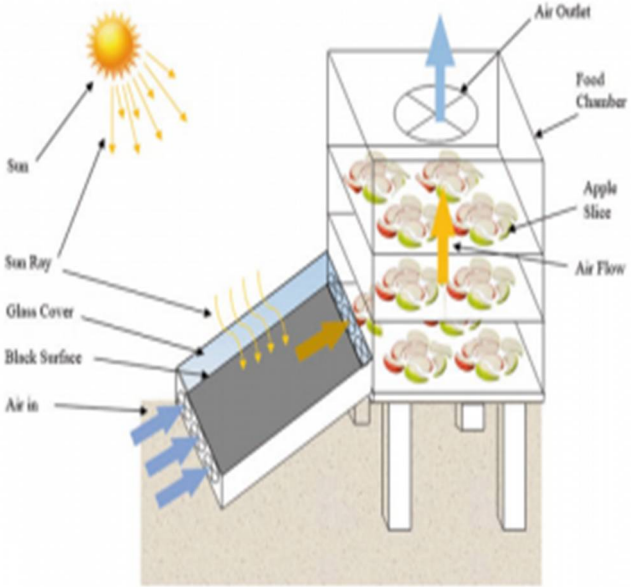
جمهورية السودان

ولاية كسلا

المجلس الولائي للتدريب المهني والتلمذة الصناعية

الأمانة العامة

المجففات الشمسية



اعداد

م/ادريس ابراهيم ادريس

المقدمة

يواجه قطاع الزراعة والاغذية تحديا بارزا في هذه الولاية وكذلك في عموم البلاد يتعلق بالمدخلات الزراعية والتغيرات المناخية والوصول الي الاسواق والاستفادة القصوي من المنتجات اثناء موسمها .

وتعتبر التكنلوجيا الزراعية من الحلول التي تساهم في التخفيف من هذه التحديات وتعزيز قدرات المزارعين علي الصمود .

ويعتبر تجفيف المحاصيل أحد الحلول الفعالة للحد من فقد وهدر الاغذية . وبمقارنة التجفيف تحت أشعة الشمس في الهواء الطلق المعتمد علي نطاق واسع تعتبر المجففات الشمسية أكثر صحية وكفاءه .

كما يمكن استخدامها لمجموعة متنوعة من المحاصيل . وهي تعتمد علي الطاقة المتجددة التي تعتبر طاقة نظيفة تساهم في اصحاح البيئة .

ويعتبر حفظ الأغذية بالتجفيف الطبيعى (باستخدام أشعة الشمس المباشرة) من أقدم الصناعات الغذائية حيث مارسه الإنسان القديم عند وفرة غذائية فى بعض فصول السنة .

وأخذت صناعة التجفيف تنمو رويداً رويدا وتنشر هنا وهناك إلى أن جاءت الحرب العالمية الثانية وشغلت السفن بنقل الجنود والمعدات الحربية فأصبح من الضرورى تجفيف الأغذية لتقليل حجمها حتى تشغل أقل حيز ممكن عند نقلها ، حيث أن معظم أصناف الخضروات والفاكهة التى نتناولها تحتوى على قدر من الماء يصل إلى ٨٥ – ٩٠ % من وزنها . ولما اشتدت الحرب العالمية الثانية وزادت حاجة الجيوش التى كانت بالبلاد فى ذلك الوقت إلى الأغذية المجففة خفيفة الوزن أنشى أول مصنع حديث مجهز بالآلات اللازمة للتجفيف على نطاق كبير فى سنة ١٩٤٣ لتجفيف البصل وبعض الخضروات الأخرى كالجزر والبطاطس والبنجر .وعندما إنتهت الحرب العالمية الثانية توقفت المصانع عن تجفيف باقى الخضروات وجعلت إنتاجها قاصراً على تجفيف البصل الذى وجد رواجاًوإقبالاً عليه فى الأسواق الخارجية .

هنالك تصاميم مختلفة للمجففات الشمسية يمكن تكيفها مع مختلف الظروف المناخية وخصائص المنتجات

كما أنها مناسبة جدا لمنطقتنا التي تنعم بأشعة شمسية لساعات طويلة . ويمكن تنفيذها وتشغيلها بسهولة من قبل المجتمعات .

ملخص

تهدف هذه الحقيبة لتعريف المشارك بما يكفي من المعلومات والمهارات اللازمة للقيام بعملية التجفيف الشمسي للمنتجات الزراعية .

حيث تتناول نبذة قصيرة عن الطاقات المتجددة وأهميتها والطاقة الشمسية علي وجه الخصوص .

ثم مفهوم ومعني ومراحل عملية التجفيف الشمسي ومعايير وأنواع وآلية عمل المجففات الشمسية وأهم المصطلحات التي يجب معرفتها في عمليات التجفيف و التجفيف الصناعي .

ايضا تتناول الحقيبة كيفية تحضير الاغذية قبل التجفيف وأهم التوصيات لسلامة الغذاء وختاما بتعبئة وتغليف المنتج .

الطاقات المتجددة

مصادر الطاقة في الكرة الأرضية متعددة وكذلك حاجة الإنسان للطاقة متزايدة بصورة مستمرة وفقاً للتطور المذهل الذي وصلت له البشرية. لكن الطاقات المتوفرة (بترول وفحم حجري) لها آثار جانبية تتمثل في التلوث البيئي (Environmental Pollution) الناتج عن مخلفات إنتاج الطاقة، هذا بالإضافة بإن مواردها في تناقص مستمر لذلك تم اللجوء إلى أنواع جديدة من الطاقة وذلك بالاعتماد علي المصادر الطبيعية **(شمس/ رياح /مياه)** وهذه تسمي بالطاقات المتجددة. الطاقة تعتبر عنصراًمكملاً للعملية التنموية وتساهم مساهمة فعالة فى تحديد مستوى الرفاهية التى تتمتع بها المجمعات السكانية فى مكان ما والبيئة الى يعيشون فيها بالذات الطاقة الكهربائية. فهى مكون أساسى فى الخدمات التى يحتاجها الإنسان كضخ المياه وإصحاح البيئة، لإنارة الظلمة، إجراء العمليات الإنتاجية والإتصال والترفيه. يمكن مقابلة الطلب على الكهرباء من مصادر متعددة وتعتبر الطاقات الجديدة والمتجددة وبالذات الطاقة الشمسية الأكثر ملائمة لظروف الريف نسبة لطول عمرها، لاتحتاج الي عمالة يومية، قليلة الأعطاب ولا تحتاج إلى تكاليف تشغيل يومية كما هو الحال في مصادر الإمداد الأخرى كمولدات الديزل وغيرها. إرتبط فى السودان إستخدام الطاقة الشمسية بالريف السودانى وقد تم النشر والترويج لكثير من تقنيات الطاقة الشمسية. ساهم فى ذلك إمكانية تكييف هذه التقنيات حسب نوع وحجم الغرض الذى يراد إستخدامها فيه وذلك بإستخدام تقنيات تحويل مختلفة مثل التحويل الحرارى لإنتاج وسط حرارى لإجراء عمليات مثل التجفيف ، الطبخ ، تسخين المياه والتحويل الفوتوضوئي بواسطة الخلايا الشمسية لإنتاج الكهرباء .

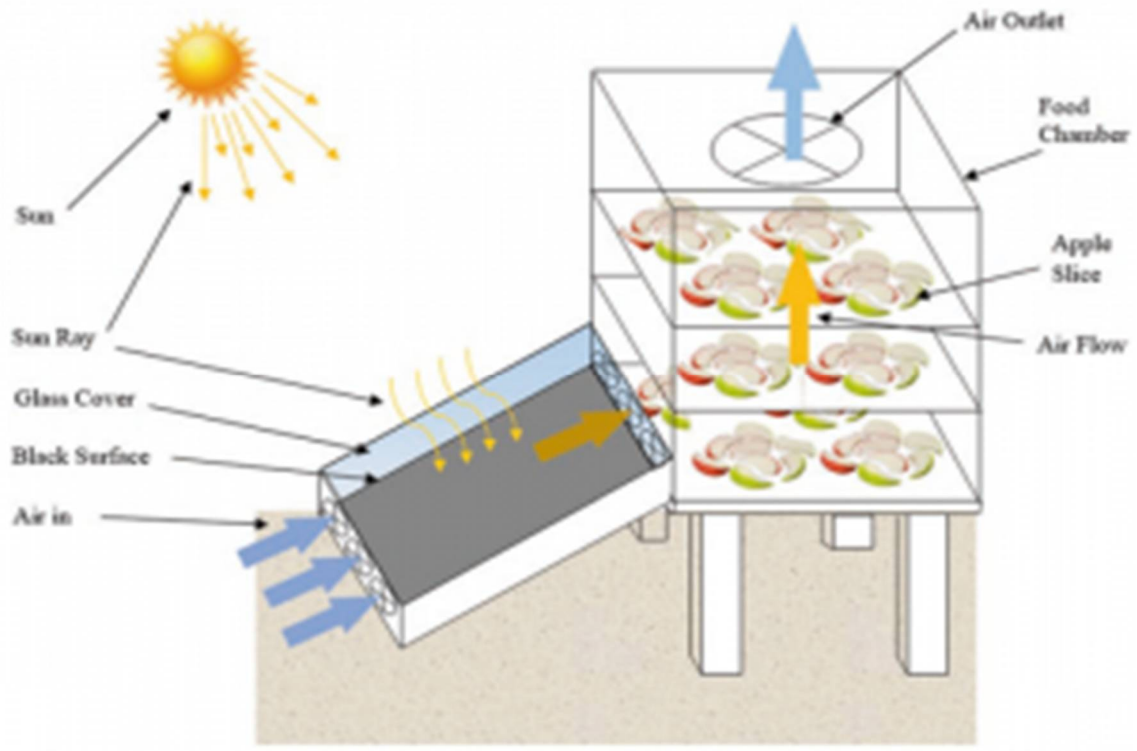
الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقات المتجددة و أهمها الطاقة الشمسية. الشمس عبارة عن كرة هائلة الحجم تتكون من غازات ملتهبة متماسكة بفعل جاذبيتها الذاتية ، هنالك عوامل كثيرة تؤثر على مقدار الأشعة الشمسية فى منطقة ما، مثل عدد ساعات الإشراق الشمسى، موقع المنطقة (خط الطول والعرض)، السحب والرطوبة العالية والغبار العالق حيث يمتاز السودان بمعدل إشعاع شمسى عالي لأنه يقع بين المدارين (مدار السرطان والجدي).

يصل إلى سطح الارض نوعين من الأشعة الشمسية، وذلك بعد إختراقها الغلاف الجوي للأرض وهما:

١- **الأشعة المباشرة**: وهي التي تصل إلى سطح الأرض بدون تشتت.

٢- **الأشعة المنتشرة (الاشعة غير المباشرة)** خاصة إذا كانت هنالك سحب أو غبار.



الخلايا الشمسية

الخلايا الشمسية هي عبارة عن جهاز يقوم بتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء مباشرة مستفيدة من الخصائص الإلكترونية لنوع معين من المواد يعرف بأشباه الموصلات.

تصنيف المواد:

من المعروف أن خواص عنصر ما تتوقف علي عدد الإلكترونات الحرة الموجودة في مستوي الطاقة الأخير لأي ذرة من ذراته لذا يمكن تقسيم المواد الموجودة في الطبيعة حسب ناقليتها للتيار الكهربى إلى ثلاث أقسام:

١. **مواد جيدة التوصيل :-** لوفرة الإلكترونات الحرة بها مثل المعادن (النحاس، الحديد...) وهذه تعرف بالموصلات.
٢. **مواد رديئة التوصيل:-** لندرة الإلكترونات الحرة بها كالخشب والبلاستيك وتعرف بالعوازل.
٣. **مواد شبه موصلة:-** وهى مواد ردئية التوصيل فى درجات الحرارة المنخفضة ولكن في درجة حرارة الجو العادى تكون موصلة، كالسيلكون والجرمانيوم وتعرف بأشباه الموصلات وهى التي تصنع منها الخلايا الشمسية.

الخلايا الشمسية:

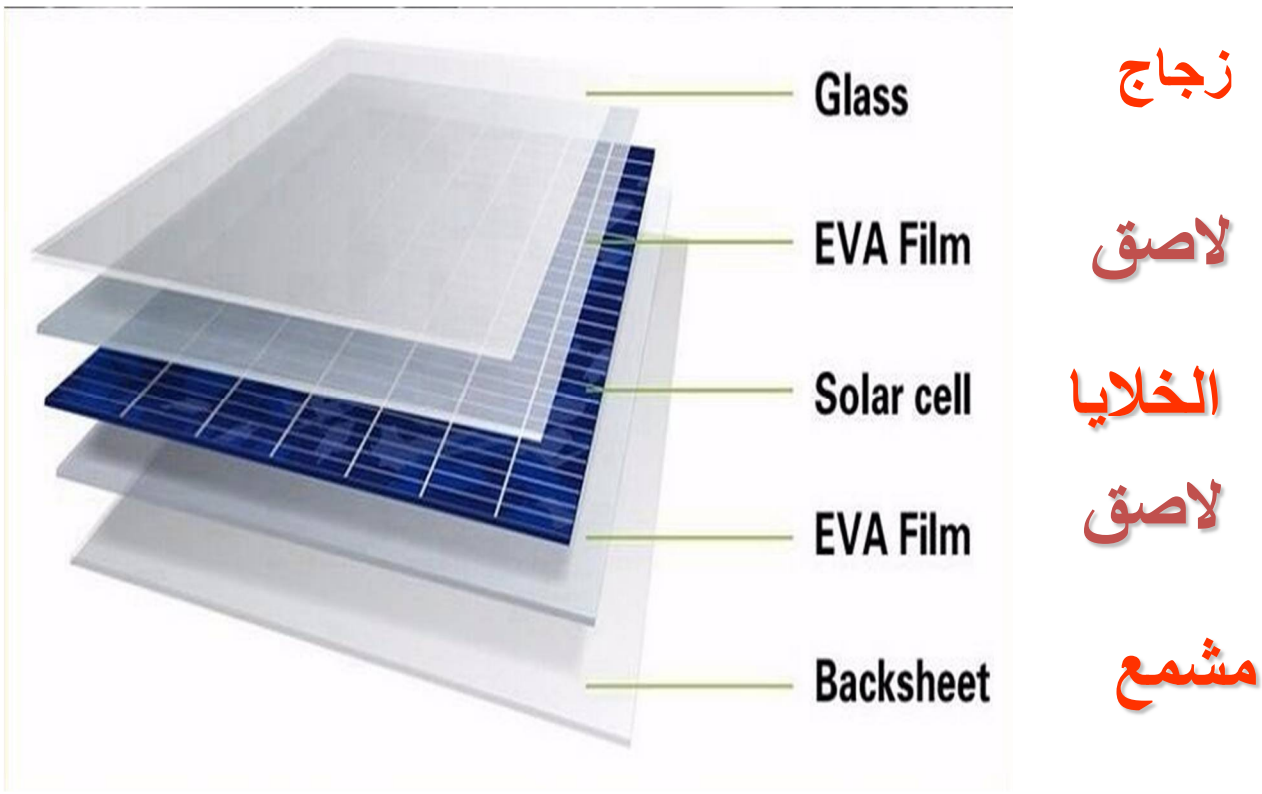
تتكون الخلايا الشمسية من السيلكون المستخدم من الرمل الأبيض بدرجة نقاء عالية ثم تضاف إليه بعض المواد تسمى الشوائب مثل (الفسفور والبورون) تزيد من مقدرته على نقل التيار الكهربي.

تتكون الخلية الشمسية من الآتى :-

١- الطبقة السالبة
٢- الطبقة الموجبة
٣- خطوط عرضية عبارة عن وصلات تساعد فى نقل التيار
٤- باسبار عبارة عن خطين (أو ثلاثة) لتوصيل الخلايا مع بعضها البعض

الالواح الشمسية

وهى مكونه من مجموعة من الخلايا الشمسية موصلة مع بعضها البعض على التوالى. يصمم اللوح الشمسى لشحن البطاريات ١٢ فولت لهذا يتم تركيب وتوصيل عدد ٣٦ من الخلايا الصغيرة على التوالي لتكون اللوح الشمسي.



أجزاء اللوح الشمسي

اللوح الشمسى بعد التجميع

معلومات اللوح الشمسي

Electrical Performance(STC)			
البيان	الإختصار	الوحدة	القيمة
Power output القدرة الصوى	Wp	W	100
Power output tolerances السماحية للقدرة		%	+/-3
Module efficiency الكفاءة		%	15.0%
Voltage at Pmax فرق الجهد عند القدرة القصوى	Vmax	V	17.5
Current at Pmax التيار عند القدرة الصوى	Imax	A	5.71
Open-circuit voltage فرق الجهد والدائرة مفتوحة	Voc	V	22
Short-circuit currentشدة التيار والدائرة مقصرة	Isc	A	6.18

كيفية وضع الألواح الشمسية

- فى نصف الكرة الشمالى – ناحية الجنوب.
- توضع بزاوية ميلان خط عرض المكان المراد ان توضع فيه.
- الزوايا القياسية: ٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥
- لايأتي إليه الظل صباح- مساء.
- النظافة من الأتربة والأوساخ

التجفيف

التجفيف عبارة عن وسيلة لحفظ الأغذية، والتي تتضمن إزالة الماء من الطعام، مما يعمل على منع نمو البكتريا، وقد كانت تتم ممارسة هذه الآلية منذ العصور القديمة؛ حيث كان الهدف منها حفظ الأغذية. ويمكن لجهاز نازع الماء من الأغذية الشمسي أو الكهربي الإسراع من عملية التجفيف بشكل كبير، مع ضمان الحصول على نتائج أكثر ثباتًا. فعادةً ما يتم التخلص من المياه عن طريق التبخر (التجفيف بالهواء أو التجفيف بالشمس أو التدخين أو التجفيف بالرياح) ولكن، في حالة التجفيف بالتجميد، يتم أولًا تجميد الأغذية، وبعدها تتم إزالة الماء عن طريق التسامي. وتحتاج البكتيريا والخمائر والفطريات إلى الماء الموجود في الأغذية حتى تنمو، ويعمل التجفيف بشكل فعال على منعها من العيش في الأطعمة.

البصل قبل وبعد التجفيف

تعريف التجفيف من الناحية الكيميائية البحتة :

يعرف التجفيف من الناحية الكيميائية البحتة بأنه عبارة عن معاملة المادة الرطبة بطريقة مناسبة لفصل ما تحتويه من رطوبة عن الجزء الجاف ، والطرق إلى ذلك عديدة منها :
(الترسيب الكيماوى – الامتصاص – التبخير – الطرد المركزى – تحليل الماء إلى أكسجين وهيدروجين) .

تعريف التجفيف من ناحية الصناعات الغذائية :

ويعرف التجفيف من ناحية الصناعات الغذائية بأنه عبارة عن خفض ما تحتويه المادة الغذائية من رطوبة لرفع تركيز المواد الصلبه بالقدر الكافى لتثبيط عوامل الفساد (ميكروبات – انزيمات – تفاعلات كيميائية) مع المحافظة على أكبر قدر ممكن من خصائص المادة الطبيعية والكيميائية الحيوية . ففى الفاكهة يتم خفض نسبة الرطوبة إلى ١٦ – ٢٢ % وفى الخضر يتم خفض نسبة الرطوبة إلى ٤ – ٦ % أى أن عامل الحفظ فى التجفيف عموماً هو خفض درجة الرطوبة إلى الحد الذى يثبط نشاط الأحياء الدقيقة والأنزيمات ويقلل التفاعلات الكيميائية التى تؤدى للفساد . ويشترط فى المادة الغذائية الجافة سرعة تشربها بالماء عند نقعها فيه مسترجعة أكبر قدر ممكن عملياً من صفات المادة الغذائية الطازجة .

مزايا و عيوب عملية الحفظ بالتجفيف .

أولاً : مزايا الحفظ بالتجفيف :

· يعتبر الحفظ بالتجفيف من أكثر طرق الحفظ استخداماً لانخفاض التكاليف ورخص ثمن العبوات وعدم الحاجة إلى التخزين داخل مخازن مجهزة تجهيز خاص كالثلاجات .

· الرخص النسبى لثمن المواد الجافة تبعاً لانخفاض نفقات صناعتها وعدم الحاجة لإستعمال مواد ثانوية تزيد قيمتها مثل السكر والعلب وخلافها .

· قلة وزن وحجم المواد المجففة وبالتالى سهولة النقل والتخزين .

· احتفاظ بعض المواد الغذائية المجففة بصفاتها الطبيعية وصلاحيتها للتخزين وبقاءها بدون تلف خصوصا عند العناية بتصنيعها وتخزينها .

· بعض الأغذية المجففة أصبحت مألوفة للمستهلك مثل الشاى واللبن والبن والنعناع .

· تفيد فى إعداد وجبات الطوارىء والحروب والكوارث .

· الاحتفاظ بالمادة الغذائية عند ندرتها وبالتالى تنظيم عمليات العرض والطلب .

ثانياً : عيوب عملية الحفظ بالتجفيف :

· تختلف صناعات الأغذية المجففة عن الطازجة من حيث الطعم والمظهر والقوام بقدر يختلف حسب نوع المادة وطريقة تجفيفها .

· لها تأثير فسيولوجى سيىء عند مداومة التغذية عليها .

· قصر مدة حفظها لتعرضها لفتك الحشرات عند عدم العناية بالتخزين أو التصنيع .

· تفقد بعض المواد المجففة بعض صفاتها الحسية وبعض من قيمتها الغذائية سواء اثناء التجفيف أو التخزين .

· شدة تغير لون المنتجات واكتساب معظم الخضروات الجافة طعم غريب .

· تحتاج الأغذية المجففة عند تحضيرها للاستهلاك إلى عملية نقع لتتشرب بالماء ثانية ويستغرق ذلك مدة تطول أو تقل حسب نوع المادة وطريقة التجفيف .

· مدة حفظ الأغذية بالتجفيف قليلة بالمقارنة بطرق الحفظ الأخرى خاصة عند ارتفاع نسبة الرطوبة بها .

بعض المصطلحات الهامة فى التجفيف .

نسبة الانكماش :

يقصد به النسبة بين كمية المادة الخام الكلية بقشورها وأجزائها الغير مرغوبة مثل البذور وغيرها وكمية المادة المجففة الناتجة . فإذا قيل أن نسبة الانكماش فى البطاطس ٧ : ١ فمعنى ذلك أن كل ٧ كيلو بطاطس خام يدخل إلى المصنع تعطى كيلو جرام واحد من البطاطس المجففة .

نسبة التجفيف :

هى نسبة توضح النسبة بين كمية المادة الداخلة للتجفيف وكمية المادة الناتجة المجففة . أى النسبة بين كمية المادة بعد ازالة قشورها والأجزاء غير المرغوب فيها وبين كمية المادة المجففة الناتجة ويعبر عنها هكذا على سبيل المثال ٥ :١ ومعنى ذلك أن كل ٥ أوزان من المادة الداخلة إلى المجفف تعطى بعد تجفيفها وزناً واحداً من المادة المجففة ودائماً يكون الرقم الثانى واحد صحيح .

نسبة التشرب :

عبارة عن النسبة بين كمية المادة بعد التشرب وكميتها قبل التشرب ويعبر عنها بالنسبة ٦ : ١ أو ٨ : ١ . ومعنى أن نسبة التشرب لمادة مجففة ٦ : ١ هو أن كل ٦ أوزان من المادة بعد التشرب تنتج من وزن واحد من المادة الجافة .

تأثير التجفيف على المواد الغذائية

أولا : تأثير التجفيف على القيمة الغذائية :

تتأثر القيمة الغذائية للأغذية المجففة بعمليات السلق وطريقة السلق وطريقة التجفيف ونسبة الرطوبة فى الناتج النهائى والخواص الطبيعية للمادة الغذائية وطريقة التغليف وكذلك ظروف التخزين . أثناء التجفيف تقل كمية بعض الفيتامينات فى المادة الغذائية كفيتامين ج بصورة تتوقف على ظروف التجفيف ذاتها ففى الخضار المجفف بعد السلق تنخفض نسبة هذا الفيتامين إلى النصف كما يقضى التجفيف الشمسى للفواكه على معظم محتواها من فيتامين ج ويزداد ثبات فيتامين ج أثناء تخزين الأغذية المجففة بإنخفاض نسبة الرطوبة فيها وبإنخفاض درجة حرارة التخزين ، وبتعبئة المواد الغذائية المجففة فى جو من ثانى أكسيد الكربون أو النيتروجين فإنه يساعد على احتفاظ المواد المجففة بالكاروتين وحمض الاسكوربيك .

كما أن عملية الكبرته تؤدى لتلف جزء من فيتامين (ب١) (الثيامين) فى حين أن باقى فيتامينات مجموعة فيتامين (ب) لا تتأثر أثناء التجفيف . وجدير بالذكر أن عمليات الكبرته والتجفيف بمعزل عن الهواء يحافظ على اللون الأخضر أما الكاروتين العديم الشبع فإنه يتعرض أثناء التجفيف للأكسدة والتحلل فعل العديد من العوامل معطيا مواد عديمة القيمة الغذائية ذات طعم ونكهة غير مرغوبة أحياناً .

كما أن عملية التجفيف لا تؤثر على الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة فى البروتين وقد يحدث تغير فى التركيب الطبيعى للبروتين يجعله أسهل هضماً ويزول الأثر الضار لبعضها على بعض الناس . إلا إن القيمة الغذائية للبروتين تنخفض تحت ظروف التخزين السيئة .

وبالنسبة للكربوهيدرات فإن معظم التغيرات التى تحدث لها أثناء التجفيف تكون نافعة وتؤدى إلى زيادة قابلية الجسم للاستفادة منها ، كما يحدث تغييرات فى الجدر الخلوية تؤدى إلى سهولة وصول العصارات الهاضمة للخلية والاستفادة من محتوياتها . إلا أنه قد ينتج أثناء التخزين تحولات فى المواد الكربوهيدراتية تؤدى لتكوين مركبات ضارة صحياً مثل مركب هيدروكسى ميثيل فورفورال .

ويحدث للدهون أثناء التجفيف والتخزين بعض التغيرات نتيجة نشاط انزيم الليبيز أثناء عملية التجفيف ذاتها أو فى ظروف التخزين غير المناسبة مما يؤدى إلى التحلل المائى للدهون الذى ينتج عنه أحماض دهنية قصيرة السلسلة الكربونية تسبب الرائحة الكريهة (التزنخ) .

ثانياً : تأثير عملية التجفيف على عوامل الفساد

١- تأثير التجفيف على الأحياء الدقيقة :

الغرض الرئيسى من التجفيف هو خفض المحتوى الرطوبى للأغذية والذى يحد من نمو الأحياء الدقيقة (بكتريا – فطريات – خميرة) ويعتمد ذلك على المحتوى الرطوبى للغذاء ، وفى المنتجات المجففة يتوقف نمو الأحياء الدقيقة على النشاط المائى للغذاء وتركيبه ومقدرته على إمتصاص الماء . وبصفة عامة فإن الفطريات تنمو على نشاط مائى أقل من الخمائر التى تنمو على نشاط مائى أقل من البكتريا ، ولذلك فإن الفطريات تعتبر أهم الأحياء الدقيقة التى تنمو فى الأغذية المجففة يليها الخمائر ثم البكتريا .

ومما هو جدير بالذكر أن تعبئة المواد الغذائية المجففة فى عبوات سليمة غير منفذة للرطوبة تؤدى إلى إيقاف نمو الأحياء الدقيقة . ويمكن خفض النشاط المائى بإضافة المواد الصلبه الذاتية مثل السكر والملح .

٢- تأثير التجفيف على التفاعلات الكيميائية :

تنشط التفاعلات الكيميائية أثناء عملية التجفيف والتخزين للمواد الغذائية نظرا لارتفاع درجات الحرارة وأهم هذه التفاعلات الضارة تفاعل ميلارد والتزنخ الأوكسيدى للدهون ، وهما تفاعلان متسلسلان يؤديان إلى تكوين مركبات ذات طعم ونكهة غير مرغوبة . كما ينتج عن تفاعل ميلارد (تفاعل بين مجموعة الالدهيد أو الكتيون فى السكر ومجموعة الأمين فى الحامض الأمينى) لون بنى غامق وهذا ما يعرف بالتلون البنى غير الأنزيمى ، وقد وجد أن ارتفاع نسبة الرطوبة للمادة الغذائية ينشط تفاعل ميلارد إلا أنه يثبط التزنخ الأوكسيدى ووجود المعادن و الاوكسجين ينشط من التزنخ الأوكسيدى . فى حين أن المعاملة بثانى أكسيد الكبريت تقلل من تفاعل ميلارد .

٣- تأثير التجفيف على الانزيمات المؤكسدة :

ينخفض نشاط الانزيمات بانخفاض نسبة الرطوبة فى المادة الغذائية حيث يصبحضئيلاً جداً عند نسبة رطوبة ١ % . اما نسبة الرطوبة العالية فى المادة الغذائية فتسبب الكثير من المشاكل مما يتحتم معه التخلص منها عن طريق التجفيف ويتم ذلك بالحرارة ، وتعتبر الحرارة الجافة أقل فاعلية فى قتل الانزيمات من الحرارة الرطبة . وتستخدم أيضاً الكيماويات لتقليل نشاط الإنزيمات ، وأهم الكيماويات المستخدمة هى مركب ثانى أكسيد الكبريت بالنسب المقررة . ويجب أن يختبر تمام قتل الإنزيمات خاصة المؤكسدة منها (الكتاليز أو البيروكسديز) لأنها تسبب التلون البنى الانزيمى وجدير بالذكر أن هذه الانزيمات قد تنشط أثناء عملية التجفيف على درجة أقل من ٧٠ درجة مئوية .

التجفيف الطبيعي أو الشمسي

فى هذا النوع من التجفيف تستخدم الحرارة الناتجة من أشعة الشمس لتبخير كمية كبيرة من الماء أو الرطوبة التى تحتويها المواد الغذائية . وتحتاج هذه العملية إلى شمس ساطعة وحرارة مناسبة وبجانب ذلك تحتاج إلى مناشر" حوشات للتجفيف "

تجفيف طبيعي شمسي لمحصول الطماطم

مزايا التجفيف الشمسى :

· عدم الحاجة إلى إستعمال آلات لتوليد الحرارة اللازمة للتجفيف .

· رخص تكاليف الإنتاج حيث لا يحتاج إلى عناية كبيرة أو خبرة ودراسة فنية عالية لسهولة أدائه و إنتاجه .

· عدم الحاجة إلى رؤوس أموال كبيرة وفى إمكان الفلاح العادى أن يقوم به .

عيوب التجفيف الشمسى :

· استخدام عدد كبير من العمال لحمل الصوانى وتقليبها .

· عدم التحكم فى نسبة الرطوبة النهائية للمادة المجففة .

· تعرض الأغذية المجففة لفقد بعض مكوناتها من الفيتامينات كما تتعرض إلى تغير اللون .

· تتعرض بعض المواد المجففة لعبث الحشرات والطيور عند التجفيف فى المنشر وتعرضها إلى الأتربة والندى مما يؤدى إلى تلفها .

· تحتاج الثمار المراد تجفيفها على مناشر كثيرة مما يعطل مساحة كبيرة من الأرض عن الإستغلال .

· الأغذية المجففة شمسياً أقل جودة من المجففة صناعياً .

أنواع المجففات الشمسية

تنقسم المجففات الشمسية الي ثلاث أقسام :

١- المجففات الشمسية المباشرة
٢- المجففات الشمسية غير المباشرة
٣- المجففات الشمسية الهجين

ويتكون كل قسم من الاقسام الي مجفف سلبي ومجفف ناشط .

١- المجففات الشمسية المباشرة :

يتكون هذا النوع من خزان مغلق مغطي بأغطية شفافة تسمح للاشعاع الشمسي بتسخين المنتج مباشرة .

وهو نظام بسيط ورخيص ويحمي المنتجات المجففة من التلوث بالمقارنة مع التجفيف تحت أشعة الشمس في الهواء الطلق .

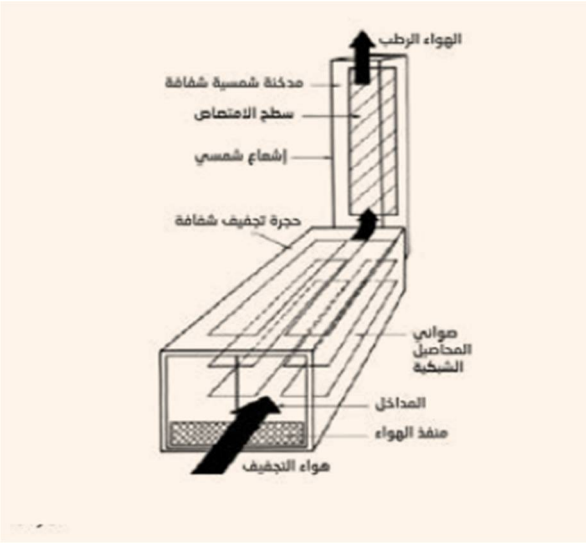
- المجفف الشمسي المباشر السلبي .

يتميز بتصميم بسيط . حيث يتكون من حجرة تجفيف وهي عبارة عن علبة معزولة مع وجود مدخل ومنفذ لضمان دوران الهواء .

وهنالك قطعة شفافة يمكن أن تكون من الزجاج أو البولي ايثلين . تسمح هذه القطعة الشفافة بنقل الاشعاع الشمسي الي المنتج الموضوع في حجرة التجفيف . في حين يدور الهواء الساخن في المجفف بسبب الفرق في الكثافة . ويوجد به منفث أو مدخنة للسماح بخروج الهواء الرطب .

وهو مناسب لتجفيف الفواكه والخضار والاعشاب والتوابل . وتختلف كفاءته من ٢٠ الي ٤٠% حسب نوع المنتج والموقع الجغرافي ومعدل تدفق الهواء اعتمادا علي درجات الحرارة .

ويوجد منه المجفف الصندوقي ومجففات الدفيئة وغيرها .



مجفف شمسي مباشر سلبي

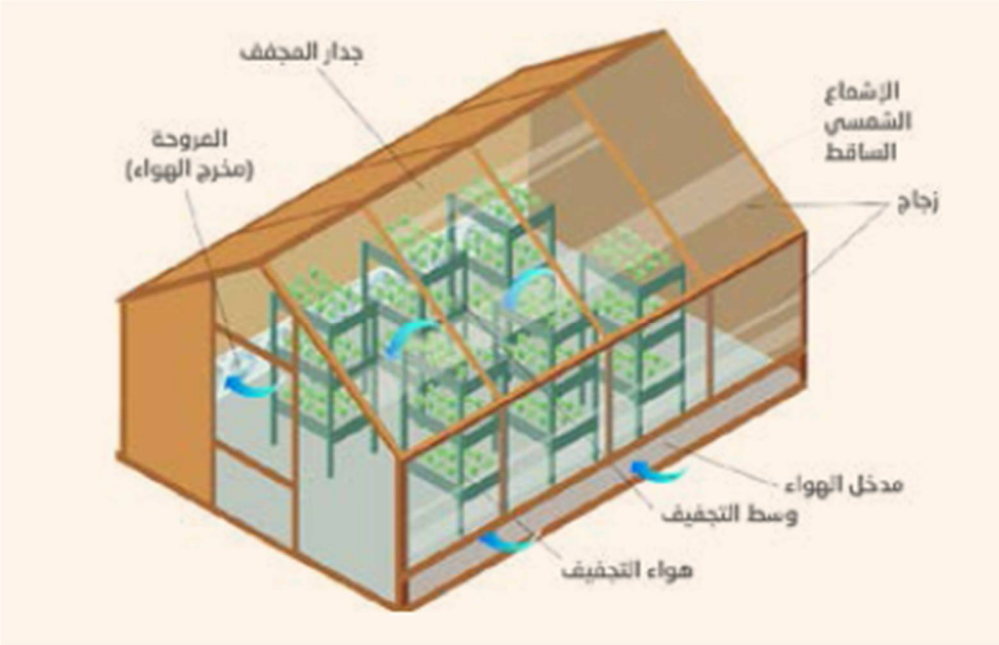
- المجفف الشمسي الناشط

كما هو الحال في المجففات السلبية المباشرة تمتص المحاصيل الاشعاع الشمسي المباشر من خلال الاغطية الشفافة . ولكن هنا في النوع النشط يتم تعزيز دوران الهواء بواسطة مروحة العادم التي يمكن تشغيلها علي الطاقة الشمسية الكهروضوئية . أو الكهرباء .

وهي أكثر تكلفة من النوع السلبي وتتطلب مهارات في مجال التشغيل والصيانة . وهي أكثر ملاءمة من المجففات السلبية للمحاصيل ذات محتوي الرطوبة العالية .

ولتعمل بكفاءة عالية لابد من التحكم الجيد في درجات الحرارة المثلي وتدفق كتلة الهواء .

ويوجد منها أشكال عدة .



مجفف شمسي مباشر ناشط

٢- المجففات الشمسية غير المباشرة :

في هذا النوع لايتعرض المنتج لأشعة الشمس المباشرة . ويتكون هذا النوع من وحدتين رئيسيتين هما :

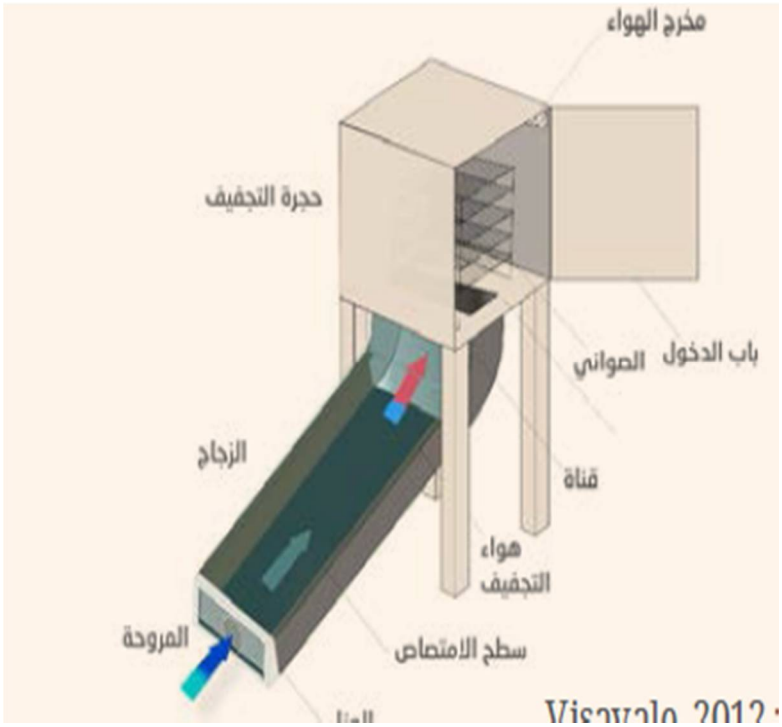
- مجمع الطاقة الشمسية الذي يجمع الاشعاع الشمسي من خلال أغطية شفافة .
- خزان التجفيف وهو عبارة عن مقصورة غير شفافة يتم وضع المنتج المراد تجفيفه بها .

ويسمح مجمع الطاقة بتسخين الهواء المحيط الذي يتدفق من خلال قنوات الهواء الي خزانة التجفيف حيث يتم تخزين المنتج علي صواني شبكية او رفوف .

وهي تتطلب وقتا أقل للتجفيف مقارنة بالمجفف المباشر . وتحافظ بشكل أفضل علي جودة المنتجات المجففة وعلي ألوانها ومحتواها من الفيتامينات . وذلك عن طريق تجنب تعرضها المباشر للاشعاع الشمسي . غير أنها أكثر تعقيدا من المجففات المباشرة وتتطلب مزيدا من الصيانة .

وهي تنقسم الي قسمين (سلبي ، ناشط) .

مجفف شمسي غير مباشر سلبي



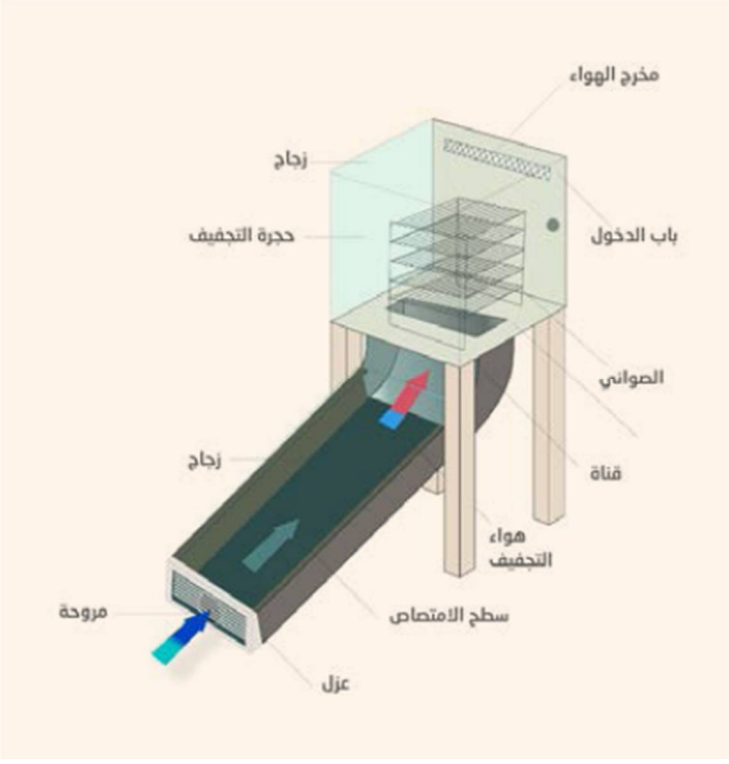
مجفف شمسي غير مباشر ناشط

٣- المجففات الشمسية الهجين :

وهي تجمع بين خصائص المجففات الشمسية المباشرة وغير المباشرة . حيث يتم تجفيف المنتج من خلال الجمع بين الاشعاع الشمسي المباشر وتدفق الهواء المسخن مسبقا في مجمع الطاقة الشمسية .

وهي أيضا تنقسم الي قسمين (سلبي ، ناشط) .

مجفف شمسي هجين سلبي



مجفف شمسي هجين ناشط

تحضير الأغذية للتجفيف

أولا تبدأ عملية تحضير الاغذية للتجفيف باختيار الخضروات والفواكه المراد تجفيفها .

أختيار الخضروات :

يتم اختيار الخضروات الطازجة الطريه والناضجة كما موضح في الشكل أدناه .

خضروات صالحة للتجفيف

وينبقي تجنب الخضروات غير الناضجة وذلك لان لونها ونكهتها يميلان لان يكونا رديئين أو غير مناسبين . كما ينبقي تجنب الخضروات مفرطة النضج أو التي تميل الي القساوة (عسيرة المضغ) أو المتخشبة أو الليفية . ومن أجل الحصول علي خضروات مجففه ذات نوعية وقيمة غذائيةجيدة يفضل تجفيفها بعد الجني مباشرة .

اختيار الفواكه :

يتم اختيار الفواكه الصلبة تامة النضج للتجفيف . ويتم التعامل معها بلطف ويتم اخضاعها للتجفيف بعد الجني مباشرة . لان الثمار الجاهزة للتجفيف تكون سريعة العطب .

فواكه صالحة للتجفيف

ثانيا تتم عملية تحضير الاغذية للتجفيف كالاتي :

الخضروات :

تغسل الخضروات بماء بارد قبل البدء بعملية التجفيف مباشرة . ولايسمح بنقعها في الماء . واذا كانت الخضروات مغطاه بالتربة تغسل في ماء جار لمنع بقاء الاوساخ في الغذاء. وينبقي تقشير معظم الخضروات وازالة الاجزاء التي لاتؤكل ومن ثم تقطع وتحول الي شرائح . أو تجزأ الي قطع صغيرة متجانسة . ومع أن تقشير بعض الخضروات مثل ثمار الكوسا الصغيرة وجزور الجزر المغسولة جيدا يعد أمرا اختياريا .

فان الخضروات غير المقشرة تصبح أقسي عندما تجفف . وتزال الاجزاء الليفية والمتخشية والتالفة من الخضروات قبل التجفيف . ويمكن تقطيع الخضار بواسطة قطاعة خضار .

ولتحضير الخضروات والفواكه للتجفيف تزال الاجزاء التالفة أوالتي لاتؤكل . وتقطع الي شرائح قرصية أو مستطيلة . ويعتبر السمك بمقدار ٨ملم للشرائح سمكا مناسبا .

غسل المنتج المراد تجفيفه

تقطيع المنتج الي شرائح

المعاملة الاولية للمنتج

ترتيب الخضار في صواني التجفيف

الفواكه :

تغسل جميع الثمار بلطف في الماء مباشرة قبل البدء بعملية التجفيف . وذلك من أجل ازالة الاوساخ والبكتيريا والحشرات . كما تغسل الثمار ذات القشور التي لايتم ازالتها مثل الكرز والبرقوق والمشمس بشكل جيد . ولاينصح بنقع الثمار في الماء . وذلك لان النقع لفترة طويلة يمكن أن يسبب تقليل في القيمة الغذائية للمنتج وزيادة المحتوي المائي للثمار مما يزيد من الوقت اللازم للتجفيف .

تزال أعناق الثمار وقشرتها ويمكن ترك القشرة علي بعض الثمار مثل التفاح والدراق . غير ان طعمها يصبح مرا أو يزول اثناء عملية التجفيف

غسل الفواكه لتحضيرها للتجفيف

المعاملة الاولية للفواكه والخضار

مع ان بالامكان تجفيف وتخزين العديد من الثمار دون معاملة أولية . الا أنها بشكل عام تحسن من نوعية الغذاء المعد للتجفيف وخاصة الخضروات . ومن الاسباب الرئيسية الداعية لاجراء المعاملة الاولية للغذاء قبل التجفيف ما يلي :

١- الحفاظ علي لون ونكهة الغذاء
٢- تقليل الفاقد في القيمة الغذائية
٣- ايقاف تحلل المنتج بفعل الانزيمات
٤- ضمان تجفيف أكثر تجانسا
٥- اطالة فترة التخزين للمواد المجففة

ومن أهم طرق المعالجة الاولية للفواكه والخضروات مايلي :

الفواكه : الغمس في حمض الاسكوربيك أو حمض الستريك (خمض الليمون) أو في محلول ملحي أو محلول تبييض أو العسل أو المعاملة بالكبريت أو محاليل الكبريتيت .

الخضروات : التبييض بالبخار أو التبييض بالماء

التجفيف الصناعي

يقسم التجفيف حسب الطرق المتبعة فى إجرائه إلى نوعين هما :

التجفيف الشمسى (التجفيف الطبيعى) الذي سبق ذكرة . و **التجفيف الصناعى** . ففى التجفيف الشمسى أو الطبيعى تستخدم حرارة الشمس كمصدر طبيعى للحرارة ويستخدم الهواء الجوى كوسيلة لامتصاص ونقل الرطوبة المتبخره من المواد الغذائية للتخلص مما بها من رطوبة زائدة عن النسبة المسموح بها بعد التجفيف . أما فى التجفيف الصناعى فيتم إزالة الرطوبة الزائدة من المواد الغذائية بواسطة تنظيم درجة الحرارة وسرعة الهواء والرطوبة النسبية به صناعياً ، كما يتم التحكم فى مدة التجفيف وفى النسبة المئوية للرطوبة فى المادة الغذائية بعد التجفيف . ويتم ذلك فى أفران خاصة تعرف بالمجففات وهى متعددة الأشكال والألوان وقد تكون هذه المجففات مخلخلة الهواء للمحافظة على أكبر قدر ممكن من القيمة الغذائية للمادة .

مجفف صناعي يعمل بالكهرباء

ويتميز التجفيف الصناعي عن التجفيف الطبيعي بجودة الناتج وارتفاع قيمته الغذائية ، كما أنه يمكن اجراؤه في أي وقت وفى أي بلد وفى مدة قصيرة . و الاساس الأول في التجفيف الصناعي استخدام درجة حرارة مناسبة لتعطى مادة مجففة ذات طعم مقبول ولون جذاب وتقلل من نسبة فقد المواد الغذائية والفيتامينات . وتتراوح درجة الحرارة المناسبة للتجفيف ما بين ٥٠ – ٨٠ درجة مئوية .

كيفية استخدام درجة الحرارة في التجفيف :

تولد الحرارة المطلوبة للتجفيف من الكهرباء أو الخشب أو المازوت أو السولار أو من الديزل ، وتعتبر الكهرباء أفضلها إلا أنها اكثرها تكلفة ، وتستخدم الحرارة أما عن طريق تسخين المادة تسخيناً مباشراً أو تسخيناً غير مباشر .

ففي التسخين المباشر يتم إمرار الهواء الساخن – الناتج من مصادر الحرارة المشار إليها – على المواد المراد تجفيفها مباشرة بدون وجود حائل يمنع إتصال الهواء الساخن بهذه المواد ، ويعاب على هذه الطريقة تعرض المواد الغذائية المجففة للاحتراق أو الاسمرار أو الاتساخ بذرات الاحتراق ، وتمتاز هذه الطريقة بانخفاض تكاليف التجفيف .

أما فى التجفيف بالتسخين غير المباشر يتم رفع درجة حرارة الهواء الملامس للمادة الغذائية عن طريق ملامسته لأسطح الأفران المستعملة أو الأنابيب المسخنه بالكهرباء أو بالبخار المضغوط .

علاقة العمليات الزراعية بصناعة التجفيف :

تتوقف صفات ثمار الفاكهة والخضر الجافة على عمليات الزراعة ولذلك يجب العناية بحدائق الفاكهة والخضروات المعدة ثمارها للتجفيف فتختار الأراضى الصالحة للزراعة والأصول الجيدة للتطعيم حتى لا تتعرض الأشجار للأمراض الفطرية أو الآفات الحشريةوفضلاً عن ذلك يجب أن يقتصر على إكثار الأصناف الصالحة للتجفيف وإتباع الطرق المنتظمة للزراعة من رى وتسميد وتقليم وخف وخلافها من العمليات التى يتسنى إنتاج ثمار جيدة كبيرة الحجم خالية من الآفات أى فى حالة صالحة للتجفيف .

ويعتبر موضوع الرى كعامل من عوامل الزراعة المهمة التى تتوقف عليها إلى حد كبير مدى صلاحية الثمار للتجفيف . فتتوقف درجة تركيز الرطوبة بالثمار على عدد الريات ومواعيدها وكمية المياه المستخدمة فيها ، كما تتوقف على هذه الإعتبارات أيضاً تركيز المواد الصلبه الذائبة وغير الذائبة ولذلك يجب العناية التامة بالرى تبعاً لنوع الثمار وحالة النمو ونوع الأرض والموقع والمنطقة وحالة المناخ .

محصول من الباميه صالح للتجفيف

توصيات سلامة الغذاء

إن الحفاظ على سلامة الأغذية هي عملية معقدة تبدأ في المزرعة وتنتهي عند المستهلك. ويجب مراعاة جميع مراحل السلسلة الغذائية، من الإنتاج، إلى الحصاد، إلى التخزين، إلى الإعداد ومن ثم الى الاستهلاك.

ما هي سلامة الأغذية؟

سلامة الأغذية هي اختصاص أو إجراء أو فعل قائم على العلوم يمنع احتواء الغذاء مواد قد تضر بصحة الإنسان. وتهدف سلامة الأغذية إلى توفير غذاء مأمون لتناوله.

من يضمن سلامة غذائنا؟

على جميع من ينتجون الغذاء ويجهزونه وينقلونه ويخزنونه ويعدونه ويقدمونه ويستهلكونه اتباع ممارسات كفيلة بالحفاظ على سلامة الغذاء. وتؤدي الحكومات دورًا رئيسيًا في وضع التشريعات، وتنفيذ السياسات، وإجراء عمليات التفتيش، وإنفاذ اللوائح، وتثقيف الجمهور والتواصل معه، فضلًا عن الاستجابة لحوادث سلامة الأغذية وحالات الطوارئ عند حدوثها. وبحسب شعار اليوم العالمي للأغذية فإن "سلامة الأغذية مسألة تهم الجميع."

كيف يصبح الغذاء غير مأمون؟

يمكن للغذاء أن يصبح غير مأمون في أي مرحلة من مراحل سلسلة الإمدادات. فقد تدخل الملوثات إلى السلع الغذائية من التربة أو المياه أو الهواء أو المعدات المستخدمة أثناء الإنتاج والتجهيز. وقد يؤدي تخزين الغذاء بشكل غير صحيح ومناولته بطريقة تتنافى وشروط النظافة الصحية ونقله في درجة حرارة غير مناسبة إلى جعل تناوله غير مأمون. كما يستطيع المستهلك أيضًا أن يجعل الغذاء غير مأمون حين لا يطهوه بشكل تام على سبيل المثال.

يرتبط الغذاء غير المأمون بوفاة ما يقدر بنحو مليوني شخص سنوياً، معظمهم من الأطفال. ويُعد الغذاء الذي يحتوي على البكتريا الضارة أو الفيروسات أو الطفيليات أو المواد الكيميائيةمسؤولاً عن ما يزيد على ٢٠٠ مرض تبدأ من الإسهال وتصل إلى السرطان.

وتؤكد منظمة الصحة العالمية على أن السلامة الغذائية تمثل مسؤولية مشتركة. ومن الأهمية بمكان العمل على امتداد سلسلة الإنتاج الغذائي، من المزارعين والمصنعين وحتى البائعين والمستهلكين.

وتقدم منظمة الصحة الوصايا الخمس لضمان مأمونية الغذاء:

الوصية١ : حافظ على نظافتك

الوصية ٢: افصل بين الطعام النيء والطعام المطهو

الوصية ٣: اطه الطعام جيداً

الوصية ٤: احتفظ بالطعام في درجة حرارة مأمونة

الوصية ٥: استخدم المياه والمواد الخام المأمونة

التعاريف والمصطاحات :

النظافة - إزالة الأتربة، وبقايا الأغذية، والقاذورات، والدهون وغيرها من المواد غير المقبولة.
المادة الملوثة - أي مادة بيولوجية أو كيماوية أو غريبة، أو أي مادة أخرى لا تضاف إلى الأغذية عن قصد، مما قد يضر بسلامة الأغذية أو صلاحيتها.
التلوث - تعرض الأغذية أو البيئة التي توجد بها لأي مادة ملوِّثة.

التطهير - خفض الكائنات الدقيقة الموجودة بالبيئة إلى المستوى الذي لا يضر بسلامة الأغذية أو صلاحيتها، وذلك باستخدام المواد الكيماوية أو الطرق الفيزيائية.

النظافة العامة للأغذية - هي جميع الظروف والتدابير اللازمة لضمان سلامة الأغذية وصلاحيتها في جميع حلقات السلسلة الغذائية.

الأخطار - أي مادة بيولوجية أو كيماوية أو فيزيائية توجد في الأغذية أو في الظروف التي تكتنفها مما قد يتسبب في إحداث تأثير ضار بالصحة.

المتعاملون في الأغذية - أي شخص يتعامل بشكل مباشر أو غير مباشر مع الأغذية المعبأة أو غير المعبأة، أو مع المعدات أو الأدوات الغذائية، أو مع الأسطح الملامسة للأغذية، وبذلك يكون مطالبا بالامتثال لشروط سلامة الأغذية.

صلاحية الأغذية - ضمان أن تكون الأغذية مقبولة للاستهلاك الآدمي طبقا للاستخدام المقصود منها.

التعبئه والتغليف والاستخدام

تعد التعبئه والجيدة والتغليف وطرق التخزين من العمليات المهمة جدا . فالتعبئة والتغليف يحميان الغذاء المجفف من الاوكسجين والرطوبة (الفقد او الامتصاص). والضوء والكائنات الحية والدقيقة والافات.

ولهذا ينبقي اجراء هاتين العمليتين بعد التأكد من أن الغذاء قد أصبح جافا بما فيه الكفاية .

عند انتهاء عملية التجفيف يبرد الغذاء المجفف بشكل كامل ويوضع في عبوات نظيفة مقاومة لبخار الماء.

تكييف الفواكه :

عند انتهاء عملية التجفيف قد لاتكون الرطوبة المتبقية في الثمار موزعة بشكل متجانس فيها .

(تكون بعض شرائح الثمار أكثر رطوبة من الاخري) . وذلك لاختلاف أحجام القطع واختلاف مواقعها في المجفف . ولهذا ينبقي تكييف الثمار قبل البدء بتخزينها لفترات طويلة .

اذ يعمل التكييف علي توزيع الرطوبة بشكل مماثل في الشرائح وهو بالتالي يقلل من فرص فساد الغذاء وبخاصة تسبب الفطريات (الاعفان) .

ولاجراء عملية التكييف توضع الفواكة المبردة المجففه في أوعية بلاستيكية أو زجاجية حتي ثلثي سعتها . وتغطي باحكام ويتم رج أو هز الاوعية يوميا علي مدي ٧ــــ١٠ أيام . خلال هذه الفترة تمتص الرطوبة الزائدة في بعض الشرائح من قبل الشرائح الاخري في الثمار الاقل رطوبة (الاكثر جفافا) .

واذا لوحظ تكاثف الماء في الغطاء فعندئذ ينبقي اعادة الثمار الي المجفف لاستكمال تجفيفها .

أما الخضروات فهي تجفف في عملية التجفيف الي مرحلة تصبح فيها خالية من الرطوبة تقريبا . فليس هنالك ضرورة لتكييفها .

أختيار الأوعية للتخزين :

يتصف الوعاء المثالي للغذاء المجفف بأنه :

١- نظيف وصحي
٢- خفيف الوزن
٣- قابل للتدوير
٤- مقاوم للرطوبة
٥- محكم الاغلاق
٦- يحمي ضد الضوء
٧- سهل الفتح والاغلاق
٨- رخيص الثمن

وفي العادة يتم اختيار الاوعية بناء علي نوع الغذاء المجفف وظروف التخزين وطول الفترة .

لاينصح بدمج الاغذية ذات الروائح القوية مثل البصل والملفوف مثلا مع الاغذية المجففه الاخري وذلك لان الاخيرة يمكن ان تكتسب روائح قوية غير مرغوبة .

ويمكن تخزين الفواكه المجففة مدة عام واحد علي درجة حرارة ١٥ مئوية . ومدة سته أشهر علي درجة ٢٦ مئوية .

أما الخضروات فيمكن تخزينها لفترة سته أشهر علي درجة ١٥ مئوية ومدة ثلاث أشهر علي درجة ٢٦ مئوية .

وسم الحزمة :

تلصق علي كل حزمة تحتوي الغذاء المجفف بطاقة تشتمل علي نوع الغذاء وطريقة المعاملة الاولية المستخدمة والتأريخ

وسم الحزمة لزعتر بلدي مجفف

التخزين :

يتصف المكان المثالي لتخزين الغذاء المجفف بأنه مكان بارد ومظلم وجاف . وكلما كان مكان التخزين أكثر برودة كانت فترة التخزين ومدة الصلاحية أطول .

استخدام الاغذية المجففة :

يمكن أكل الفواكه المجففه كما هي أو بعد اعادة تشكيلها .

أما الخضروات فينبقي اعادة تشكيلها قبل استخدامها . ولاعادة تشكيل الخضروات والفواكه يضاف اليهما الماء وتنقع حتي تعود الي الحجم المرغوب . ويراعي تجنب النقع الزائد لأنه يؤدي الي فقدان الغذاء لنكهته .

كما ان الخضروات الورقيه والطماطم لاتحتاج لا تحتاج الي نقع في الماء . ولكن يضاف الماء اليهما بما يكفي لغمرها ثم تغلي حتي تصبح طرية .

أهم المراجع

- دليل التدريب لاستخدام المجففات الشمسية في تجفيف الفاكهة والخضار - الأمم المتحدة الاسكوا ESCWA
- المجففات الشمسية - الأمم المتحدة . الاسكوا ESCWA
- الدليل التدريبي الشامل للتصنيع الغذائي المنزلي - الأقرع .ف.ع. مركزالعمل التنموي فلسطين
- الدليل العلمي لتجفيف الطماطم بالشمس – منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية UNIDO
- قواعد الممارسات الدولية الموصي بها والمبادئ العامة لسلامة الاغذية – منظمة الاغذية والزراعة FAO
- التجفيف الشمسي وسلامة الغذاء – عثمان . ح . ٢٠٢١م
- تقنية التجفيف الشمسي – الجاعوني ٢٠٠٢م – اتحاد لجان العمل فلسطين
- تصميم مجفف شمسي لتجفيف الخضروات - بحث تكميلي للبكالوريوس جامعة السودان
- حقيقة السخان الشمسي – مالك الكباريتي ، عمار الطاهر ، نضال عبدالله ، مظفرعميش – المركز الوطني لبحوث الطاقة ٢٠٠٣م – جامعة الدول العربية .
- التجفيف الشمسي للفواكه والخضروات – محمد سليم علي أشتيه ، رنا ماجد جاموس ٢٠١٠م مركز ابحاث التنوع الحيوي والبيئة - نابلس – فلسطين.

الفهرس

المقدمة	٢
الملخص	٣
الطاقات المتجددة	٤
الطاقة الشمسية	٥
الخلايا الشمسية	٦
الالواح الشمسية	٧
كيفية وضع الالواح الشمسية	٨
التجفيف	٩ ــ ١١
تأثير التجفيف علي المواد الغذائية	١٢ -- ١٣
التجفيف الطبيعي / الشمسي	١٤
أنواع المجففات	١٥ ــ ١٨
تحضير الاغذية للتجفيف	١٩ ــ ٢١
التجفيف الصناعي	٢٢ ــ ٢٣
توصيات سلامة الغذاء	٢٤ ــ ٢٥
التعبئة والتغليف والاستخدام	٢٦ ــ ٢٨
أهم المراجع	٢٩
الفهرس	٣٠