de l'abricotier, est caractérisé par une peau veloutée, une chair charnue, peu juteuse, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangée. Il se sépare aisément en suivant le sillon médian. Le noyau s'enlève facilement de la chair. Fruit fragile, sensible aux manipulations et aux transports. Le degré de maturité de l'abricot est apprécié par le parfum et la souplesse du fruit. La couleur n'est pas un critère fiable, car certaines variétés "rougissent" bien avant d'être mûres. Le fruit pour la consommation en frais est très fragile et doit être cueilli deux à quatre jours avant maturité et très tôt le matin ou le soir. Le fruit supporte une vingtaine de jours de conservation à - 0,5 °C et 85 % d'humidité.

2.1.1 Constitution du fruit

L'abricot peut être consommé frais, séché ou sous forme de jus, de marmelade et de confiture. Son contenu en fibres, en antioxydants et en plusieurs autres nutriments fait de l'abricot un fruit particulièrement intéressant pour la santé. Plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont démontré qu'une consommation élevée de fruits diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques [3, 6]. Les abricots contiennent différents antioxydants, particulièrement des flavonoïdes [13]. Le contenu en antioxydants des abricots séchés serait plus élevé que celui des abricots frais [5]. L'abricot contient principalement du bêta-carotène, un caroténoïde contribuant largement à sa couleur orangée [13], ainsi qu'une petite quantité de lycopène [9]. Dans l'organisme, le bêta-carotène a la capacité de se transformer en vitamine A. Une portion de 125 ml d'abricot frais (environ deux abricots) contient environ 2 000 µg de bêta-carotène, tandis qu'une portion de 60 ml d'abricot séchés en renferme 1 400 µg. Les abricots, frais et séchés, sont une source de fibres alimentaires. Une portion de 125 ml d'abricot frais comble respectivement 5 % et 8 % des apports quotidiens recommandés en fibres des hommes et des femmes de 19 ans à 50 ans [11]. En plus de prévenir la constipation et de diminuer le risque de cancer du côlon, une alimentation riche en fibres peut contribuer

à la prévention des maladies cardiovasculaires, ainsi qu'au contrôle du diabète et de l'appétit [10]. L'abricot sec apporte des éléments essentiels comme les glucides vite utilisables, les vitamines du groupe B, du fer, du cuivre et du potassium et sa richesse en fibres. On tire également de ses noyaux une huile peu grasse qui pénètre facilement, hydrate et revitalise la peau, grâce à sa richesse en vitamine A.

2.1.2 Maturité de l'abricot

Les fruits des meilleures variétés d'abricot se trouvent rarement frais en dehors de leur aire de production, car ils résistent mal aux nombreuses manipulations requises au moment de l'entreposage et du transport de longue distance. Les fruits en conserve ou séchés sont donc souvent plus savoureux du fait qu'ils sont récoltés à pleine maturité et qu'ils proviennent de variétés plus goûteuses. C'est également le cas pour les jus. L'abricot frais devrait être le plus mûr possible, car une fois cueilli, il ne mûrira pas davantage, le choisir souple au toucher, coloré, parfumé et à la peau lisse, signes de maturité.

2.2 Conservation

Avant le séchage des abricots, on procède à leurs conservations, deux méthodes de conservation sont préconisées:

- Réfrigérateur: une semaine tout au plus dans un sac de plastique perforé, car l'abricot ne tolère guère le froid.
- Congélateur: couper en deux le long du sillon, enlever le noyau et déposer les moitiés sur une plaque pour les congeler. Les mettre ensuite dans des sacs en plastique et les retourner au congélateur.

3. DIFFERENTES METHODES DE SECHAGE DANS LE MONDE

3.1 Méthodes industrielles

3.1.1 Séchage au four

Chauffer le four entre 50 et 60°C et déposer les fruits durant 10 à 12 heures, selon la quantité. Garder la porte du four entrouverte pour que l'humidité puisse s'échapper. Si les fruits sont épluchés, la température du four doit être légèrement plus haute que pour des fruits non épluchés. Par la suite, on peut toujours leur rendre l'eau qu'ils ont perdue, en les faisant tremper dans de l'eau à peine tiède. Eviter d'y mettre trop d'eau, au risque qu'ils perdent leurs propriétés nutritives. Cette technique est caractérisée par les consommations importantes en électricité nécessiteraient un prix de vente des produits finis suite au coût de revient de la production d'abricot secs.

3.1.2 Séchage avec utilisation d'un séchoir

Après la réception des abricots frais, puis un stockage momentané, si la quantité reçue est importante il

faudra prévoir un investissement dans une chambre froide pour assurer un stockage des abricots avant leur séchage. Dans un deuxième temps, on recueille la quantité d'abricot pouvant être séchée durant un cycle de transformation, puis on procède au tri. On écarte les produits inexploitable pour la transformation, notamment en fonction du taux de maturation des fruits évalué par appréciation visuelle (qui peut aller jusqu'au pourrissement). Cette opération est réalisée manuellement.

3.1.2.1 Lavage des abricots frais

Un lavage va permettre d'enlever les poussières et les insectes. Ceci doit garantir une hygiène constante pour limiter tout développement de micro-organismes. Le lavage consiste à plonger les abricots dans un bain d'eau chlorée à raison de 100 ppm [12], et les frotter délicatement, puis les rincer soigneusement à l'eau claire. Déposition des abricots dans deux barils ayant chacun une capacité de 50 L à raison de 25 kg d'abricot frais et de 2,5 g de chlore dissout en pastille par baril, puis compléter le baril avec de l'eau.

3.1.2.2 Dénoyautage

Cette étape s'effectue manuellement à l'aide d'outils tranchants. Cette opération doit se faire en suivant le sillon médian.

3.1.2.3 Soufrage

Les pré traitements sont utilisés pour modifier la structure du produit en vue de faciliter le séchage et d'éviter la contamination microbienne et les dégradations biochimiques (réaction enzymatiques, brunissement...). Une étape de sulfitage est pratiquée afin de garantir une meilleure hygiène. Le principe consiste à brûler du soufre solide (en poudre) dont les fumées vont imprégner les surfaces des produits à sécher.

3.1.2.4 Organisation de l'unité

L'unité de séchage est composée d'un bâtiment et du séchoir. Le bâtiment comprend un bureau, une pièce de stockage des fruits frais, un hall de pré-traitement et une pièce d'emballage/stockage des produits secs. Les fruits sont pré-traités: les abricots, très acides, sont d'abord blanchis dans de l'eau bouillante pour conserver la couleur, puis trempée dans de l'eau chaude sucrée pour améliorer le goût et affermir la texture. La structure du séchoir est en bois (coté et bas) avec une couverture en plastique polyéthylène. Les claies chargées d'abricot sont glissées par l'intermédiaire de tiroirs dans le bâti en bois. Le polyéthylène fait effet de serre, la lame d'air entre cette couverture de plastique et les claies s'échauffe, absorbant ainsi l'humidité des fruits. Un petit ventilateur placé à l'entrée crée un flux continu d'air pour extraire l'humidité. Ce système permet de sécher

les fruits en moins de trois jours (la méthode traditionnelle prenant souvent 3 semaines). Ce séchoir est constitué d'une rigole de 10 cm de profondeur ménagée dans la face supérieure d'une dalle horizontale en béton armé. Le séchoir doit avoir une longueur de 11 mètres et une largeur de 2 mètres [12]. La dalle est recouverte d'une couche de liège de 20 mm elle-même recouverte d'une autre couche de béton de 10 mm. La rigole est surmontée d'une couverture plastique. On peut distinguer deux parties: la zone de chauffe (9,3 m de long et 2 m de large) en avant de laquelle est placée un ventilateur et la zone de séchage proprement dite de 1,7 m de long et 2 m de large. Le système d'aération est formé d'un ventilateur radial. L'air frais aspiré, filtré et refoulé vers la zone de chauffe puis de séchage par le ventilateur. L'air circule en dessous et au-dessus du produit. L'air humide est évacué en bout de séchoir au travers d'une moustiquaire métallique. La zone de chauffe est constituée d'une rigole est peinte en noir et surmontée d'une feuille de polyéthylène (épaisseur = 0,2 mm) fixée à la dalle, grâce à un profilé de serrage. La surface utile de chauffage est de 18,6 m². La zone de séchage, sur la rigole, des baguettes de 20 x 20 mm permet de disposer un grillage métallique couvert d'une moustiquaire en nylon. La rigole est surmontée d'une couverture plastique polyéthylène de 0,2 mm fixée d'un coté à la dalle grâce à un profilé de serrage, de l'autre coté à un tube d'enroulement avec manivelle. La surface utile de séchage est 3 m². La capacité avoisine les 15 à 20 kg de produits frais par m², soit 50 kg de produits frais au total. Le chargement s'effectue après avoir enroulé la couverture plastique de polyéthylène. Le produit est déposé sur la moustiquaire en nylon dans la zone de séchage. C'est une opération discontinue.

3.1.2.5 Tri après séchage

Le tri s'effectue manuellement. Il consiste à éliminer les produits hors normes, notamment au niveau de la couleur, la texture et la forme. Suite à cette étape, le conditionnement des abricots doit rapidement suivre afin d'éviter toute réhumidification possible des abricots secs dans de grands récipients.

3.1.2.6 Conditionnement

Différentes possibilités d'emballages existent telles que: barquettes en bois, barquettes en polystyrène, barquette en carton, sachet en plastique ou en papier. Les sachets choisis sont prévus pour contenir 250 g d'abricots secs. Cette étape sera réalisée manuellement.

4. MÉTHODE TRADITIONNELLE, LE SÉCHAGE SOLAIRE PRATIQUE DANS LA RÉGION DU HODNA

La récolte dans la région du Hodna débute en fin Avril

pour la variété précoce comme Tounsi ou Bullida et se termine en début de juin pour les variétés tardives comme Paviot. Le séchage solaire se fait traditionnellement sur le toit des maisons à l'air libre en pendant 3 semaines, il permet de déshydrater les produits les fruits. Les produits, durs et poussiéreux, sont d'une qualité très médiocre et sans forte valeur ajoutée. Dans la situation actuelle, les abricots sont séchés au bord de route ou dans les champs à même le sol. Ces conditions de séchage ne permettent pas la commercialisation de ce produit et limitent la qualité du produit. La période de séchage des abricots se déroulera durant les mois de juin, juillet et août. Durant cette période, les données climatiques sont favorables au séchage. En effet, l'ensoleillement est d'environ 350 heures par mois (pour les mois de juin, juillet, août). C'est un système de séchage solaire peu coûteux et permettant une optimisation de la qualité des abricots secs.

4.1 Pré traitement des abricots

Trier les abricots pour éliminer les déchets et les abricots endommagés. Laver les abricots pour éliminer les poussières et les saletés, puis les mettre dans des caisses. Dénoyer l'abricot lavé à l'aide de couteaux, éliminer les oreillons infestés et disposer les oreillons propres dans des caisses. Tremper les oreillons dans la solution de méta bisulfite (45 kg/600 l d'eau) de sodium pendant 30 minutes. Veiller à ce que les oreillons soient totalement immergés. Secouer les caisses toutes les 10 minutes. Enlever les caisses trempées et les laisser égoutter pendant 2 minutes.

4.2 Processus de séchage

Étaler les oreillons l'un après l'autre dans une position bien inclinée avec la surface intérieure vers le haut. Les presser entre deux doigts l'un après l'autre. Si qu'aucun liquide ne s'écoule et que l'abricot n'est pas mou le processus de séchage est arrêté.

Ramassage des abricots secs.

Mettre les abricots secs dans des sacs en plastique propre et étanche, et les disposer dans des cartons. Stocker les cartons à l'ombre dans un endroit propre, frais et sec.

5. CONCLUSION

Vu le surplus de production enregistré chaque année dans le Hodna, l'implantation d'une petite structure de

transformation d'abricot en fruits secs est nécessaire dans le cadre de la mise en place d'un certain nombre de projets d'aide au développement économique et social dans la région. Ce projet permet d'allier un savoir-faire local en matière de cultures fruitière et des compétences technologiques simples. Cette association garantit une nette amélioration du produit fini. Parallèlement à ceci, d'autres procédés de transformation pourraient rapidement être envisagés, comme la fabrication de confitures. Aujourd'hui le projet ne s'arrête pas à cette simple étude théorique: l'objectif est maintenant de l'affiner pour permettre son application sur le terrain.

REFERENCES

- [1] Audubert et J. Lichou, 'L'abricotier', Ed. J. Granier, C.T.I.F.L, Paris, 368 p., 1989.
- [2] L.A. Bazzano, M.K. Serdula and S. Liu. 'Dietary Intakes of Fruit and Vegetables and Risks of Cardiovascular Disease', *Curr Atheroscler Rep.* 5, N°66, pp. 492 – 499, 2003.
- [3] FFAAOO, 'Annuaire de la Production', Ed: FAO, Rome, 22000077..
- [4] M. Gautier, 'L'Arbre Fruitier', Tome 2, Ed: L'Arboriculture Fruitière, pp. 12 – 15, 1988.
- [5] S. Karakaya and A.A. Tas, 'Antioxidant Activity of Some Foods Containing Phenolic Compounds', *International Journal of Food Science and Nutrition*, Vol. 52, N°6, pp. 501 – 508, 2001.
- [6] J.W. Lampe, 'Health Effects of Vegetables and Fruit: Assessing Mechanisms of Action in Human Experimental Studies', *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 70, N°3, pp. 475 – 490, Supplement, 1999.
- [7] J.M. Legave and J.C. Richard, 'Inheritance of Floral Abortion in Progenies of 'Stark Early Orange' Apricot', *Proceedings 12th ISHS, Apricot Culture*, 2006, Vol. 1, pp. 127 - 130, 2006.
- [8] J. Lichou, 'Comparizon of Apricot Tree Growth and Development in 3 French Growing Areas', *Congers International, Unité de Génétique et d'Amélioration des Fruits et Légumes*, 2001.
- [9] A.R. Mangels, J.M. Holden, G.R. Beecher, M.R. Forman and E. Lanza, 'Carotenoid Content of Fruits and Vegetables: an Evaluation of Analytic Data', *Journal of American Dietetic Association*, Vol. 93, N°3, pp. 284 – 296, 1993.
- [10] J.A. Marlett, M.I. McBurney and J.L. Slavin, 'Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber', *Journal of American Dietetic Association*, Vol. 102, N°7, pp. 993 – 1000, 2002.
- [11] Document OPDQ, 'Apports Nutritionnels de Référence - Recommandations d'Apports Individuels pour les Canadiens et les Américains', *Manuel de Nutrition Clinique en Ligne*, 2004.
- [12] J.F. Rozis, 'Sécher des Produits Alimentaires', Edition Dumas, Saint-Etienne, 344 p. 1995.
- [13] D. Ruiz and J. Egea, 'Characterization and Quantitation of Phenolic Compounds in New Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 53, N°24, pp. 44 -52, 2005.

LE SECHAGE DES ABRICOTS

SOURCES : http://shamba.worldpossible.org/practicalanswers/Food%20processing/Fruits,%20vegetables%20and%20roots/KnO-100588_Le%20sechage%20des%20abricots.pdf

Practical Action is a registered charity and company limited by guarantee.
Company Reg. No. 871954, England | Reg. Charity No. 247257 | VAT No. 880 9924 76 |
Patron HRH The Prince of Wales, KG, KT, GCB

LE SECHAGE DES ABRICOTS

La plus grande partie des abricots est commercialisée sous forme de fruits secs. Les diverses méthodes de séchage vont de la simple exposition au soleil jusqu'à l'utilisation de séchoirs industriels. On renforce généralement la capacité de conservation liée au séchage par une exposition à l'anhydride sulfureux qui, en l'occurrence, donne aux fruits secs leur belle couleur orangée. A noter qu'un marché prometteur se dessine pour les fruits séchés sans conservateur dans les magasins proposant des « produits naturels », aussi bien en Europe qu'aux Etats Unis. Pour que le produit soit de bonne qualité, il faut cependant observer certaines règles.

Récolte

La méthode la plus courante consiste à secouer les arbres ce qui entraîne une chute brutale des fruits sur le sol dont l'état, par la suite, se dégrade. Cette pratique n'est pas recommandée car elle ne permet pas d'obtenir un produit fini de bonne qualité. Les abricots doivent être cueillis à la main et être délicatement déposés dans les paniers appropriés. La propreté de ces paniers et des mains des cueilleurs est essentielle. Pour obtenir la meilleure qualité possible, les abricots doivent être récoltés mûrs mais cependant encore fermes sans qu'ils ne soient écrasés dans les mains des récolteurs.

Préparation

Il faut retirer les fruits abîmés car ils entament la qualité du produit séché. Il en va de même pour les abricots insuffisamment mûrs parcequ'ils manquent de saveur et n'absorbent pas suffisamment d'anhydride sulfureux. Enfin les abricots trop mûrs sont aussi à exclure car ils en absorbent trop. Les fruits doivent d'abord être lavés dans une eau claire et propre.

Figure 1: rassemblement.

Le sechage des abricots Practical Action2

Pour obtenir des moitiés abricots, ceux-ci doivent d'abord être ouverts, dénoyautés et les moitiés séparées. Cette présentation est plus attrayante que lorsque les deux moitiés restent attachées.

Soufrage

L'utilisation d'anhydride sulfureux évite aux abricots de prendre une couleur marron foncé lors du séchage. Cette étape du traitement des abricots peut être menée de deux façons différentes: soit en plongeant les demi abricots dans une solution de bisulfite de sodium, soit en les laissant exposés dans une pièce au gaz émis par la combustion de soufre. La seconde solution est la meilleure car elle favorise une exposition plus régulière à l'anhydride sulfureux. Elle permet d'éviter le temps de séchage et exige ainsi que la perte d'éléments nutritifs. La durée de l'exposition des fruits à l'anhydride sulfureux se situe entre deux et trois heures. Les figures 2 et 3 montrent des modèles courants de chambres de soufrage.

La figure 4 montre la disposition adoptée dans le Nord Pakistan (Projet de Développement Rural financé par l'Aga Khan) pour une chambre de soufrage.

2 à 4 grammes de soufre sont nécessaires par kg de fruits frais.

Il est important de veiller à ne pas inhaler les gaz de combustion du soufre, ceci pouvant amener à des difficultés respiratoires.

Figure 2: Chambre de soufrage

Figure 4: Tente pour la sulfurisation de AKRSP.

joint de la terre
9 à 12 plateaux
Figure 3: Chambre de soufrage
porte articulée
soufre brûlant
entrée d'air
récipient peu profond pour le soufre brûlant
étagères boîte en bois ou
carton lourd

blocs en bois
les espaces de 35mm
plateaux
bouche d'air

Le séchage des abricots

Practical Action 3 Séchage

Le séchage solaire donne une couleur plus attrayante à l'abricot et réduit poussières et contamination. Cependant, si la récolte a lieu en milieu humide, on choisira un mode de séchage de type industriel. On notera que lors du séchage, les demi abricots doivent être placés partie sphérique au-dessus. Le taux d'humidité doit être réglé aux alentours de 15%.

Conditionnement

Il suffit d'emballer les fruits secs dans un simple sac en plastique avec une étiquette attrayante. Le plastique du sac doit cependant être suffisamment solide pour résister à la dégradation lors de manipulations ou stockage. L'utilisation de sacs plastiques thermo soudés permet une présentation plus soignée.

Fournisseurs d'équipements

Ceci est une liste de fournisseurs d'équipements dont le soutien n'est pas garanti par Practical Action.

Matériel de séchage

Acuf

Acufil Machines

il Machines

S. F. No. 120/2, Kalapatty Post Office Coimbatore - 641 035

Tamil Nadu L'Inde

Tél: +91 422 2666108/2669909 Fax: +91 422 2666255

Adresse électronique:: acufilmachines@yahoo.co.in

Adresse électronique:: acufilmachines@hotmail.com

Site internet:

<http://www.indiamart.com/acufilmachines/#products> Premium Engineers Pvt Ltd

Premium Engineers Pvt Ltd

Plot No 2009, Phase IV, GIDC

Vatva, Ahmedabad 382445

L'Inde

Tél: +91 79 25830836

Fax: +91 79 25830965

Industrias Technologicas Dinamicas SA Av. Los Platinos 228 URB industrial Infantas Los Olivios

Lima Le Pérou

Tél: +51 14 528 9731

Fax: +51 14 528 1579
Kundasala E
Kundasala E
Kundasala E
Kundasala Engineers
ngineers
ngineers
ngineers
Digana Road
Kundasala
Kandy
Le Sri Lanka
Tél: +94 8 420482
Bombay Engineering Works
Bombay Engineering Works
Bombay Engineering Works
Bombay Engineering Works
1 Navyug Industrial Estate
185 Tokersey Jivraj Road
Opposite Swan Mill, Sewree (W)
Mumbai 400015
L'Inde
Tél: +91 22 24137094/24135959
Fax: +91 22 24135828
Adresse électronique:
bomeng@vsnl.com
Site internet:
<http://www.bombayengg.com/>
Rank and Company
Rank and Company
Rank and Company
Rank and Company
A-p6/3, Wazirpur Industrial Estate
Delhi – 110 052
L'Inde
Tél: +91 11 7456101/ 27456102
Fax: +91 11 7234126/7433905
Adresse électronique::
Rank@poboxes.com
Ashoka Industries
Ashoka Industries
Ashoka Industries
Ashoka Industries
Kirama
Walgammulla
Le Sri Lanka
Tél: +94 71 764725
Le sechage des abricots
Practical Action
4
Mitchell Dryers Ltd
Mitchell Dryers Ltd
Mitchell Dryers Ltd
Mitchell Dryers Ltd
Denton Holme, Carlisle
Cumbria
CA2 5DU

Le Royaume-Uni
Tél: +44 1228 534433
Fax: +44 1228 633555
Adresse électronique:
webinfo@mitchell-
dryers.co.uk
Site internet:
<http://www.mitchell-dryers.co.uk/>

Alvan Blanch
Alvan Blanch
Alvan Blanch
Alvan Blanch
Chelworth, Malmesbury
Wiltshire
SN16 9SG

Le Royaume-Uni
Tel: +44 1666 577333
Fax: +44 1666 577339
Adresse électronique:
enquiries@alvanblanch.co.uk
Site internet:
www.alvanblanch.co.uk

Emballages et appareils d'étiquettage
Emballages et appareils d'étiquettage
Emballages et appareils d'étiquettage
Emballages et appareils d'étiquettage

Acufil Machines
Acufil Machines
Acufil Machines
Acufil Machines
India (See above)

Gardners Corporation
Gardners Corporation
Gardners Corporation
Gardners Corporation
158 Golf Links
New Delhi 110003

L'Inde
Tél: +91 11 3344287/3363640
Fax: +91 11 3717179

Gurdeep Packaging Machi
Gurdeep Packaging Machi
Gurdeep Packaging Machi
Gurdeep Packaging Machines

nes
nes
nes

Harichand Mill compound LBS Marg, Vikhroli Mumbai 400 079 India
Tél: +91 22 2578 3521/577 5846/579 5982 Fax: +91 22 2577 2846

Pharmaco Machines

Unit No. 4, S.No.25 A Opp Savali Dhaba, Nr.Indo-Max Nanded Phata, Off Sinhagad Rd. Pune – 411041
India Tél: +91 20 65706009 Fax: +91 20 24393377 Rank and Company
India (see above)

Banyong Engineering 94 Moo 4 Sukhaphibaon No 2 Rd Industrial Estate Bangchan Bankapi Thailand Tel: +66
2 5179215-9

MMM Buxabhoy & Co 140 Sarang Street 1st Floor, Near Crawford Market Mumbai L'Inde
Tél: +91 22 2344 2902 Fax: +91 22 2345 2532 Adresse électronique: yusufs@vsnl.com; mmmb@vsnl.com;
yusuf@mmmb.in

Narang Corporation P-25 Connaught Place New Delhi 110 001 India
Tél: +91 11 2336 3547 Fax: +91 11 2374 6705

Orbit Equipments Pvt Ltd
Orbit Equipments Pvt Ltd
Orbit Equipments Pvt Ltd
Orbit Equipments Pvt Ltd
175 - B, Plassy Lane
Bowenpally
Secunderabad - 500011, Andhra Pradesh
India
Tél: +91 40 32504222
Fax: +91 40 27742638
Adresse électronique:
<http://www.orbitequipments.com>
Technology and Equipment Development
Technology and Equipment Development
Technology and Equipment Development
Technology and Equipment Development
Centre (LIDUTA)
Centre (LIDUTA)
Centre (LIDUTA)
Centre (LIDUTA)
360 Bis Ben Van Don St
District 4
Ho Chi Minh City
Vietnam
Tél: +84 8 940 0906
Fax: +84 8 940 0906
John Kojo Arthur
John Kojo Arthur
John Kojo Arthur
John Kojo Arthur
University of Science and Technology
Kumasi
Ghana
Le sechage des abricots
Practical Action
5
O
OO
Organismes et
rganismes et
rganismes et
rganismes et C
CC
Contacts
ontacts
ontacts
ontacts U
UU
Utiles

tiles

tiles

tiles

Mountain Fruits Company

Near China Bridge (KKH) Danyore

Gilgit

Pakistan

Tél : +92 5811 56265

Fax : +92 5811 58268

Adresse électronique:

admin@mountainfruits.com

Site internet:

www.mountainfruits.com

Mountain Fruits Company est une filiale de AKRSP, produisant des abricots secs dans le Nord du Pakistan.

Tropical Wholefoods 7 Stradella Rd Herne Hill London SE24 9HN Le Royaume-Uni

Tél: +44 (0)207 737 0444 Fax: +44 (0)207 737 0466

Adresse électronique: kate@fullwellmill.co.uk

Site internet: www.tropicalwholefoods.com

Tropical Wholefoods sont des importateurs de fruits tropicaux et de noix Fairetrade. Ils travaillent avec des petites producteurs en Afrique et en Asie afin d'améliorer la qualité des produits séchés.

Traduction par Ian Mach, 2011

Practical Action

The Schumacher Centre Bourton-on-Dunsmore Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ Royaume-Uni

Tél: +44 (0)1926 634400 Fax: +44 (0)1926 634401 Adresse électronique: inforsew@practicalaction.org.uk

Site internet:

<http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Practical Action est une organisation caritative de développement avec une différence. Nous connaissons les idées les plus simples peuvent avoir le plus profond, qui change la vie d'effet sur les populations pauvres à travers le monde. Depuis plus de 40 ans, nous avons travaillé en étroite collaboration avec certaines des personnes les plus pauvres du monde - en utilisant une technologie simple pour lutter contre la pauvreté et transformer leurs vies pour le.

Chapitre Séchage solaire 31

4.12. Séchage solaire au Maroc

- Abdel Kader El Mazhor FAO <http://www.fao.org/docrep/x5018e/x5018E0j.htm>

RESUME : Le séchage "naturel" ou séchage solaire traditionnel qui consiste à utiliser l'action du rayonnement solaire et de l'air atmosphérique, est une pratique ancestrale qui est encore largement répandue au Maroc. Les conditions climatiques du Maroc s'approprient très bien à une application de l'énergie solaire au séchage des produits agricoles. Toutefois, les techniques utilisées restent rudimentaires, et aboutissent généralement à des productions de qualité médiocre. Dans le but d'obtenir des produits de meilleure qualité, et de tirer le maximum de profit de cette source d'énergie gratuite qu'est le "solaire", le Maroc mène actuellement différentes actions pour le développement du séchage solaire amélioré.

INTRODUCTION

Au Maroc, les techniques artisanales de transformation et de conservation des denrées alimentaires sont nombreuses et très variées. Parmi ces techniques, le séchage naturel qui consiste à exposer le produit au rayonnement direct du soleil, occupe une place prépondérante particulièrement dans le milieu rural.

C'est une technique de stabilisation, qui permet de prolonger la durée de conservation des excédents de production ne pouvant être vendus ni consommés immédiatement. L'intérêt de ce mode de conservation réside dans sa simplicité et son faible coût.

Parmi les produits séchés traditionnellement, on cite essentiellement:

les fruits: figues, prunes, raisins

les légumes: piments, poivrons, carottes, navets ...

les plantes aromatiques: menthe, verveine, menthe sauvage, persil, thym...

les viandes et poissons.

LE SECHAGE TRADITIONNEL AU MAROC

LES FRUITS SECHES

a) Les figues

Le séchage traditionnel des figues est très fréquent dans les régions où le figuier est répandu.

Des figues ayant atteint un degré de maturité suffisant sont cueillies et transportées à l'endroit du séchage qui peut être la terrasse d'une maison ou une parcelle de terrain entourée d'une clôture pour empêcher l'accès d'animaux.

Ces aires de séchage sont en général exposées à un ensoleillement maximum et sont tapissées d'herbes (Alfa, lentisque...) pour éviter le contact avec le sol.

Les figues sont étalées sur ces aires sans traitement préalable.

Après séchage les figues sont ramassées et triées. Les plus grosses 'à peaux blanches' sont aplaties et enfilées dans des fils d'alfa de manière à former des chapelets; ceux-ci sont destinés à la commercialisation.

Quant aux autres figes non enfilées (mélange de plusieurs variétés) elles sont entassées dans des sacs en plastique ou en tissu. Pour une meilleure conservation, certains ménages leur ajoutent un additif qui est le plus souvent un des mélanges suivants:

- thym séché et broyé
- thym séché et broyé
- sel
- sel menthe sauvage séchée et broyée

Malgré ces précautions' on constate l'apparition de petits vers a l'intérieur des figes.

Les figes séchées ne rentrent dans aucune préparation culinaire. Elles sont consommées telles quelles surtout au mois de "Ramadan".

La durée de conservation varie selon les conditions de séchage et de stockage et peut aller jusqu'à un an.

b) Les raisins

Le séchage traditionnel des raisins a lieu en été' il permet de traiter le surplus des productions en vue de répartir sa consommation dans le temps.

Les raisins cueillis suffisamment mûrs, subissent un traitement qui d'après les agriculteurs (région de Fes Taounate) facilite le séchage.

Ce prétraitement consiste à tremper les grappes de raisins dans une solution (appelée "liane") dont la composition varie selon les ménages.

Méthodes de préparation de cette solution:

Dans un panier (couscoussier) placé sur un sceau, on mélange les cendres des branches de lantisque au son d'orge. On verse de l'eau sur ce mélange et on récupère le filtrat auquel on ajoute du sel et un peu d'huile d'olives.

On mélange la paille de fèves réduite en cendre avec de l'eau' du sel et de l'huile d'olives.

On mélange la chaux avec des cendres de pailles de fèves, de l'huile d'olives et de l'eau.

Les grappes de raisins sont trempées pendant quelques minutes dans l'une de ces solutions, puis exposées au soleil.

Après séchage, les raisins égrappés sont parfois enduits avec de l'huile d'olives, et conservés dans des sacs en tissu ou dans des pots en terre cuite.

La durée de conservation peut aller jusqu'à un an si les raisins ont été bien séchés et conservés dans de bonnes conditions, dans le cas contraire, on constate différents types d'altération:

- pourriture
- développement de moisissures
- fermentation

Les raisins secs ou "Zbib" sont utilisés comme garniture du couscous et peuvent entrer dans la préparation de tajines de viande ou de poulets (à la place des légumes). Ils sont également consommés tels quels en mélange avec d'autres fruits secs (figes, amandes, noix, dattes...).

c) Cas de figes de barbarie

On ne pratique le séchage que pour des fruits qui ont atteint un degré de maturité très avancé.

Il existe deux méthodes de préparation avant le séchage' la première consiste en l'enlèvement de l'écorce du fruit, la seconde consiste à découper le fruit en quatre morceaux égaux.

Le produit ainsi préparé est étalé sur la terrasse d'une maison ou bien sur le sol revêtu on général de feuilles de caroubier. La durée de séchage peut aller de 20 à 30 jours.

Le produit séché est conservé dans des sacs en jute ou en tissus pendant 4 à 6 mois au maximum.

Avant sa consommation (en hiver) il est imprégné d'huile d'argan ou d'olives.

Il est à signaler que le séchage des figues de barbarie n'était pratiqué que dans certains villages de la région du Bouse où l'approvisionnement en denrées était difficile en hiver. Actuellement cette pratique ont en voie de disparition.

LES LEGUMES

Le séchage des légumes est moins pratiqué, même dans le milieu rural, du fait de l'abondance de la production fraîche sur une grande période de l'année.

Cependant, le séchage de certains légumes demeure indispensable, c'est le cas des piments et poivrons rouges séchés et réduits en poudre et qui sont utilisés presque quotidiennement dans les préparations culinaires, comme colorant alimentaire.

MODE DE PREPARATION

On choisit des piments et poivrons bien mûrs et rouges, on leur enlève les grains et on les étale sur le sol avec la face interne exposée au soleil pendant quelques jours.

Ces piments et poivrons préséchés sont introduits dans un four chaud pour avoir une déshydratation complète, après l'on procède à leur broyage. Le surplus du piment broyé est vendu au souk. La partie destinée à l'auto-consommation est imprégnée dans de l'huile d'olives et du sel et conservée dans un bocal fermé hermétiquement.

LES ALTERATIONS

Les altérations ayant été observées dans les piments en poudre sont:

l'apparition de moisissures à cause de l'humidité' la poudre prend un aspect filamenteux;
le changement de couleur' si on ne met pas la poudre à l'abri de l'air.

CAS DES PLANTES AROMATIQUES (Menthe, menthe sauvage, thym' verveine ...)

Les plantes sont récoltées au stade de la floraisons On forme des petits bouquets qu'on suspend le long d'un fil.

Le séchage a lieu à l'ombre et peut durer de 4 a 5 semaines jusqu'à déshydratation complète.

Après séchage, on applique un léger broyage à la main pour séparer les feuilles des tiges. Ces dernières sont écartées et seules les feuilles séchées sont conservées dans dos petite sacs en plastique. La durée de conservation peut aller jusqu'à un an.

UTILISATION

menthe séchée : préparation du thé à la menthe

thym séché : usage thérapeutique (diarrhée' maladies digestives ...)
menthe sauvage: aromatisant utilisé:
dans le café
lors du stockage des figues séchées

L'INTERET DE RELANCER ET D'AMELIORER LE SECHAGE TRADITIONNEL

Autrefois, un grand nombre de produits agricoles ont été conservés par séchage traditionnel. Actuellement ce séchage n'est appliqué qu'à de petites quantités au sein des ménages en vue de l'autoconsommation' et très rares sont les produits traités par le séchage et destinés à la commercialisation.

Le déclin de ce mode de conservation est essentiellement dû aux altérations que subit le produit séché au cours du stockage (développement des moisissures, infestation par insectes, etc ...) à cause des mauvaises conditions de séchage et de conservation.

On peut donc envisager d'améliorer cette technique de conservation par l'introduction de procédés aussi simples (tel que le séchage solaire amélioré) mais plus sûrs que les méthodes artisanales et moins coûteux que les procédés utilisés dans l'industrie.

L'amélioration et l'extension du séchage tout en contribuant à la valorisation d'un certain nombre de produits agricoles mal utilisés ou peu employés permettront:

- Le maintien du niveau de production de certains produits' dont le Maroc était grand producteur et dont il est devenu importateur' c'est le cas de certains fruits séchés notamment les raisins et les pruneaux;
- de procurer aux agriculteurs pratiquant le séchage un revenu supplémentaire;
- de mettre à la disposition des consommateurs les aliments connus comme traditionnels, qu'ils apprécient mais qu'ils ne peuvent élaborer eux-mêmes;
- l'implantation dans le milieu rural d'unités semiindustrielles de séchage et de conditionnement permettra de créer des emplois nouveaux pour les gens sans qualification, ce qui résoudra au moins en partie le problème du chômage et freinera l'exode rural vers les villes.

ACTIONS ENTREPRISES POUR L'AMELIORATION DU SECHAGE TRADITIONNEL

Le séchage traditionnel des fruits et légumes (comme on vient de le voir à travers les exemples précédents) est pratiqué de façon rudimentaire sans aucun traitement préalable ni protection du produit au cours du séchage et du stockage, ce qui aboutit à des produits dont la conservation est difficile à maintenir.

Ces résultats médiocres obtenus par la plupart des agriculteurs proviennent essentiellement des causes suivantes:

la récolte

- mélange de variétés différentes
- mélange de produits à des degrés de maturité différents

le transport sur les lieux de séchage se fait en vrac dans des sacs ou à dos d'âne, où l'entassement se traduit par l'écrasement des fruits les plus mûrs

le séchage: les aires de séchage sont le plus souvent en terre battue, revêtue par des branchages ou du plastique.

Le produit est étalé sur ces aires sans triage ni traitement préalable.

Le séchage qui dure plusieurs jours suivant la température ambiante est irrégulier et donne des résultats non satisfaisants. En effet' la masse de produit à sécher est très hétérogène du fait des différences de variétés, de maturité et de grosseur.

De plus, il n'y a aucune protection du produit contre les intempéries, les poussières et les insectes qui y trouvent un aliment de choix et y pondent leurs oeufs.

Ainsi si on désire obtenir des produits séchés de meilleure qualité, il est indispensable de respecter les conditions suivantes:

La récolte

Les produits destinés au séchage doivent être bien mûrs, intacts et non écrasés, leur livraison au chantier de séchage doit être immédiate pour éviter le début d'éventuelles fermentations.

Le transport

Il doit être effectué dans de bonnes conditions pour éviter les écrasements. Il serait même préférable d'opérer le séchage sur les lieux de récolte.

Le triage

Le triage aurait pour rôle d'éliminer les produits écrasés ou non mûrs Les écarts de triage peuvent être séchés séparément puisqu'ils donnent un produit de moindre qualité.

Le calibrage

La durée de séchage est proportionnelle a la grosseur du fruit sans le calibrage, le séchage serait irrégulier.

Lavage - traitement

Le produit étant poussiéreux, il faut procéder a un lavage par trempage à plusieurs reprises dans de l'eau.

Un traitement dans une solution adéquate (cas des figes: solution bouillante de chlorure de sodium et de métabisulfite de potassium) permet outre la destruction des parasites adhérents au produit, d'accroître l'allure du séchage.

Le séchage

Pour éviter les altérations du produit pendant le séchage, il faut assurer sa protection contre:

les attaques d'insectes

les poussières

les condensations et rosées nocturnes ou matinales, qui provoquent une réhumidification partielle du produit.

Le respect de ces conditions nous amène à concevoir des séchoirs solaires pouvant éviter les inconvénients liés au séchage solaire traditionnel, et améliorer les conditions de séchage. Les expériences qui ont été menées ont montré que le séchage solaire réalisé dans les conditions adéquates, aboutissait a une production d'une bonne valeur marchande pouvant améliorer le revenu des agriculteurs et la valeur nutritive des produits auto-consommés. Il apparaît donc important d'encourager les agriculteurs à l'utilisation de séchoirs solaires. Toutefois' les séchoirs à proposer doivent être d'un coût réduit, facile a transporter et à entretenir et d'une conduite très simple.

C'est dans ce cadre général que s'inscrit l'action menée actuellement par les différents établissements intéressés par le séchage solaire :

Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) en collaboration avec l' Ecole d'Agriculture de Temara expérimente un four solaire avec panneau réfléchissant orientable et concentrateur parabolique fixe, pour le séchage des produits exigeants des températures assez élevées (supérieures a 60°C).

Ce four pourra être utilisé en Agriculture pour le séchage de produits tels que les pulpes de betteraves' les fourrages. (Luzerne . .) dont le coût actuel de séchage est onéreux.

Le Département de Technologie Alimentaire de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II mène en

collaboration avec la Direction de la Production Végétale (DPV) et la Société de Développement Agricole (SODEA) des expériences et recherches pour la mise au point :

d'un prototype de séchoir solaire à claies, de conception et de fabrication simples et de conduite facile;
des conditions optimales de prétraitement et de séchage pour différentes catégories de fruits et légumes' en particulier des abricots.

Le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire (M.A.R.A.) a lancé en 1981, dans le cadre du plan quinquennal 1981-1985, un programme de développement du séchage solaire amélioré en milieu rural.

Ce programme touche dans un premier temps deux régions du Maroc, la région d'Al Hoceima et la région de Chefchaouen, compte tenu de l'importance de la production du figuier et du prunier dans ces régions et de l'expérience acquise par les agriculteurs dans le domaine du séchage solaire traditionnel.

Ce programme consiste en la réalisation d'une unité de traitement et de conditionnement de fruits séchés' dans chacune des régions.

Ces unités se chargeront des opérations suivantes :

la réception et le stockage de figues et/ou de prunes séchées;
le triage : cette opération permet de classer les fruits en deux ou trois catégories (qualité extra, qualité standard et qualité inférieure);
la désinsectisation : tous les fruits subiront avant leur emballage une désinsectisation au bromure de méthyle ou l'oxyde d'éthylène;
conditionnement - emballage : les fruits seront emballés en conditionnement divers pour répondre à la demande de consommateurs individuels et de collectivités;
traitement de fruits de qualité inférieure : les figues de qualité dite inférieure seront transformées en pâte puis découpées en baguettes. Ces dernières seront soit enrobées de chocolat soit enveloppées avec une feuille de pâte de farine et cuites (biscuits fourrés).

Chaque unité de traitement et de conditionnement de fruits séchés sera approvisionnée par l'intermédiaire de cinq autres centres de collecte de fruits répartis à travers la région.

Ces centres de ramassage, conçus pour être des centres de mise en valeur agricole seront dotés de moyens et d'équipements nécessaires à leur bon fonctionnement : (chambre de fumigation, magasin, bureau, logement pour le chef du centre, équipements de prétraitement de fruits frais, séchoirs solaires, etc...).

Autour de chaque centre, les agriculteurs seront groupés en coopération et seront intéressés à la gestion du centre. Le centre de collecte mettra à la disposition des agriculteurs adhérents à la coopérative les moyens adéquats pour le séchage des fruits' les caisses pour la livraison des fruits séchés et prodiguera aux agriculteurs les conseils techniques quant au mode et à la conduite du séchage solaire. Il se chargera également de réceptionner les quantités de fruits requises et d'assurer le stockage temporaire et la désinsectisation des fruits séchés.

Les agriculteurs devront à l'inverse réaliser le séchage des fruits suivant les indications du centre et confier la vente de la production au centre qui paiera cette production pour le compte de l'unité de conditionnement à la livraison.

Le prix de vente sera fixé à la veille de chaque campagne en présence des agriculteurs' des représentants du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, des autorités locales et des représentants de l'unité de conditionnement.

Au prix moyen sera appliqué une prime ou un prélèvement pour tenir compte de la qualité des différents lots.

CONCLUSIONS

De part ses conditions climatiques (ensoleillement intense' longue durée d'ensoleillement pendant la période de récolte des principaux produits, faible hygrométrie de l'air, etc ...) et la nature des produits susceptibles d'être séchés (la plupart des produits mûrissent à une période où les conditions climatiques sont très favorables' fort pourcentage

de matière sèche à la maturité' etc...); Le Maroc présente un potentiel considérable pour l'application de l'énergie solaire au séchage des produits agricoles.

Les différents projets en cours de réalisation pour le séchage solaire des produits agricoles montrent l'importance qu'accorde le Maroc au développement de ce type de séchage.

Ces projets ne constituent qu'une première étape d'un programme qui vise à généraliser le séchage solaire dans le milieu rural pour la plupart des produits agricoles susceptibles d'être déshydratés.

Cependant, ce mode de séchage ne peut connaître une large diffusion que si d'une part les technologies proposées s'adaptent bien aux besoins et aux possibilités des agriculteurs qui en sont les utilisateurs potentiels et si d'autre part, l'accroissement de la production qui en découle engendrera un surplus au niveau des agriculteurs.

OPERATIONS DE TRAITEMENT DES FRUITS AVANT LE SECHAGE

CAS DES FIGUES

a) Triage - calibrage - lavage

Un triage manuel devra supprimer tous les fruits non consommables, bles, de mauvaise présentation, peu mûrs ...

Le calibrage permettra la séparation des fruits en deux ou trois catégories selon la grosseur.

Les fruits étant poussiéreux, on procède à leur lavage par trempage à plusieurs reprises dans l'eau.

b) Traitement

Il consiste en un trempage dans une solution bouillante de chlorure de sodium (40 g de sel/litre) et de métabisulfite de potasse (5 g/l) : 8 à 10 plongées successives (50 à 60 secondes).

Ce traitement permet d'obtenir les résultats suivants :

- Nettoyage des fruits encore sales
- Destruction de parasites externes
- Craquelure de l'épiderme des figues, ce qui augmente l'allure du séchage
- Coagulation des sucres des fruits; le sel ajouté à l'eau empêche la perte des sucres par osmose
- Destruction ou blocage des diastases responsables de brunissement sous l'effet du SO₂ libéré par la métabisulfite.

CAS DES PRUNES

Les différentes opérations sont assez semblables à celles réalisées pour les figues.

Le traitement des prunes consiste en un trempage dans une solution de soude pendant 12 à 15 secondes dont le but est de fendiller la peau du fruit pour faciliter le séchage (2 ou 3 plongées dans une solution à 40 grammes de soude par litre).

Un rinçage de 10 à 15 secondes doit suivre l'ébouillantage.

Chapitre Matériel

Four de séchage statique à charriots

Par société AXiOMA2013-04-07

Séchage en four statique

Le séchage en four statique est effectué lorsque les durées de séchage sont importantes, contrairement au séchage en four continu, qui est réalisé dans le cas de produits à séchage rapide. C'est notamment le cas des prunes et des abricots, qui exigent des temps de séchage prolongés. Afin d'améliorer la rentabilité du four à charriot, on l'utilise en complément pour le séchage d'autres produits, tels que piments, quartiers de tomates, raisins sultan, tranches de pommes et de champignons (traités à l'acide citrique), etc...

Préparation des produits

Selon la quantité de produit à traiter, on pourra installer en amont du four une ligne de réception et lavage; ceci est particulièrement important dans le cas des prunes qui doivent être décirées. Si l'on souhaite dénoyauter les prunes ou les abricots, ceci doit être fait dans un délai précédent le démarrage du cycle de séchage, et l'on aura par conséquent recours à une machine à poinçon à haute cadence, d'une capacité d'environ 500 kg de fruits par heure en fonction de la taille des fruits, qui ne devront toutefois pas être trop mûrs. La même machine servant à dénoyauter les fruits peut également les couper en moitiés.

Fonctionnement des séchoirs

Les fours statiques peuvent être dimensionnés pour accueillir un nombre pair de 2 à 8 charriots, soit 2, 4, 6 ou 8 charriots. Les fruits entiers ou demi-fruits sont chargés manuellement sur des claies en matériau plastique alimentaire, qui sont à leur tour introduites dans les charriots. Les charriots sont alors introduits manuellement dans le four, à l'intérieur duquel la température est contrôlée avec une grande précision.

On applique de plus un mouvement alternatif de l'air avec inversion de sens à intervalles réguliers afin d'obtenir une qualité de produit supérieure; car en effet, si le flux d'air s'effectue toujours dans le même sens, le séchage des fruits n'est pas homogène selon leur position sur la claie ou le charriot.

Séchage en four statique à charriots

Le four étant fournis avec un jeu de charriots complémentaires, le produit frais peut être préparé pendant la fin du cycle de séchage en cours; de cette façon, le four fonctionne sans interruption, car on introduit les charriots chargés de produit séché juste après l'extraction manuelle des charriots chargés de produit frais.

Énergie

Le four fonctionne soit avec une chaudière à fuel ou gazoil, soit à l'électricité (sans différence de prix); il peut également être équipé de chauffe-eau solaires thermiques montés sur le toit du four afin d'apporter un complément d'énergie dans les zones fortement ensoleillées..

Le four est équipé d'un radiateur (échangeur de chaleur) pour chauffer l'air à l'aide de vapeur, le séchage s'effectuant par air chaud de manière indirecte.

Capacité des fours

Chaque claie de 600x600 mm porte environ 3,5 kg de prunes ou d'abricots. Un charriot à 19 étages de 1200x1200 mm portant 4 claies par étage, comporte donc 76 claies. La charge totale est donc de 76 claies x 3,5 kg = 266 kg de produit frais par charriot.

La capacité des fours en produit frais est donc approximativement la suivante :

Schéma du four

- 2 charriots : 532 kg
- 4 charriots : 1064 kg
- 6 charriots : 1596 kg
- 8 charriots : 2128 kg

Durée de cycle (cas des prunes et abricots)

Abricots : Les durées de séchage sont de 12 à 16 heures pour les abricots, mais généralement on utilise des abricots de petite taille pour lesquels la durée de séchage est de 12 heures. Comme le °Brix passe de 11-12 à 82-83, on obtient environ 140 kg d'abricots secs à partir de 1 tonne d'abricots frais.

Prunes : Dans le cas des prunes, la durée de séchage est plus longue, de 24 heures si l'humidité est faible, et jusqu'à 30 heures pour des produits plus humides, ceci afin de ne pas brûler les fruits. Comme on passe de 15 à 82°Bx, on obtient environ 180 kg de pruneaux secs à partir d'une tonne de fruits frais.

Commercialisation des abricots et pruneaux secs

Les fruits séchés sont mis en caisse et stockés en froid positif.

Pour la commercialisation, les abricots sont conditionnés sans traitement préalable. Par contre, dans le cas des pruneaux, on doit effectuer une réhydratation dans un bain d'eau chaude préalablement à l'ensachage. Cette opération, qui est effectuée durant l'intersaison, est réalisée à l'aide du même dispositif que celui servant au décirage des prunes, et ne nécessite donc pas d'investissement supplémentaire.

Après réhydratation, les pruneaux ont un brix de 75°, ce qui correspond à 200 kg de pruneaux par tonne de fruit frais.

Comparaison de la surface utile totale

Prenant l'exemple d'un four à 4 charriots, les données sont les suivantes :

- Surface utile d'un plateau : 600 x 600 mm = 0,36 m²
- Surface utile totale 0,36 m² x 76 claies x 4 charriots = 110 mètres carrés.

Pour obtenir la même surface utile, il faudrait un tunnel à tapis de 2 mètres de large sur ...55 mètres de long !

En comparaison, un four à 4 charriots mesure environ 5 mètres sur 3 mètres.

En raison de la durée de séchage requise, l'utilisation de fours de séchage à charriots est donc la seule solution valable dans le cas de produits tels que les abricots, ou les pruneaux.

En conclusion

La technologie de séchage en four à charriot présentée dans cet article est appréciée en raison des critères suivants :

- la faible consommation d'énergie des fours
- le mouvement de l'air alternatif, donnant un produit de meilleure qualité
- le rapport performance / coût de fonctionnement

Veuillez nous contacter pour obtenir de plus amples informations ou demander un devis 2172 20 63 42 10

LES TUNNELS DE SECHAGE.

http://www.finagaz.fr/cms/site/file/PDF_fr_pro_2-1-2-2_agriculture_prunes.pdf

Séchage : Prunes

Le séchage des prunes : Le séchage s'effectue dans des tunnels à séchage continu puissamment ventilés ou dans des fours cellules.

Tunnel à séchage

Acheter nos produits
Le travail du pruneau
Actualités
Contact

Mon panier (aucun produit)
Le travail du pruneau
Le travail du pruneau

Dsc00439 Dsc_2867 Dsc_2857 Dsc_2864

LA RECOLTE DES PRUNEAUX

Elle démarre en général autour du 15 Août et dure environ 1 mois.

En fait il faut que la Prune d'Ente soit mûre et pour apprécier sa maturité on utilise un réfractomètre ; celui-ci permet d'apprécier la richesse en matière sèche de la pulpe (mesurée en °Brix, c'est-à-dire en pourcentage de saccharose). Cette mesure donne une évaluation précise du rendement que l'on obtiendra lors d'un séchage à 23% d'humidité maximum pour le pruneau.

Ainsi pour un indice lu de 24°Brix il faudra 3kg de prunes d'ente pour faire 1kg de pruneau

Pour un indice lu de 13°Brix il faudra 5kg de prunes d'ente pour faire 1kg de pruneau,

Pour un indice lu de 35°Brix il faudra 2,4kg de prunes d'ente pour faire 1kg de pruneau ;

On privilégie donc la récolte de fruits mûrs (autour de 24°Brix) sur l'exploitation.

Sur l'exploitation on pratique la récolte manuelle et la récolte mécanique. La récolte mécanique se fait grâce à une « corolle » ou « parapluie renversé ».

Dès que des prunes d'ente sont tombées on les ramasse, fruit par fruit, avec un seau. Aussitôt derrière la « corolle » attelée au tracteur se déploie autour de l'arbre, le vibreur se cale sur le tronc et le secoue mécaniquement pendant quelques secondes.

Les fruits tombés sont stockés au fond de la corolle dans des bacs. Quand les bacs sont pleins on vide les fruits grâce à des trappes dans des palox (grosse caisse en bois).

LE SECHAGE DES PRUNEAUX

C'est l'opération qui consiste à déshydrater la Prune d'Ente pour en faire un pruneau.

Il s'agit d'extraire du fruit, à l'aide de chaleur et de ventilation, l'eau qui nuit à sa bonne conservation, et de favoriser un début de cuisson pour lui donner son parfum spécifique.

L'opération doit se dérouler dans les délais les plus brefs : 16 à 24 heures ; elle visera à conserver l'arôme et la couleur interne du fruit, en évitant sa caramélisation. Pour cela, la température interne du fruit ne doit pas dépasser lors du séchage 73°C.

Après séchage, et pour s'assurer d'une bonne conservation, la Prune d'Ente séchée doit avoir une humidité résiduelle comprise entre 21 et 23%..

Nous utilisons 2 tunnels à contre-courant : la progression des chariots de prunes se fait en sens inverse du courant d'air chaud. On introduit un chariot de prunes fraîches, chaque fois qu'un chariot de pruneaux est sorti à l'autre extrémité.

LE CALIBRAGE DES PRUNEAUX

A la fin du séchage, les pruneaux sont enlevés des claies grâce à un déclayeur ; ils sont alors triés à la main afin d'écartier les fruits tâchés, abîmés, ou bien ceux qui ne seraient pas assez cuits.

A la fin de la récolte et du séchage on procède au calibrage mécanique. Les fruits sont calibrés puis stockés dans des palox revêtus de grandes poches en polyéthylène alimentaire. Ils sont ensuite stockés à l'abri de la lumière et à une température et une hygrométrie constante.

LA REHYDRATATION DES PRUNEAUX

Dès la fin Septembre, on procède à la réhydratation des pruneaux. On immerge le pruneau sec dans un bac d'eau chaude jusqu'à ce qu'il atteigne 35% d'humidité conformément à la législation.

Dès qu'ils sont réhydratés, on les trie à nouveau un par un, car il y a toujours un pruneau abîmé ou tâché qui nous aura échappé lors des étapes précédentes.

Là, nous le conditionnons soit en sachet sous vide soit en vrac.

Le calibre des pruneaux est défini par le nombre de fruits par 500 gramme. On distingue ainsi différents calibres dont :

Le Géant 33/44 : de 33 à 44 pruneaux par 500g

Le Super-géant 28/33 : de 28 à 33 pruneaux par 500g

Tous les petits pruneaux nous servent à fabriquer la crème de pruneaux ; les prunes d'ente abîmées au moment de la récolte sont stockées dans des fûts et serviront à faire de l'eau de vie dans l'hiver.

Afin d'éviter toute adjonction de conservateur dans nos pruneaux, nous les pasteurisons.

© 2015 - Pruneaux Cabos | Conditions générales de vente | Mentions légales | Contact | Vertus des Pruneaux
L'abus d'alcool est dangereux pour la santé, à consommer avec modération.

Une réalisation Keldelice.com

cc

Pruneau d'Agen

[Retour accueil](#)

[Version anglaise](#)

[Acces au menu](#)

[Les Pruneaux d'Agen ça vous va bien](#)

[Jouez avec le pruneau d'Agen](#)

[Galerie photos](#)

<#>

[Compagnie des chevaliers du pruneau d'Agen](#)

La production du pruneau d'Agen

[La plantation](#)

[La taille](#)

[La pollinisation](#)

[L'irrigation](#)

[La récolte](#)

[Le séchage](#)

[La triage](#)

[Le stockage sur l'exploitation](#)

Ce fruit de terroir, qui fait partie du patrimoine agricole du Sud-Ouest depuis plusieurs siècles, requiert une attention de tous les instants. De la prune d'Ente au Pruneau d'AGEN, le chemin est long pour obtenir cette gourmandise à la pulpe fine, souple et savoureuse que l'on surnomme "l'Or noir d'Aquitaine".

[La plantation d'un verger](#)

[Vidéo](#)

Après un piquetage minutieux du terrain les jeunes scions sont plantés au cordeau dans le futur verger. Ce dernier

est assimilable à un damier dans lequel les arbres sont suffisamment espacés pour permettre leur développement harmonieux et le passage des machines. Chaque arbre possède un certificat qui consacre la variété et l'état sanitaire de l'arbre. Des protections évitent à l'arbre de subir les attaques des lapins et cervidés.

La taille des pruniers

Vidéo

Pour obtenir de belles prunes, il faut tailler les pruniers dès leur jeune âge pour les former (taille de formation) puis tous les ans pour que chaque fruit bénéficie du maximum de soleil à la belle saison (taille de fructification). C'est durant l'hiver que le pruniculteur taille ses arbres. On estime à 100 heures minimum de travail par hectare le temps passé à cette opération importante. Qu'elle soit de "formation" ou de "production", la taille est une opération délicate qui demande le plus grand soin.

En réduisant le volume des branches, la taille :

- Permet d'assurer la formation de l'arbre et élimine les pousses inutiles.
- Permet au soleil de mieux pénétrer l'arbre et assure la maturité des fruits en même temps qu'un bon état sanitaire.
- Diminue le nombre de fruits et favorise une production plus homogène, de meilleure qualité (fruits de gros calibre) et d'un meilleur rendement.
- Facilite la réalisation des traitements, augmente leur efficacité à quantité égale et permet de limiter leur nombre

La pollinisation

Vidéo

Avec l'arrivée du printemps, le climat se réchauffe. C'est le moment de la floraison. Les insectes pollinisateurs vont entrer en scène. Les apiculteurs déposent leurs ruches dans les vergers pour favoriser cette étape cruciale qui conditionne la récolte future.

L'irrigation

Vidéo

La correcte nourriture des arbres et des fruits passe aussi par un apport régulier en eau. L'irrigation vient parfois pallier les caprices de la nature. Des mécanismes modernes de micro aspersion et une planification des périodes d'arrosage garantissent une parfaite gestion des ressources en eau en fonction des besoins des arbres.

La récolte des prunes

Vidéo

Un bon pruneau c'est d'abord une prune récoltée à pleine maturité.

La récolte se fait traditionnellement entre mi-août et mi-septembre quand la prune arrive à pleine maturité et que se produit la chute naturelle des fruits ou celle provoquée par un léger secouage de l'arbre.

Aujourd'hui, une autre technique est aussi employée pour décider du meilleur moment pour récolter : on recueille quelques gouttes de jus dans un appareil appelé réfractomètre. Celui-ci détermine le taux de sucre contenu dans la prune. Lorsque ce taux est optimum, la récolte peut commencer.

Pour ne récolter que les fruits les plus mûrs il faudra en moyenne 3 à 4 passages sur chaque parcelle.

La récolte peut être mécanique ou manuelle.

De nos jours le ramassage mécanique, plus rapide, plus productif et garant d'une plus grande qualité des fruits récoltés (taux de fruits éclatés ou fendus plus faibles) est le plus répandu. Toutefois, la cueillette manuelle est souvent utilisée en complément de la récolte mécanique. Une personne ramasse entre 80 et 120 kg à l'heure, qu'elle dépose dans des paniers. Chaque arbre peut produire jusqu'à 100 kg de fruits

Le séchage

Vidéo

C'est l'opération qui consiste à déshydrater la prune d'Ente, pour la transformer en pruneau.

Une fois récoltées, les prunes d'Ente sont transportées sur l'exploitation, où elles seront successivement lavées, triées (pour éliminer les fruits de mauvaise qualité) et calibrées par taille, en lots homogènes.

Elles seront ensuite étendues sur des claies (grilles fines en acier inoxydable alimentaire montées sur des cadres en bois) en vue de leur séchage. C'est l'étape de l'enclayage. Ces claies sont ensuite empilées sur des chariots qui seront placés dans les tunnels pour le séchage.

Puissamment ventilés, ces tunnels permettent de sécher en un seul passage jusqu'à 11 tonnes de prunes par jour. Il faut entre 3 et 3,5 kg de prunes d'Ente fraîches pour obtenir, après séchage pendant 20 à 24 heures dans des fours chauffés entre 70 et 80 °C, 1 kg de pruneaux d'Agen dont le taux d'humidité ne peut dépasser 23 %.

Le triage

Après le séchage, l'opération de tri est très importante, car elle permet d'écarter les fruits fendus, blessés ou tachés et les fruits mal séchés. Cette opération s'effectue généralement à la main, sur des tapis de triage ou sur les claies de séchage avant le stockage.

Le stockage sur l'exploitation

Les pruneaux seront stockés sur l'exploitation en attendant d'être vendus aux transformateurs chargés de leur commercialisation. Le stockage s'effectue dans des palox (casse-palette en bois) garnis de grandes poches en polyéthylène alimentaire. Ceux-ci sont ensuite placés dans des locaux appropriés, de préférence à l'abri de la lumière, à hygrométrie et température constantes.

Haut de page

Vidéo

Voir toutes les vidéos

#

Amuse bouche au saumon

Votre allié santé

A chacun son pruneau

Composition et bienfaits nutritionnels

Le pruneau dans l'alimentation des sportifs

De la prune d'Ente au pruneau d'Agen

Histoire du pruneau d'Agen

La production du pruneau d'Agen

- La transformation du pruneau d'Agen
- L'indication géographique protégée
- Le pruneau d'Agen en cuisine
 - Conseils et astuces
 - Témoignages de chefs
- Recettes
 - Amuse-bouches
 - Entrées
 - Plats de viande
 - Plats de poisson
 - Desserts
 - Petit-déjeuner
 - Confiseries
 - Cocktails
 - Recettes des Internautas
 - Proposez votre recette
- La filière pruneau d'Agen
 - Organisation
 - Chiffres clés
 - Les entreprises de transformation

Pruneau d'Agen

[Retour accueil](#)

[Version anglaise](#)

[Acces au menu](#)

[Les Pruneaux d'Agen ça vous va bien](#)

[Jouez avec le pruneau d'Agen](#)

[Galerie photos](#)

<#>

[Compagnie des chevaliers du pruneau d'Agen](#)

Organisation

Le Pruneau d'Agen doit son succès non seulement à ses qualités intrinsèques, à la passion des producteurs et au savoir-faire des transformateurs mais aussi à son organisation interprofessionnelle qui met en relation les différents acteurs de la filière. Centrée dans le Lot-et-Garonne (96% de la production est située dans le Sud Ouest de la France), cette dernière représente un dynamisme économique certain pour la région. Ce bassin de production constitue la zone de l'IGP Pruneau d'Agen depuis 2002

Schéma

Le Bureau national Interprofessionnel du Pruneau

Logo BipB.I.P. a pour but de maintenir une concertation constante entre les partenaires du marché du pruneau que sont les producteurs et les entreprises de transformation. Il est financé par des cotisations volontaires prélevées auprès des organisations de producteurs et des transformateurs.

Ses missions s'articulent autour des axes suivants :

- La représentation de la filière auprès des services officiels

- La définition et le contrôle d'application de l'accord interprofessionnel

- La normalisation du produit

- Le développement de l'image et de la notoriété du pruneau d'Agen

- La recherche technique appliquée et sa vulgarisation auprès des adhérents

- La collecte et l'analyse des éléments statistiques relatifs au marché du pruneau

La veille scientifique et le développement des qualités nutritionnelles du pruneau d'Agen

L'analyse en laboratoire des paramètres qualitatifs du pruneau

Visuel pruneaux

Haut de page

Vidéo

Voir toutes les vidéos

#

Brochettes de Pruneaux

Votre allié santé

A chacun son pruneau

Composition et bienfaits nutritionnels

Le pruneau dans l'alimentation des sportifs

De la prune d'Ente au pruneau d'Agen

Histoire du pruneau d'Agen

La production du pruneau d'Agen

La transformation du pruneau d'Agen

L'indication géographique protégée

Le pruneau d'Agen en cuisine

Conseils et astuces

Témoignages de chefs

Recettes

Amuse-bouches

Entrées

Plats de viande

Plats de poisson

Desserts

Petit-déjeuner

Confiseries

Cocktails

Recettes des Internautes

Proposez votre recette

La filière pruneau d'Agen

Organisation

Chiffres clés

Les entreprises de transformation

Actualités et traditions

Compagnie des chevaliers du pruneau d'Agen

Galerie photos et illustrations

Photos d'ambiance

Photos d'autrefois

Production

Transformation

Pruneaux

Vergers

Recettes

Prunes

Branches de prunier

(début campagne
: 1
er

Septembre)

44 787 t

28 495 t

66 688 t

61 278 t

50 312 t

USA

(début campagne
: 1

er

Août)

88 923 t*

180 777 t

193 121 t

158 164 t

155 246 t

Italie

(début campagne
: année civile

)

1 700 t

1 500 t

(1997)

1 660 t

(1996)

1 257 t

(1995)

1 529 t

Total hémisphère Nord

135 410 t

210 772 t

261 469 t

220 699 t

207 087t

Argentine

(début campagne
: 1

er

Février)

6 000 t*

10 400 t

8 000 t

8 000 t

8 100 t

Chili

(début campagne
: 1

er

Mars)

10 000 t

20 610 t

16 500 t

16 750 t

15 965 t

Afrique du Sud
(début campagne
: 1
er

Avril)
1 300 t
2 300 t
1 600 t
2 100 t
1 825 t

Australie
(début campagne
: 1
er

Mars)
3 470 t
3180 t
3 950 t
4 100 t
3 675 t

Total hémisphère Sud
20 770 t
36 490 t
30 050 t
30 950 t
29 565 t

Total monde
156 180 t
247 262 t
291 519 t
251 649 t
236 652 t

(*) prévisions

2) La production française

Production moyenne des 3 dernières années

: 165 000 tonnes de prunes d'

Ente fraîches.

Remarque

:

il faut en moyenne 3,5 kg de prunes d'Ente fraîches pour obtenir, après séchage à température et hygrométrie contrôlée, 1 kg de pruneaux d'Agen. Avec 175000 tonnes de prunes d'Ente fraîches on obtient donc en moyenne 50000 tonnes de pruneaux par an.

Superficie

du verger français :

Surfaces plantées

: 14 000 hectares

Surfaces en production

: 10 670

hectares

Répartition par zone de production

:

Lot-et-Garonne

:

65 %

Dordogne

:

8 %

Gironde

:

7 %

Tarn et Garonne

:

6 %

Gers

:

5

%

Lot

:

4 %

Total Sud-Ouest 95 %

Aude, Hérault, Gard, Corse

: 5 %

Emploi

:

Nombre de producteurs

: 2 400

En France, plus de 20 000 personnes vivent directement ou indirectement du pruneau d'Agen.

Superficie moyenne par exploitation

:

6 hectares

.

II – LA CULTURE DU PRUNIER D'ENTE

(Pour tout complément éventuel d'information, contacter le Service Technique du B.I.P. – 2, rue des Magnolias – BP 130 47303 Villeneuve sur Lot cedex – tél.- 05 53 41 55 55).

1)

Le prunier d'Ente

:

Nom

:

PRUNUS DOMESTICA

Famille

:

ROSACAE

Caractéristiques

:

Le prunier d'Ente est issu, autant qu'on peut l'affirmer, d'une hybridation naturelle. Les grands-parents seraient Prunus cerasifera (myrobolan) croisé

avec Prunus

spinosa (Prunellier épineux). Il a été avancé que le nom de «

prunier

d'Ente

» viendrait du verbe «

ENTER

», en vieux français qui signifie GREFFER mais

d'autres noms ont aussi été utilisés

: prunier DATEL, prunier DATTE, prune ROBE DE

SERGEANT, prunier d'ANTE, mais ce n'est qu'à partir de 1815 que l'on trouve couramment l'appellation PRUNIER D'ENTE.

quinconce, ce qui donne aux vergers de pruniers, un aspect très soigné, particulièrement

esthétique.

2.4 La plantation proprement dite

:

Après avoir creusé les trous à la pelle-bêche, on plante soit des porte-greffes qu'il faudra greffer en place (cette méthode est peu utilisée car elle demande trop de soins au cours des deux premières années), soit des plants déjà greffés en pépinière

:

solution qui assure une meilleure régularité du verger, un gain de temps, une meilleure sélection des plants. (C'est la solution adoptée par la quasi totalité des pruniculteurs).

3) Les travaux sur le verger

:

3.1 La taille

:

C'est durant l'hiver que le pruniculteur taille ses arbres. On estime à 100 heures minimum de travail par hectare le temps passé à cette opération importante. En réduisant le volume des branches, la taille

:

β permet d'assurer la formation de l'arbre et élimine les pousses inutiles.

β

permet au soleil de mieux pénétrer l'arbre et assure la maturité des fruits en même temps qu'un bon état sanitaire.

β

diminue le nombre de fruits et favorise une production plus homogène, de meilleure qualité (fruits de gros calibre) et d'un meilleur rendement.

β

facilite la réalisation des traitements et augmente leur efficacité.

La taille des troncs dite « en demi-tige

» (tronc de 0,80 m à 1,20 m) est la plus utilisée actuellement car elle s'adapte bien aux techniques culturales modernes (récolte mécanique, par exemple). Les troncs en «

haute tige

»

atteignent 1,50

à 1,80 m au-dessus du sol. Les

troncs en «

basse tige

» ne dépassent pas 0,40 m.

Qu'elle soit de «

formation

» ou de «

production

», la taille est une opération délicate quasiment artistique qui demande le plus grand soin

:

* la taille de formation du prunier

:

c'est une opération fondamentale et délicate à laquelle il faut apporter le plus grand soin. Elle prépare l'arbre à la production qui n'interviendra que la sixième année.

* la taille de fructification

:

elle doit permettre une bonne aération de l'arbre, la production de fruits gros, bien ensoleillés, ayant un taux maximum de sucre et un bon rendement au séchage.

3.2 Les traitements dans le verger

Les exigences du consommateur quant à l'aspect et à la qualité du produit, la nécessité pour le pruniculteur d'obtenir une production régulière et des rendements élevés ont rendu indispensable la lutte contre les parasites du prunier.

La mise en place progressive des programmes de lutte intégrée permet de limiter l'utilisation de produits agressifs. Elle nécessite une longue observation du verger, une bonne connaissance des ravageurs, de leur biologie, de leur importance économique et des moyens de lutter contre eux.

Elle permet de ne traiter qu'à bon escient et dans les meilleures conditions si le seuil de destruction des parasites est atteint et donc, en définitive, d'être plus rentable.

L'efficacité d'un traitement dépend d'un ensemble de facteurs tels que

β
La connaissance parfaite du parasite et de son évolution,

β
Le choix du produit et des doses à appliquer,

β
La compatibilité des différents produits entre eux,

β
La date du traitement en tenant compte du stade de développement du parasite, de celui du végétal, des conditions climatiques, du produit utilisé.

β
La technique utilisée dans l'application des traitements.

III – DE LA PRUNE AU PRUNEAU

1) La récolte

Lorsque la prune est mûre, sa couleur est pourpre violet foncé sur fond bleuâtre. Sa peau fine et ferme se détache bien de la chair jaune qui est tendre, juteuse et sucrée. Elle est prête à être récoltée.

La récolte se fait traditionnellement entre la mi-août et la mi-septembre quand se produit la chute naturelle des fruits ou celle provoquée par un léger secouage de l'arbre.

L'habitude très grande des pruniculteurs permet de déterminer le moment optimum, mais la technique a mis au point le procédé de «

REFRACTOMETRIE

» qui permet de déterminer exactement le point de maturité. On prélève quelques gouttes de jus sur un appareil appelé «

REFRACTOMETRE

». La richesse en matière sèche est directement lisible et s'exprime en °

Brix, c'est à dire en pourcentage de saccharose. Une prune mûre à point et donc bonne à être récoltée, doit ainsi titrer 21°Brix. Toutefois, les prunes peuvent atteindre 30°

Brix et plus.

La récolte est encore très souvent manuelle. Une personne ramasse en moyenne 80 kg à l'heure, qu'elle dépose dans des paniers. Chaque arbre peut produire jusqu'à 100 kg de fruits.

On peut également disposer des filets sur le sol, sous chaque arbre, avant la chute des premiers fruits murs

: qua

nt on dénombre suffisamment de prunes tombées au sol, on soulève le filet pour en verser le contenu dans les paniers ou paloxes (caisses en bois spécialement étudiées pour le transport et le stockage des prunes et des pruneaux).

De nos jours des techniques nouvelles ont vu le jour et le ramassage mécanique, plus rapide, plus productif et garant d'une plus grande qualité des fruits récoltés (taux de fruits éclatés ou fendus plus faibles) succède ou complète le ramassage manuel (cf. photothèque).

2) Le lavage, le triage et le premier calibrage

:

Une fois récoltées, les prunes fraîches sont transportées sur l'exploitation, où elles seront successivement lavées puis déversées sur un tapis de triage où seront éliminés les fruits de mauvaise qualité (fruits tachés, éclatés etc...).

Triées par taille et regroupées en lots homogènes (premier calibrage), les prunes seront ensuite étendues sur des claies (grilles fines en acier inoxydable alimentaire montées sur des cadres en bois) en une couche uniforme en vue de leur séchage. C'est l'étape de

l'enclayage. Ces claies sont ensuite empilées sur des chariots qui seront placés dans les tunnels pour le séchage.

3) Le séchage

:

C'est l'opération qui consiste à déshydrater le fruit frais, la prune d'Ente, pour en faciliter la conservation. C'est au terme de cette étape que la prune devient pruneau.

De nombreux

pruniculteurs assurent eux-mêmes le séchage de leur récolte

; d'autres la

confient à une coopérative équipée de plusieurs installations adaptées. Les coopératives sont souvent situées à proximité des exploitations car la prune supporte mal le transport.

On distingue ainsi 300 fours collectifs (ce qui correspond à 35 % du tonnage séché) et 1100 installations individuelles (65 % du tonnage séché).

Pendant des siècles, l'élaboration du pruneau a été un travail familial et empirique, l'art est devenu une technique, avec des principes de fabrication bien définis. Autrefois, les prunes étaient disposées sur des claies ou de la paille, à l'air libre (sans trop de soleil)

; p

uis

on a utilisé les fours (à pain ou spécifiques) dont on retrouve parfois les vestiges dans les fermes

lot-et-garonnaises. Vinrent ensuite les étuves de grande dimension.

Aujourd'hui, le séchage se fait dans des tunnels à séchage continu puissamment ventilés. Un seul passage d'environ 16 à 24 heures à 70°C de moyenne dans le tunnel de séchage permet la transformation complète de la prune en pruneau. Les tunnels les plus utilisés en Agenais ont un débit de 8 à 11 tonnes par jour. Au terme du séchage le pruneau contient un taux d'humidité qui varie entre 21 et 23 %.

On distingue différents types de tunnel de séchage

:

β

Le tunnel à contre-courant, où les chariots progressent en sens inverse du courant d'air chaud. La température à l'entrée est de + 55/60°C, à la sortie d'environ + 75°C. Le débit moyen est de 8 tonnes par jour. Le séchage dure ainsi de 20 à 24 h en moyenne pour un chariot de 24 claies.

β

Le tunnel à courant parallèle où l'air chaud circule dans le même sens que les chariots. Cette méthode permet d'attaquer le séchage des fruits à une température plus élevée (85°C), et de terminer l'opération à une température plus basse (68°C en moyenne).

β

Le tunnel à tapis, de conception plus récente, où les prunes d'Ente sont disposés sur un tapis continu qui serpente dans le tunnel. Au cours du séchage, les prunes chutent d'un tapis sur l'autre.

4) Le triage

Après le séchage, l'opération de tri est très importante, car elle permet d'écarter les fruits tarés, blessés ou tachés et les fruits mal «

cuits

». Cett

e opération s'effectue généralement à la main, mais des recherches sont actuellement menées en vue d'une mécanisation, basée sur le principe de la détection optique des tares.

5) Le stockage sur l'exploitation

:

Une fois calibrés, les pruneaux peuvent être stockés quelques jours sur l'exploitation en attendant d'être vendus aux transformateurs chargés de leur commercialisation. Le stockage s'effectue dans des

palox (caisse-palette en bois) revêtus de grandes poches en polyéthylène alimentaire. Celles-ci sont ensuite placées dans des locaux appropriés, de préférence à l'abri de la lumière, à hygrométrie et température constantes.

Nnnnnnnnnnnnnnn

GUIDE DU CONSTRUCTEUR DU SECHOIR HYBRIDE Cas de Bouadel-Taounate-Maroc

Préparé dans le cadre du projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones péri-urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc US/MOR/04/A48

par A. OUAOUICH, Expert du développement industriel ONUDI - Vienne - Autriche

et A. OSAKWE, Expert de l'ONUDI Université de l'Agriculture et des Forêts de Vienne (BOKU) Vienne - Autriche et H. CHIMI, Expert national du projet Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc

Copyright © par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel Première édition 2005

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les opinions, chiffres et estimations qui y figurent sont ceux de l'auteur et ne doivent pas nécessairement être considérés comme étant ceux de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel ou comme impliquant son approbation. Les appellations 'pays développés' et 'pays en développement' sont employées à des fins statistiques et n'expriment pas nécessairement un jugement quant au niveau de développement de tel ou tel pays ou telle ou telle zone. La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

Cette publication n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

INTRODUCTION : DU SÉCHOIR SOLAIRE AU SÉCHOIR HYBRIDE

Le présent guide permettra d'aider les entrepreneurs ou les artisans dans leur entreprise de construction d'un séchoir hybride et de contribuer ainsi à la dissémination de la technologie de séchage des fruits et légumes.

Pourquoi sécher les fruits et légumes?

Les fruits et légumes sont des produits très riches en vitamines diverses et sels minéraux et constituent une source importante de ces nutriments pour l'alimentation humaine. La plupart de ces produits sont récoltés avec une humidité très élevée. Ils sont périssables car sujets à des contaminations diverses (moisissures, microbes, etc.) et doivent donc être vendus/consommés frais dans un délai très court. A défaut de cela ils se détériorent et deviennent impropres à la consommation. Par ailleurs, dans les campagnes les producteurs de fruits et légumes qui vivent de leurs petites parcelles de terrain, sont sujets aux fluctuations du marché, notamment lors des saisons de production où les prix baissent jusqu'à rendre la production déficitaire. Sécher permet à ces entrepreneurs ruraux d'allonger la durabilité des produits, de diminuer les pertes (qui peuvent parfois dépasser 50% de la production) et d'ajouter de la valeur à leurs produits.

Tableau 1 : L'humidité des légumes frais à la récolte et pendant le stockage

Produit	Humidité max. (%)	Humidité optimale (%)
Tomates	80 – 90	6
Oignons	80	6
Carottes	70	6

Pourquoi utiliser un séchoir hybride? Le séchage solaire traditionnel Sécher veut dire déshydrater, ce qui nécessite beaucoup d'énergie. Le séchage a été pratiqué depuis les temps immémoriaux et c'est le

séchage solaire direct qui a été adopté de par sa simplicité d'utilisation et sa gratuité. Cette méthode se pratique simplement en exposant les produits au rayonnement direct des rayons solaires. Ainsi le produit est étalé sur la terre, sur les rocs, les toits des maisons, directement à même le sol ou sur des nattes. Cependant, le séchage solaire traditionnel présente plusieurs inconvénients :

- Le produit est exposé à l'air libre, à la poussière, aux mouches et insectes et aux autres ravageurs ouvrant la voie à des souillures et contaminations variées.
- La durée de séchage est longue et peut atteindre plusieurs jours, d'où une très mauvaise qualité des produits : contaminations multiples, réhydrations les nuits et en temps nuageux, etc.
- La méthode est assez contraignante et demande beaucoup de travail. En effet, il faut à chaque fois retourner le produit pour assurer un séchage uniforme, chasser les animaux, tourner et amener la récolte le soir ou quand il pleut.
- Couleur foncée des produits qui perdent beaucoup de leurs composants nutritifs, en particulier les vitamines.

Le séchage solaire amélioré

Plusieurs types de séchoirs solaires ont été mis au point dans le monde pour profiter de l'énergie solaire qui est offerte gratuitement et mettre le produit dans une enceinte plus ou moins fermée pour le protéger des souillures et contaminations variées. On peut les regrouper en deux catégories : Les séchoirs solaires à convection naturelle et ceux à convection forcée. La première catégorie emploie la convection naturelle pour la circulation de l'air chaud et dans ce cas le collecteur solaire est souvent combiné avec la chambre du séchage. Le séchage solaire est direct. Le collecteur peut être aussi séparé de la chambre de séchage et le séchage est indirect. Dans la deuxième

catégorie l'air chaud est poussé par un ventilateur, et le collecteur solaire et la chambre du séchage sont séparés. Le séchage solaire est indirect. Le tableau ci-dessous montre quelques différents types de séchoirs solaires utilisés.

Type Moyens de circulation de l'air

Avantages Désavantages

Séchoir de tente plastique

Convection naturelle

Séchoir de tunnel

Convection naturelle

• Pas cher et simple dans la construction • Bas coûts d'exploitation

• Hauts coûts de l'entretien (l'abri plastique doit être remplacé régulièrement) • Perte de vitamines • Longue durée de séchage • Basse qualité du produit

Séchoir indirect Convection naturelle

• Bas coûts d'exploitation • Les produits sont protégés contre radiation du soleil directe

• Hauts coûts de construction et d'installation • Longue durée de séchage • Hautes pertes par pourriture • Dépendance aux conditions extérieures.

Quels que soient les progrès réalisés, cette méthode de séchage est loin de satisfaire aux impératifs économiques, aux exigences du consommateur et aux critères de qualité requis sur les marchés. En effet un séchage solaire direct ou indirect reste dépendant de la source d'énergie qui est le soleil. La nuit et en temps nuageux, le processus de déshydratation ralentit et peut même s'arrêter allongeant la durée de séchage. Bien plus les réhydratations multiples des produits influencent négativement leur qualité. Ceci a amené à concevoir des méthodes de séchage où l'air chaud est produit régulièrement et les paramètres de séchage maîtrisés. Les séchoirs électriques sont les meilleures dans ce cas mais cette énergie coûte cher dans la plupart des pays en développement, notamment pour les petits entrepreneurs ruraux. Ainsi on a eu recours au bois, gazoil, gaz et eau chaude avec des succès assez remarquables sur la qualité des produits. Mais le coût économique et les conséquences sur l'environnement restent assez élevés. L'utilisation des énergies renouvelables comme le soleil reste intéressant.

Le séchoir hybride, une alternative sérieuse

Sécher en utilisant principalement le soleil pour avoir le coût de production le plus bas possible et utiliser une énergie d'appoint pour assurer un séchage régulier et maîtriser les paramètres pour assurer une bonne qualité des produits, voilà les idées sur lesquelles a été conçu le séchoir hybride, il y a quelques années, à travers une coopération entre l'ONUDI et l'Université de l'Agriculture et des Forêts de Vienne en Autriche. Le séchoir hybride est un appareil qui utilise l'énergie solaire comme énergie principale et le gazoil ou gaz

comme énergie d'appoint pour chauffer l'air. Le séchoir hybride, malgré sa jeunesse, a permis d'obtenir des produits de très bonne qualité pour un coût modéré. Un petit inconvénient est qu'il n'existe pas en formule standard, sa conception qui sans cesse évolue, doit être à chaque fois adaptée aux conditions locales. Cependant, sa construction, sa maintenance et son entretien restent à la portée d'artisans.

Photo 1: Les cellules photovoltaïques sur le toit

Photo 2: Le chauffage complémentaire

FAISONS CONNAISSANCE AVEC LE SÉCHOIR HYBRIDE : CAS DE BOUADEL-TAOUNATE-MAROC

La partie séchage solaire indirect Capteur solaire • Douze caisses en bois (six avec l'entrée de l'air et six avec la sortie d'air en bas). Dimensions de chaque caisse : 2,02 m de longueur x 0,77 m de largeur x 0,23 m de hauteur. • Verre incassable • Absorbateurs • Isolation

Diagramme 1 : Composantes du capteur de l'air 1 = cadre de la caisse en bois 2 = Isolation en laine de verre pour minimiser les pertes de chaleur en bas 3 = deuxième absorbeur (toile alu) 4 = premier absorbeur (grillage) 5 = verre pour minimiser les pertes de chaleur par le front Grâce au capteur, les rayons solaires sont absorbés, transformés en chaleur, laquelle chaleur est transmise et véhiculée par l'air.

Diagramme 2: Arrangement des caisses: en haut : entrée d'air ; en bas : sortie d'air

4

5

3

2 1

7

Diagramme 3: Conduits d'air chaud

Conduit d'air R 315

Courbure B 90/300

Transition 250/200

Collecteur

Direction d'air chaud

Diagramme 4: Chambre de séchage - Chambre de séchage en brique - 80 claies (100 x 50 x 4 cm - longueur x largeur x hauteur)

1,02 m

2,12 m 2,12 m

0,51 m

Système photovoltaïque Fonction: convertir les rayons solaires en électricité - 6 PV modules (24 V, 100 W chacune) ; - 4 batteries solaires (12 V, 230 Ah chacune) ; - 2 régulateurs (30 Amp., 24V) ; - Convertisseur pour convertir la production DC à AC (900 W, 12V DC à 220V AC) ; Module: plaques connectées en parallèle deux à deux Batteries solaires : connectées en séries et parallèle

Chauffage supplémentaire

Composition

- Chambre de combustion étanche : les gaz de combustion sont évacués à l'extérieur par une cheminée prévue à cet effet ;
- Contrôle de flamme par photo résistance et appareillage ;
- Thermostat de sécurité pour surchauffe ;
- Solide structure métallique vernie avec poudres époxy ;
- Chaudière de combustion en acier inox ;
- Thermostat de refroidissement ;
- Interruption de sélection pour fonctionnement manuel ou automatique avec thermostat d'ambiance ;
- Adapté pour lieux fermés.

Caractéristiques techniques du générateur

- Tension monophasée 230 V/50 Hz
- Puissance du moteur 245 W
- Combustible gasoil
- Débit 2,90 kg/h (=3,4l/h)
- Capacité du réservoir 60 kg
- Puissance 34 kW
- Air aspiré 2300 m³/h

Distribution d'air chaud dans les chambres du séchage
couverture

clapet

L'air chaud vient du capteur et chauffage

CONSTRUCTION DU SÉCHOIR HYBRIDE

Evaluation technique préliminaire

Objectif Janvier 2003 : (i) évaluer un local disponible pour l'unité pilote de séchage des prunes et des figues; (ii) identifier des ateliers (menuiserie et électricité) à Bouadel ou Taounate et sélectionner des artisans locaux qui participeront à la fabrication et à l'installation du séchoir hybride. Cette évaluation a été entreprise en étroite coopération avec la DPA de Taounate qui a alloué le local à l'association des femmes de Bouadel. Evaluation du local disponible pour abriter l'unité pilote de séchoir hybride

Dimensions du bâtiment Longueur : 14 m Largeur : 8,20 m Hauteur des murs du sud et du nord : 3,30 m Hauteur au milieu du bâtiment : 5 m L'orientation : nord/sud

Points positifs

- L'orientation nord/sud est idéale pour l'utilisation de l'énergie solaire;
- Une très grande salle, susceptible d'être sectionnée en salle de préparation, salle de séchage et salle d'emballage et de stockage ;
- Le mur et la toiture sont en bon état ;
- L'emplacement est favorable : pas d'égouts ouverts et pas d'eaux stagnantes, pas de route trop fréquentée à proximité, une cour propre couverte d'herbe, suffisamment d'espace pour se débarrasser des déchets, assez éloignée du bâtiment ;
- Ventilation et illumination (lumière du jour).

Points négatifs

- Le plancher à béton est cassé à plusieurs endroits, par conséquent il n'est pas approprié à la fabrication des produits alimentaires puisque difficile à nettoyer ;
- Le crépi et la peinture des murs intérieurs se

détachent ;

- Le toit n'est plus étanche à plusieurs endroits ;
- Il n'y a pas d'eau potable propre, donc il y a la nécessité d'un traitement de l'eau.

Aménagements requis

- Recouvrir le plancher avec l'aire d'un matériel lavable (la pièce de préparation pourrait être carrelée) ;
- Mettre un enduit et peinture sur les murs intérieurs ;
- Crépir et peindre la façade ;
- Peindre les murs intérieurs: jusqu'à une hauteur de 1,10 m avec une peinture résistant au lavage, les sections les plus hautes avec de la couleur à l'huile ;
- Peindre les charpentes en fer ;
- Renouveler les lignes électriques, installation des prises (à une hauteur de 1,50 m) et des lampes ;
- Amélioration de la porte ;
- Équiper les fenêtres avec un cadre en fer plus moustiquaire ;
- Entourer le terrain d'une clôture ;
- Séparation de la salle en pièce de préparation (lavage, coupage, etc.), pièce de séchage et pièce de conditionnement ;
- Construction de la toilette et de la salle de bain avec deux lavabos ;
- Installation de 2 bassins de purification d'eau de lavage des produits;
- Construction des deux chambres de séchage.

Observation Il est conseillé d'effectuer les travaux de transformation et d'équipement après l'installation du séchoir hybride pour éviter d'abîmer les murs et le plancher.

Identification des artisans pour effectuer le travail

Deux artisans ont été identifiés à Bouadel : Mrs LAMRI Mohamed et El Jouhani Hassan (maçons) et Mrs TAYEBI Rahid et Koubaiti Mohamed (techniciens/électriciens). Un atelier de menuisier équipé des machines a été identifié à Taounate. Le propriétaire, M. GHALLOUCH Ahmed, et son équipe sont à même de fabriquer les cadres en bois pour les claies et suivre la formation dans la fabrication et l'installation de séchoir hybride.

Spécification du séchoir hybride recommandé

En raison du climat de la région, le séchoir hybride proposé comprend un système de séchage solaire indirect combiné avec une source de chauffage de l'air supplémentaire fonctionnant la nuit et en temps faiblement ensoleillé.

La partie solaire comprend :

- Un capteur de l'air solaire (Surface du capteur: 18 m²);
- Des conduits d'air et éléments de raccord etc. ;
- Une chambre de séchage en brique pouvant accommoder 80 claies ;
- Système photovoltaïque pour génération de l'électricité : 6 PV modules (24 V, 100 W), 4 batteries solaires (12 V, 230 Ah chacune), 2 régulateurs (30 Ampère, 24V) et un transformateur pour convertir la production DC à AC (900 W, 12V DC to 220V AC) .

Le chauffage supplémentaire tel que décrit en page 10 :

Matériaux délivrés de Vienne, Autriche

- Matériaux pour la construction du capteur d'air : - 12 cadres en bois pour les 12 caisses, les absorbeurs

laqués noir ; - 12 verres solaires (plus 1 remplacement) ; - 4 rouleaux de laine de verre pour l'isolation des caisses ; - des lamelles d'aluminium ; - des conduits d'air chaud et éléments de raccord ; - autres matériaux d'installation (visses, etc.) ; - les filets en aluminium pour les claies du séchage (80 de 1 m x 0,5 m) - et les visses de fixation;

• Système photovoltaïque : - 6 PV- module (ASE-100-GT-FT, 100 W, 24 V) ; - 2 régulateurs (1 réserve) (30 Amp.) ; - 1 transformateur (900 W, 24 V) ; - 4 batteries solaires (12 V 230 Ah) ; - câbles et pinces de batterie et - autres matériaux pour l'installation électrique.

• Chauffage supplémentaire : - Accessoires : - Conduit d'air chaud (355 mm, longueur: 6 m); - Thermostat ; thermomètres ; - Tuyau d'évacuation des fumées (150 mm, longueur: 3m).

Matériaux à préparer ou acheter sur place :

• Matériaux pour la construction de la chambre du séchage (brique, ciment, planche, plaque etc.) ; • 80 cadres en bois (1,0 m x 0.5 m x 0,04 m longueur x largeur x hauteur) ; • Acide pour les batteries.

Installation du séchoir et formation des artisans

Introduction Le séchoir a été installé entre le 18 mai et le 15 juin 2003. Les activités suivantes ont été effectuées : (i) installation du séchoir hybride au groupement des femmes à Bouadel (Taounate) ; (ii) démonstration du séchoir hybride avec des légumes (tomates, aubergines) et des fruits (bananes) ; (iii) formation des formateurs et d'un groupe pilote de femmes entrepreneurs du groupement bénéficiaire ; (iv) préparation d'un guide pratique pour l'utilisation et l'entretien du séchoir. Une unité de séchage hybride a été installée au site du groupement à Bouadel. 7 artisans ont été formés dans la fabrication, installation et entretien du séchoir. Ensuite le fonctionnement du séchoir a été démontré avec des tomates, des aubergines et des bananes. 12 formateurs et formatrices du groupement ont été formés dans l'opération et dans l'entretien de l'unité, ainsi que dans le transport et le stockage des fruits frais, dans la préparation et le séchage. Malheureusement, l'essai du séchoir avec les produits principaux (prunes et figues) n'était pas effectué, à cause du manque de ces produits au marché pendant cette période.

Description et fonctionnement du système

Le séchoir hybride est composé d'un capteur d'air chaud d'une surface de 18 m², d'un système photovoltaïque produisant le courant électrique pour faire marcher le ventilateur et le chauffage supplémentaire, un chauffage utilisant du gasoil pour le fonctionnement la nuit et par temps faiblement ensoleillé et deux chambres de séchage, construites en dur. Pendant les journées bien ensoleillées les absorbeurs peints en noir captent les rayons solaires à

travers des verres. L'air ambiant chauffé est aspiré par le ventilateur du chauffage et refoulé dans le compartiment du séchoir à travers des conduits. Dès que la température baisse en temps nuageux et la nuit, un thermostat déclenche automatiquement le chauffage supplémentaire pour amener l'air à la température requise.

Installation du séchoir avec formation

Equipe de construction

• Deux menuisiers • Deux électriciens • Deux maçons
• Un taulier

Construction du capteur d'air

Matériel nécessaire

• Cadre en bois pour la fabrication de 12 caisses • 32 traverses pour le renforcement des caisses • 6 fonds sans trou et 6 avec trous pour la sortie de l'air chaud • Laine de verre pour l'isolation • 3 réglettes par caisse • 2 rouleaux en toile aluminium • 2 longs taquets et 1 petit pour le support des premiers absorbeurs en grillage par caisse • 24 tôles aluminium perméables laquées en noir (1 absorbeur), une couche d'absorbeurs en grillage par caisse • Feuilles alu collantes au niveau des 6 trous de sorties d'air • 12 vitres (1 en réserve) pour la couverture des caisses • Des barres en alu pour la fixation des vitres sur les caisses

• Protection des entrées d'air ambiante avec la tôle alu
• Grillage moustiquaire pour la protection contre la poussière (des insectes) des trous d'entrée d'air • Deux traverses.

• Assemblage du matériel • Montage des 12 caisses du capteur avec la colle et des vis ; • Peinture des caisses avec un produit de protection ; • Découpage de la laine de verre en 20 morceaux de 53 cm et 15 de 57 cm ; • Découpage de la toile alu en morceaux de 78 cm et peinture d'une face de la toile en noir mâte ; • Isolation des caisses du capteur avec la laine de verre ; • Montage de la toile alu (2ème absorbeur) sur les réglettes ; • Montage de l'absorbeur N°1 sur les taquets ; • Vissage du grillage moustiquaire sur les trous d'entrés d'air ; • Vissage de la tôle de protection en bas de la traverse dans les trous d'entrés d'air ; • Vissage des deux caisses identiques pour former deux conduits de courant de l'air.

Montage du capteur

Préparation de la toiture pour recevoir le capteur solaire ;

Vissage des deux caisses ; Placement du capteur solaire sur le toit ;

Placement des vitres sur les caisses ; Introduction du silicone entre les vitres et les barres.

Installation du système photovoltaïque

Composition

- 6 panneaux photovoltaïques - Cadre en alu - 4

batteries - 2 régulateurs (1 en réserve) - 1 convertisseur - Fil (rouge et bleu)

Travaux de préparation

- La bâche des modules contre les rayons solaires ou la lumière avec des feuilles en plastique opaque ;
- Préparation des câbles (couper à longueur, isolation des deux extrémités, etc.) ;
- Préparation de la toiture du local pour l'emplacement des panneaux sur le toit.

Montage et installation électrique

- Assemblage des panneaux deux à deux ;
- Montage des plaques photovoltaïques sur le cadre d'aluminium ;
- Electrification des 6 plaques photovoltaïques en parallèle ;
- Placement des trois cadres sur le toit ;
- Installation électrique (voire schéma d'installation électrique en page 9): branchement des câbles de PV au régulateur, du consommateur et des batteries avec le convertisseur et remplissage des batteries avec l'acide.

Installation du chauffage supplémentaire

- Branchements électriques du générateur ;
- Branchement du thermostat et des thermomètres ;
- Branchement de l'interrupteur général ;
- Raccordement de la cheminée ;
- Montage des conduits d'air chaud et de la cheminée.

Construction des chambres de séchage

La construction des chambres de séchage en brique a été faite par un artisan local selon le dessin fourni.

- Fabrication des cadres en bois pour les claies du séchage ;
- Préparation des plaques pour le cloisonnement du séchoir en compartiments ;
- Vissage des étagères en bois aux cloisons ;
- Préparation des trous d'entrée et de sortie d'air ;
- Séparation du séchoir avec les plaques préparées ;
- Raccordement du conduit de la distribution d'air chaud dans les chambres de séchage.

Construction des claies de séchage

Composition

- Cadres en bois (100 x 50 x 4 cm longueur x largeur x hauteur) ;
- 80 tôles en aluminium perforé ;
- Lamelles en bois.

Montage

- Assemblage des cadres en bois avec la colle SADER et des vis ;
- Vissage de la tôle en aluminium perforé à la base du cadre du bois ;
- Vissage des lamelles en bois dans les deux longs côtés du cadre ;
- Rabotage des cadres.

Test de démonstration du fonctionnement du séchoir hybride

Le fonctionnement du séchoir hybride a été démontré en utilisant bananes, tomates et aubergines achetées sur le marché de Rabat et transportées en caisses au site du travail à Bouadel.

Après triage et lavage, les produits ont été pelés (aubergines et bananes) et coupés en tranches minces qui ont été disposées sur les claies à la densité de charge de 4-5 kg/m². Pour la tomate, le séchage a été arrêté après 15 heures en utilisant le chauffage supplémentaire (les claies ont été chargées à 17 heures) pour réduire d'avantage la teneur en eau des produits à sécher. Le séchage a été complété le lendemain. Pour les aubergines et les bananes la durée du séchage était de 12 heures. Les produits séchés ont été emballés dans des sacs en plastique.

Formation des techniciens et formatrices

Trois techniciens et 10 femmes ont été formés sur:

- L'objet et la méthode du séchage
- La technologie améliorée du séchage
- La description et composition détaillée du séchoir hybride
- Le fonctionnement du séchoir hybride
- L'entretien des différentes composantes du séchoir hybride: le chauffage supplémentaire, les batteries et les cellules photovoltaïques, les collecteurs solaires, etc.

Formation pratique (voire test du séchoir) La formation pratique a été effectuée en utilisant les bananes, tomates et aubergines. L'accent a été mis sur le transport et la sélection, la préparation (nettoyage, pelage et découpage) de la matière première aussi bien que sur l'arrangement des produits sur les claies. De même il a été souligné l'importance de l'organisation du travail pour l'utilisation optimale des radiations solaires et la réduction des coûts d'exploitation. Un autre élément essentiel de la formation était le mode de l'opération du séchoir (la mise en marche du système, chargement du séchoir, etc.).

Formation théorique

- Les techniques de traitement
- Manipulation des produits alimentaires frais
- Transport et stockage des produits alimentaires frais
- Nettoyage et sélection de la matière première
- Mécanisme du séchage
- Emballage des légumes séchées
- Fonctionnement et mode d'opération du séchoir hybride.

UTILISATION DU SÉCHOIR HYBRIDE

Fonctionnement du séchoir Pendant les journées bien ensoleillées les absorbeurs peints en noir captent les rayons solaires à travers les vitres. L'air ambiant aspiré et chauffé à travers les absorbeurs est refoulé dans le compartiment du séchoir à travers des conduits étanches. En cas de baisse de température, le thermostat déclenche la marche du chauffage supplémentaire qui chauffe l'air et ramène la température de l'air au niveau requis. La nuit et en temps nuageux, l'air chaud est fourni par combustion indirecte de gazoil dans le générateur d'air chaud. La température de l'air est réglée à l'aide d'un thermostat. Combinaison des différentes sources d'énergie :

- Energie solaire : Permet de chauffer l'air par le biais du capteur et de générer du courant électrique par le biais du système photovoltaïque et d'opérer le système de chauffage supplémentaire.
- Gasoil : Combustible pour le chauffage supplémentaire.
- Électricité : Pour opérer le chauffage supplémentaire en cas de défaillance du système photovoltaïque.

Traitement des produits

Diagramme général du traitement de fruits et légumes en produits séchés

Réception de la matière première Pesage Triage
Stockage Nettoyage Epluchage et découpage
Traitement Séchage Emballage et conditionnement
Commercialisation

Manipulation des produits alimentaires frais

On ne peut obtenir des produits séchés de bonne qualité qu'à partir des matières premières fraîches, récoltées à maturité et dans des conditions appropriées. On ne peut pas utiliser les rebuts des récoltes ou du marché ou des produits stockés pendant une longue période. Les Bonnes Pratiques de Fabrication doivent être appliquées au niveau de la récolte, pendant le transport et le stockage. Les produits doivent être cueillis ou récoltés avec précautions et transportés en caisse ou paniers propres, peu profonds et pas trop chargés pour éviter l'écrasement et toute contamination/souillure. Les produits frais destinés au séchage doivent être gardés à l'ombre ou au froid.

Nettoyage

L'objectif est de nettoyer et désinfecter les produits (salissures/souillures externes, insectes, résidus de pesticides, et autres produits de contamination). Le nettoyage et la désinfection permettent de prolonger l'état de fraîcheur et de ralentir la dégradation des produits.

Triage de la matière première

Cette opération, si bien menée, est très importante pour assurer une haute qualité des produits séchés. Une matière première bien triée (homogène) facilite les opérations ultérieures (pelage, coupage, séchage, conditionnement et commercialisation). Les facteurs considérés dans le triage sont la taille, la forme, les atteintes à l'intégrité, la couleur, la texture, les traces de parasitisme ou d'infestation par les insectes.

Epluchage

L'objet de cette étape est d'enlever la peau épaisse qui forme une barrière physique pour l'évaporation de l'eau. Dans quelques cas l'épluchage n'est pas nécessaire (exemples : prunes, figues et raisins pour les fruits, tomates et poivrons pour les légumes).

Enlèvement des pédoncules et des noyaux

L'objet de cette opération est d'enlever toute partie indésirable. Dans le cas des légumes avec racine, les sommets verts et les racines longues devraient être enlevées. Avec les légumes verts toute la tige boisée et le cœur devraient être enlevés. Dans le cas des fruits les pédoncules qui attachent le fruit à la tige devraient être coupés à ras.

Coupage/tranchage

A moins que le légume ou le fruit (figue, prune, raisin, etc.) ne puisse pas être séché entièrement, il est nécessaire de réduire sa dimension pour faciliter le séchage. Selon la forme exigée par le marché, les légumes peuvent être coupés en cubes, en tranches, en lanières, etc. Dans tous les cas les morceaux doivent être de dimension homogène.

Blanchiment

Le blanchiment consiste à tremper les produits dans de l'eau chaude (à une température de 70 à 90%) additionnée éventuellement d'un désinfectant autorisé. Cette opération permet :

- De désactiver les enzymes qui produisent odeurs et saveurs lors du stockage;
- De ramollir les tissus et de rendre les membranes cellulaires perméables aux transferts de l'humidité. Le séchage est donc plus rapide et complet et la texture du produit est améliorée quand le produit blanchi est séché et réhydraté ;
- D'assurer la destruction des micro-organismes à la surface des produits;
- De contribuer à une meilleure conservation de la couleur des légumes verts.

Disposition des produits sur les claies de séchage
L'arrangement adéquat des produits sur les claies joue un rôle important dans le processus du séchage. Les produits ou les morceaux des produits doivent être disposés côte à côte pour permettre le mouvement d'air chaud. Mécanisme du séchage Il y a deux phénomènes impliqués dans le processus du séchage: l'évaporation d'humidité de la surface et la migration d'humidité de l'intérieur du produit vers sa surface. Évaporation d'humidité de la surface Les facteurs qui affectent l'enlèvement d'humidité de la surface sont la température et l'humidité de l'air ainsi que le degré de mouvement d'air sur la surface.

Température et humidité de l'air du séchage
L'humidité est le degré de saturation de l'air en eau. L'air très sec (donc très peu humide) aura une plus grande capacité à enlever l'humidité de la surface du produit. Le degré d'humidité (RH) de l'air très sec tend vers 0%, celui de l'air très humide tend vers 100%. Une augmentation de la température de l'air augmente parallèlement sa capacité à enlever l'humidité et donc sa capacité de séchage. Les très hautes températures entraînent une altération des produits séchés et doivent donc être évitées. L'humidité théorique est fonction de la température

(voire tableau ci-dessous)

Temp. °C RH L'humidité (g) enlevée par kg d'air sec
29 90 0.6 30 50 7.0 40 28 14.5 50 15 24.0 23

Degré du mouvement de l'air

Le courant d'air sur la surface de la particule est aussi d'une grande signification : il transfère la chaleur à la surface de la particule de séchage et enlève l'humidité de la surface. L'humidité enlevée du produit passe dans l'air environnant dont l'humidité augmente et réduit sa capacité à enlever l'humidité. L'équilibre entre la surface du produit et l'air environnant est atteint lorsque aucune évaporation supplémentaire n'est possible, à moins que l'air qui entoure le produit ne soit remplacé par l'air frais, comparativement sec.

La migration de l'humidité

La migration d'humidité de la structure interne à la surface du produit est assurée par deux mécanismes principaux. Ce sont la diffusion et le courant du capillaire. Les facteurs qui affectent le taux de migration de l'humidité sont la température de surface du produit à séchage, son taux d'humidité et sa taille. Plus la température de surface est élevée, plus le degré de transfert de l'humidité de l'intérieur vers la surface, est élevé. Plus le taux d'humidité du produit diminue, plus le taux de migration de l'humidité de l'intérieur vers l'extérieur du produit diminue. Le taux de migration augmente quand la taille du produit diminue.

Emballage et conditionnement des produits séchés

L'emballage et le conditionnement des produits permettent :

- De contenir le produit et de faciliter son transport, stockage et commercialisation et distribution ;
- De protéger le produit contre toute souillure ou contamination et de conserver ses attributs exigés jusqu'au consommateur en respectant la date limite de validité (DLV) ;
- D'apposer un étiquetage permettant de communiquer toute l'information au sujet du produit tel que sa nature, son origine, la méthode d'usage, la quantité, la destination, et le nom du producteur en tenant compte de la législation et la norme en vigueur.

MODE D'OPERATION DU SÉCHOIR HYBRIDE

Comment utiliser l'air du capteur solaire

COMMANDE DU VENTILATEUR DU GENERATEUR

Procédez de la manière suivante : 1. Vérifier les clapets derrière la chambre du séchage ; 2. Mettre l'interrupteur général sur la position 2 (PV) ; 3.

Positionner le bouton 1 sur le chauffage supplémentaire (commutateur Été – Hiver) sur la position « INVERNO ».

Comment utiliser l'air du chauffage supplémentaire

COMMANDE DU CHAUFFAGE

Température de l'air : 60 – 65 °C (réglée par le thermostat) Les opérations à exécuter avant la mise en marche du chauffage : 1. Mettre l'interrupteur général en position 1 (électricité) ; 2. Régler le thermostat ; 3. Vérifier le réservoir ; remplir s'il est vide ; 4. Mettre l'interrupteur général sur la position 2 (courant électrique) ; 5. Positionner le bouton 1 sur le chauffage supplémentaire (commutateur Été – Hiver) sur la position « ESTATE ».

Arrêt de l'appareil 1. Positionner le thermostat d'ambiance sur la valeur minimale (contact ouvert) et attendre que le ventilateur s'arrête ; 2. Positionner le bouton 1 du chauffage supplémentaire (commutateur Été – Hiver) sur la position 0 (OFF) ; 3. Mettre l'interrupteur général sur la position 0 (arrêt).

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CARACTÉRISTIQUES DU SÉCHOIR HYBRIDE

Article Unité / Description Quantité / unité
1. Capteur d'air Cadres en bois L'aluminium perméable (1. Absorbent) Verre solaire Lamelle d'aluminium Laque solaire Feuille d'aluminium imperméable Laine du verre Conduits d'air en spirale Tuyau en Alufle Attache pour les conduits Autres matériaux d'installation : Silicone Vis à écrou Joint en caoutchouc Joint en U-profil L x L x H = 203x77.3x23.5cm LD0 10x5x1.5xD.1.5/ALU 0.75 m x 2.0 m, 4mm ESG ALMGIO5 F22 FL 40/5 M40 Li ALU 0.10 mm, 1000 mm 120x19x8 cm Ø200, 250 et 315 mm Ø205 et 254 mm 125-160, 180-203, 250-525 mm Silicone pour verre, blanc PE- 12 10 tôles 13 pièces 10 barreaux 15 kg 4 rouleaux 4 rouleaux 1, 5 et 3 m à 10 m 2 et 3 m 5 cartouches 10 paquets 2 rouleaux 25 m 2. Chambre de séchage / Claies Aluminium tôle perforé 2 x 1 m, 1.0 mm/5 QU 24 tôles 3. Système Photovoltaïque PV-module Régulateur Invertisseur Batterie solaire Câbles et pinces de batterie Matériaux pour l'installation électrique : Batterie Pol connexion Boîtier de connexion SM 110 (104 W, 24 V) 30 Amp. 900 W 12 V, 230 Ah rouge et noir 6 modules 2 1 4 à 20 m 40 m 4 paires 3 4. Chauffage supplémentaire 32 kW 1 Pegasus 35 Accessoires : Canal d'air chaud Tuyau d'évacuation des fumées Thermostat d'ambiance Thermomètres Ø355 mm Ø150 mm 0-100o C 0-100o C 1 12 m 3 m 1 2