الفصل الثامن

تجفيف الفواكه والخضار

Fruit and Vegetable Dehydration

تمت مراجعة هذا الفصل من قبل الدكتور رياض شاكر
الأستاذ بقسم التغذية وتكنولوجيا الغذاء بجامعة العلوم والتكنولوجيا

(٨,١) مقدمة

Introduction

يعد التجفيف من الصناعات التغذوية القديمة وقد مارسه الإنسان منذ آلاف السنين سعياً وراء حفظ وتوفير غذاءه في الأوقات التي لا تتوفر فيها مثل هذه الأغذية. فقد قام العرب قبل ما يزيد عن ٥٠٠٠ سنة بتجفيف التمور والمشمش والتين والعنب، وقام الهنود بتجفيف البطاطا قبل أكثر من ٢٠٠٠ سنة. وكان للحربين العالميتين الأولى والثانية دوراً في دفع عجلة التجفيف للأغذية إلى الأمام وزيادة الاهتمام به كوسيلة حفظ و انعكس ذلك في صورة تحسينات تم إحرازها في مجالي الأجهزة و الطرق المستخدمة في تجفيف الأغذية بصورة عامة والفواكه والخضار بصورة خاصة. إن الأساس العلمي للحفظ بالتجفيف يعود إلى خفض المحتوى الرطوبي للغذاء إلى نسبة تحول دون نمو الأحياء الدقيقة كما يثبط من نشاط الإنزيمات وهما أهم عاملي فساد في مجال الأغذية، وتقدر نسبة الرطوبة في الأغذية المجففة ما بين ٥-٢٥٪.

إن عملية تجفيف الأغذية تعد أمراً سهلاً في المناطق الحارة حيث لا يستغرق ذلك إلا أياماً معدودة، ويمكن نجاح صناعة تجفيف الأغذية في المناطق الباردة أو المعتدلة باستعمال المجففات الصناعية بدلاً من أشعة الشمس حيث تقوم هذه المجففات باستخدام الحرارة المأخوذة من البخار أو الكهرباء كما تستعمل تيارات الهواء الساخن لهذا الغرض.

لقد زاد الإنتاج العالمي من الفواكه والخضار في العقود القليلة الماضية نتيجة استخدام التقنيات الحديثة في مجالات الزراعة والحصاد والنقل والتصنيع والتخزين. ومع ذلك فإن ما يفقد من هذه الفواكه والخضار نتيجة التلف والفساد يزيد عن ٢٥٪. ومن هنا يأتي دور تقنيات الحفظ في خفض هذه النسبة المرتفعة من الفقد. وتعد تقنية الحفظ بالتجفيف من التقنيات المهمة و الملائمة لحفظ الفواكه والخضار. إن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على القدرة الخزنية للفواكه والخضار المجففة ومنها درجة الحرارة والرطوبة النسبية والضوء ومواد وطرق التعبئة والميكروبات ومحتوى تلك الأغذية من العناصر الندرة. وبناءً عليه يجب حماية الفواكه والخضار المجففة من عوامل الفساد هذه للحفاظ على جودتها وقيمتها التغذوية.

(٨,٢) معاملات ما قبل التجفيف
Drying Pre-Treatments

لا بد من تعريض أغلب الفواكه والخضار لمعاملة أو أكثر من المعاملات التالية قبل تجفيفها: الغسل والتشذيب والتقطيع إلى شرائح و السلق الأولي والتغطيس في محاليل ملحية أو حامضية أو الكبرتة. وتساعد هذه العمليات على الحصول على منتج ذي جودة مرتفعة وقدرة تخزينية عالية، إضافة إلى احتفاظه بقيمته التغذوية و نكهته المميزة.

(٨,٢,١) الحصاد Harvesting

يراعى أن يتم جني الفواكه والخضار التي يراد تجفيفها عند الدرجة المناسبة من النضج والتي تختلف من فاكهة إلى أخرى. لقد كان الحصاد اليدوي هو المفضل في السابق لأغراض تجفيف الفواكه والخضار إلا أن التحسينات التي أدخلت على الحصاد بالطرق الميكانيكية قد غيرت هذه الصورة فأصبح بالإمكان تقليل الكدمات والرضوض إلى أقل مستوى لها، الأمر الذي أدى إلى عدم وجود فروق بين كلا طريقتي الحصاد لأغراض التجفيف. ويتم على النطاق المنزلي اختيار الخضار والفواكه المراد تجفيفها بعناية فائقة، فإن كانت غير طازجة أولا تلائم أغراض الطبخ فإنها

كذلك غير ملائمة للتجفيف. وحيث إن الخضار والفواكه عبارة عن أنسجة حية تمارس عملياتها الحيوية كالتنفس والنتح قبل وبعد الحصاد، فإن عمليات تبريد هذه الفواكه والخضار يعد من الأهمية بمكان لخفض نشاط هذه العمليات الحيوية وخاصة التنفس.

(٨,٢,٢) الغسيل Washing

إنه لمن الأهمية بمكان غسل الفواكه والخضار المراد تجفيفها حيث إن ذلك يحقق العديد من الأهداف والتي منها خفض الحمل الميكروبي و التخلص من الأتربة والغبار. وتتوفر على نطاق المصنع العديد من الوسائل والأجهزة لغسل الفواكه والخضار ومنها رشاشات الماء القوية وأجهزة الغسل الدوارة أو الأسطوانية وما شابه ذلك. أما على النطاق المنزلي فيكتفى عادة بتغطيس الفواكه والخضار في ماء نظيف عدة مرات.

(٨,٢,٣) التقشير والتقطيع وإزالة النوى واللب

Peeling, Cutting, Pitting and Coring

تعد عملية التقشير ضرورية لبعض الفواكه و الخضار قبل تجفيفها ومنها الجزر والتفاح والبطاطا. ففي حالة الجزر قد يتم التقشير باستخدام المحاليل القلوية أو الملحية الساخنة أو بعملية الكشط أو استخدام البخار المضغوط. بينما في حالة التفاح فتتم عملية التقشير ميكانيكياً باستخدام السكاكين، في حين يتم تقشير البطاطا يدوياً على النطاق المنزلي وباستخدام الطريقة القلوية الجافة Dry caustic process على نطاق المصنع. وتمتاز الطريقة الأخيرة من طرق التقشير بأنها تستعمل كميات قليلة من الماء وتسهم إلى حد ما في تقليل التلوث البيئي. وحديثاً بدأ استخدام أبخرة الأمونيا والإنزيمات لأغراض تقشير الفواكه والخضار على نطاق المصنع.

يتم تجفيف بعض الفواكه و الخضار في صورتها الكاملة دون تقطيع كالعنب والتين، بينما يحتاج البعض الآخر إلى التقطيع إما في صورة شرائح أو مكعبات ..إلخ. ومن أحدث تقنيات التقطيع التي بدأ استخدامها على نطاق المصنع التقطيع باستخدام تيارات الماء المضغوط. وتحتاج بعض الفواكه إلى إزالة النوى و التصنيف كما هي الحال

في الخوخ و المشمش وذلك قبل تجفيفها، بينما يحتاج التفاح مثلا إلى التقشير وإزالة القلب Coring وكذلك التقطيع إلى شرائح Slicing.

(٨,٢,٤) التغطيس Dipping

تعد عملية التغطيس إحدى العمليات التي تسبق عملية تجفيف الخضار والفواكه. وقد يكون المغطس محلولاً قلوياً أو حامضياً، وساخناً أو بارداً. ومن الفواكه التي يتم تغطيسها قبل تجفيفها العنب والبرقوق. يتم تغطيس العنب عادة في محلول قلوي ساخن (هيدروكسيد الصوديوم) يبلغ تركيزه في حدود ٠,٥ ٪ ودرجة حرارته ما بين ٩٠-١٠٠م. وتعد عملية التغطيس من العوامل المتغيرة وهي عادة ما بين ثوان إلى بضع دقائق. ويؤدي التغطيس في المحاليل القلوية إلى إحداث شقوق دقيقة في القشرة الخارجية لثمار العنب الأمر الذي يسهل خروج الماء وتسريع عملية التجفيف.

ويستخدم التغطيس في المحاليل الحامضية أما كبديل أو كمكمل لعملية الكبرتة للحصول على لون أفضل. ومن أكثر المحاليل الحامضية المستعملة في التغطيس محلول حامض الأسكوربيك بتركيز ١٪ أو محلول حامض الماليك بتركز ٢٥,٠ ٪.

(٨,٢,٥) الكبرتة أو التغطيس في محاليل كبريتية

Sulfuring or Dipping in Sulfiting Solutions

تتم هذه العملية بهدف حماية لون الفواكه والخضار المجففة عن طريق وقف ما يسمى بتفاعلات ميلارد اللونية. ومن بين الطرق التي يمكن استخدامها في مجال الكبرتة حرق الكبريت وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكبريت أو استخدام غاز ثاني أكسيد الكبريت المعبأ في أسطوانات. وتعد هذه الطريقة أفضل من الأولى. والطريقة الثالثة تتلخص في التغطيس في محاليل كبريتية تركيزها ما بين ٥-٧٪ لمدة ٣٠ ثانية. ويوجد العديد من العوامل التي تؤثر على امتصاص الفواكه والخضار لثاني أكسيد الكبريت ومنها درجة الحرارة وتركيز المحلول ونوع الفواكه والخضار ...إلخ. ويبلغ تركيز ثاني أكسيد الكبريت الذي يسمح بوجوده في الفواكه والخضار المجففة ما بين ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ جزء بالمليون

وحسب الأنظمة المعمول بها. فمثلاً في حالة بعض الخضار كالجزر والبطاطا والملفوف يفضل تغطيسها في محاليل كبريتية، ويبلغ التركيز المسموح بامتصاصه من ثاني أكسيد الكبريت ما بين ٢٠٠ إلى ٧٥٠ جزءاً بالمليون.

(٨,٢,٦) السلق الأولي Blanching

ويعرف بأنه معاملة الخضار أو الفواكه بالحرارة لمدة كافية لوقف النشاط الإنزيمي بها. ويمكن تعريف الإنزيمات بأنها مساعدات حيوية تساعد في إتمام التفاعلات الكيميائية في الأنسجة الحية. وإذا لم يتم تثبيط الإنزيمات فإنها ستسبب تلف اللون والطعم للخضار والفواكه أثناء تجفيفها وخزنها. وعادة تحتفظ الخضار والفواكه التي تعرضت للسلق المبدئي بلون وطعم أفضل بعد تجفيفها من تلك التي لم تسلق. ويتم عادة تثبيط إنزيم أكسيديز عديد الفينول في الفواكه وإنزيم الكاتاليز في الملفوف والبيروكسيديز في فواكه أخرى. وتجري عملية السلق الأولي عادةً على نطاق المصنع باستخدام الماء الساخن والبخار وحديثاً باستخدام الهواء الساخن أو أشعة الميكروويف أو الأشعة تحت الحمراء. وينصح في حالة استخدام الماء الساخن المحافظة على وجود تركيز ثابت من المواد الصلبة في ماء السلق الأولي لتجنب عمليات نزوح أو هجرة Leaching المغذيات والمواد الصلبة من الفواكه والخضار إلى ماء السلق الأولي. وتتلخص الفوائد التي يمكن تحقيقها من عملية السلق الأولي بما يلي:

١- تقليل وقت التجفيف.
٢- التخلص من الهواء الموجود داخل الأنسجة.
٣- تطرية الأنسجة.
٤- الحيلولة دون تلف نكهة الفواكه والخضار.
٥- الحفاظ على محتوى الفواكه والخضار من حامض الأسكوربيك والكاروتين.
٦- التخلص من الطعم الحاد كما في البصل.

لقد ذكر بعض الباحثين أن الكبرتة تؤثر على الإنزيمات الموجودة في الخضار والفواكه ويمكن اعتبارها عملية سلق مبدئي. ولقد تم حديثاً تطوير عملية سلق مبدئي جديدة على نطاق

المصنع سميت بعملية السلق الأولي السريع بالتفريد Individual quick blanching (IQB) وفيها تفرد طبقة واحدة من الفواكه أو الخضار وتعرض للبخار إلى أن تصل درجة حرارتها إلى ٨٨°م، ثم يحسب الوقت المطلوب لتثبيط الإنزيمات Holding time.

أما تحت ظروف التخزين المنزلي فيتم السلق الأولي عادة إما بالمعاملة بالبخار وإما بالتغطيس في الماء المغلي. ويؤدي التغطيس بالماء المغلي عادة إلى فقد أكبر في المواد الصلبة إلا أنه يأخذ وقتاً أقل من المعاملة بالبخار تحت ظروف التصنيع المنزلي.

١- المعاملة بالبخار: ويتطلب ذلك توفر قدر أو طنجرة الضغط ومصفاة وسلة أو منخل. يضاف ماء بارتفاع ٥ سم إلى القدر ثم يسخن حتى الغليان. توضع الخضار والفواكه في المنخل أو السلة داخل المصفاة وهذه الأخيرة توضع في قدر الضغط ويتم التسخين حتى تذبل الخضار والفواكه قليلاً، ويمكن الاستعانة بالجدولين رقمي (٨.١، ٨.٢) فيما يتعلق بالأوقات الخاصة بالمعاملة بالبخار.

٢- السلق الأولي بالماء: يستعمل كميات من الماء لتغطي الفواكه والخضار المراد تجفيفها ويتم تسخين الماء إلى درجة الغليان ثم تحرك الخضار أو الفواكه وتستعمل الأوقات التي وردت في الجدولين رقمي (٨.١، ٨.٢) للسلق الأولي بالماء. يراعى استخدام نفس ماء السلق الأولي لسلق وجبات جديدة من الخضار أو الفواكه من النوع نفسه. ويراعى إضافة ماء كلما لزم الأمر مع ضرورة تغطية القدر أثناء السلق الأولي.

(٨,٣) الطرق المستخدمة في تجفيف الفواكه والخضار

Drying Methods

(٨,٣,١) التجفيف الشمسي على النطاق المنزلي

تنشر الفواكه والخضار في الشمس بعد تعريضها لبعض المعاملات الأولية كالغسيل والتقشير والسلق الأولي والكبرتة ..إلخ وحتى التخلص من حوالي ثلثي محتواها من الرطوبة. ثم تنقل إلى الظل وحتى تمام عملية التجفيف. ويراعى تحريك الفواكه والخضار

أثناء التجفيف إضافة إلى الأمور الخاصة بالنظافة ومنع التلوث. وتعد هذه الطريقة قليلة التكاليف وملائمة للعديد من الفواكه والخضار وخاصة على النطاق المنزلي. إن المتطلبات الأساسية للتجفيف الشمسي على النطاق المنزلي هو أن تكون درجة الحرارة بحدود ٣٥°م أو أعلى ورطوبة نسبية منخفضة إضافة إلى توفر أطباق ورفوف للتجفيف.

الجدول رقم (٨,١). متطلبات التجفيف الشمسي المنزلي لبعض الخضار.

الخضار	المعاملات	السلق الأولي		عدد ساعات التجفيف الشمسي
		نوعه	مدته (دقيقة)	
فاصولياء خضراء أو لوبياء خضراء أو فول أخضر	الغسيل والتقطيع	بخار	٢	٨
		ماء	٢	
الجزر	التنظيف والغسيل والتقشير والتقطيع إلى شرائح	بخار	٣	٨
		ماء	٣	
الزهرة	التنظيف والغسيل والتقطيع إلى أجزاء اصغر	بخار	٥	١٠
		ماء	٤	
الباذنجان	التنظيف وإزالة الأقماع والتقطيع إلى شرائح بسمك ٠,٧ سم	بخار	٣	٨
		ماء	٣	
الباميا	الغسيل وإزالة الأقماع	بخار ١٪ بيكربونات الصوديوم بدون أية معاملات	٨	١١
			٦	
بصل	التنظيف وإزالة بقايا الأوراق والجذور والغسيل والتقطيع إلى شرائح بسمك ٠,٦ سم	بدون		١١
البازلاء	التفريد أو التخصيص للبازلاء من القرون	بخار	٣	٨
		ماء	٢	

تابع الجدول رقم (٨,١).

الخضار	المعاملات	السلق الأولي		عدد ساعات التجفيف الشمسي
		نوعه	مدته (دقيقة)	
بخار	الغسيل وإزالة القلب والتقطيع إلى دوائر	بخار	٢	
		بدون	-	
البطاطا	الغسيل والتقشير والتقطيع	بخار	٢	١
		ماء	٥	
الملوخية والسبانخ وأية خضروات ورقية أخرى	التنظيف والغسيل الجيد	بخار	٢,٥٠	٧
		ماء	١,٥٠	
الكوسة	الغسيل وإزالة القمع والتقطيع	بخار	٢,٥٠	٧
		ماء	١,٥٠	
البندورة	التقشير عن طريق التعرض للبخار أو التغطيس في ماء مغلي ومن ثم في ماء بارد ومن ثم التقطيع إلى شرائح	بخار	٣	٩
		ماء	١	

المصدر: حميض وجماعته (١٩٩٦)

(٨,٣,١,١) تجفيف الخضارعلى النطاق المنزلي

يتم اختيار الخضار المراد تجفيفها بعناية فائقة، فإن كانت غير طازجة أو غير ملائمة لأغراض الطبخ فإنها لا تكون ملائمة للتجفيف. ويبين الجدول رقم (٨,١) بعض الخضار والظروف الخاصة بالتجفيف الشمسي لها. ومما يجب أخذه بعين الاعتبار أن يتم تجفيف الخضار في اليوم نفسه الذي تقطف فيه.

توضع الخضار التي تم تحضيرها ومعاملتها على صواني نظيفة أو ورق مقوى نظيف وتغطى بقماش الجبن للحماية من الحشرات ويراعى عدم رص الصواني فوق بعضها وكذلك عدم ملامسة القماش للخضار مع مراعاة تجنب دخول الحشرات من الأركان والزوايا. وتؤخر هذه الأغطية عملية التجفيف.

لا بد من تحريك الخضار مرة واحدة على الأقل في اليوم للمساعدة في عمليات التجفيف. ويفضل إدخال الخضار التي تجف إلى داخل المنزل أو تغطيتها عندما يزيد الفرق بين درجة حرارة النهار والليل عن ١٠°م وذلك لتجنب إعادة تشربها للرطوبة وخاصة من الندى أو الضباب. وتحتاج الخضار عادة من ثلاثة إلى أربعة أيام حتى تجف ويتوقف ذلك على نوع الخضار وحرارة الهواء وطريقة التقطيع وحجم القطع.

يفضل استعمال ما في المنزل من عبوات صلبة زجاجية أو معدنية لتعبئة الخضار المجففة ويفضل تعبئتها مباشرة بعد انتهاء التجفيف حتى لا تصبح عرضة للتلوث بالحشرات أو بيوضها. ويفضل في حالة العبوات المعدنية أن يتم تعبئة الخضار المجففة في أكياس من النايلون قبل وضعها في العبوات المعدنية. وعموماً يراعى أن تكون عبوات الخضار المجففة قادرة على حمايتها من القوارض.

وتخزن الخضار المجففة بعد تعبئتها في أماكن جافة وباردة ومظلمة وكلما انخفضت درجة حرارة الخزن كلما زاد العمر التخزيني. يحدث تلف تدريجي وتغير في اللون للخضار المجففة أثناء تخزينها حيث تفقد بعض الفيتامينات ومكونات النكهة. ومن المعروف أن البصل والجزر والملفوف المجففة تتلف بدرجة أسرع من غيرها من الخضار ويقدر العمر التخزيني لها بحوالي ستة أشهر بينما يصل العمر التخزيني لبعض الخضار إلى سنوات.

الجدول رقم (٨,٢). متطلبات التجفيف الشمسي الذاتي لبعض الفواكه.

الفاكهة	المعاملات التي تسبق التجفيف				مدة التجفيف الشمسي بالأيام	علامات اكتمال التجفيف
	الحصول	سلق (دقيقة)	بخار (دقيقة)	كبرتة (ساعة)		
تفاح	التشريح وإزالة القلب والتقطيع لشرائح.	-	٥	١	٤ يوم	طري ولين مع عدم وجود ماء في الوسط.
المشمش	تزال النواة وتقطع إلى أنصاف عند المعاملة بالبخار أو الكبرتة أما عند السلق بالماء فيتم إزالة النوى والتقطيع بعد اكتمال السلق الأولي.	٤	٤	٣	٣ يوم	كما في التفاح.
التين	يفضل التجفيف على الشجرة في المناطق الجافة والحارة والمشمسة وعادة يسقط التين المجفف على الأرض عندما يفقد ثلثي رطوبته أما في المناطق الساحلية فيقطف التين عند اكتمال نضجه ويجفف في الشمس أو باستخدام المجففات الصناعية.	بدون	بدون	بدون	٥ يوم	لحمي ولين وازج ولكن ليس رطباً.
العنب	يمكن تجفيف العنب بدون أي معاملة إلا أن تغطيس في محلول قلوي تركيز ٠,٣ ٪ ولمدة عشرة ثواني أو السلق الأولي لمدة دقيقة في الماء يقلل من الوقت اللازم لعملية التجفيف.				٥	عند خروج العصير عند عصر الثمرة.
المشمش أو البرسيم	تزال النواة وتقطع إلى أنصاف عند الكبرتة أما عند المعاملة بالبخار أو السلق الأولي فيتم ذلك لاحقاً.	٨	٨	٣	٤	كما في التفاح.
الكمثرى	التقطيع إلى أنصاف وإزالة القلب وبعض القشر.	-	٦	٥	٥	كما في التفاح.
البرقوق	يمكن التجفيف بدون أي معاملة إلا أن الكبرتة تحسن الطعم وقد يتم التغطيس في محلول قلوي لمدة ١٠ثواني أو المعاملة بالبخار أو السلق الأولي لمدة دقيقة			١	٤	يجب عند خروج النواة عند الضغط على الثمرة.

* يلاحظ بالنسبة لمعاملات ما قبل التجفيف أنه يتم اختيار إحدى ثلاث معاملات فإما الكبرتة أو المعاملة بالبخار أو السلق الأولي بالماء.

المصدر: حميض وجماعته (١٩٩٦).

obeikandl.com

تمد الخضار الطازجة الإنسان بالطاقة ومصدرها النشاء والسكريات والدهون وبالألياف والمعادن والفيتامينات. وليس لعملية التجفيف أي تأثير على الألياف أو مصادر الطاقة. إن ما يتعرض للفقد الجزئي هي المعادن والفيتامينات وخاصة أثناء عملية السلق الأولي، لذا يجب أن تكون عملية السلق الأولي ومدتها مناسبتين بحيث لا تزيد أو تنقص كثيراً عن المدة المثالية. إن زيادة هذه المدة يؤدي إلى تسرب كثير من المعادن والفيتامينات، في حين يؤثر نقصها على كفاءة عملية تثبيط الإنزيمات.

إن لعملية التجفيف أيضاً بعض التأثير على مكونات النكهة للخضار أثناء تجفيفها كما أن للخزن أيضاً بعض التأثير السلبي على القيمة التغذوية للخضار المجففة، لذا فإنه ينصح بالاستهلاك المبكر كلما كان ذلك ممكناً للخضار المجففة لتقليل الفقد في قيمتها التغذوية.

عند طبخ الخضار المجففة لا بد من إعادة الماء الذي تم فقده أثناء تجفيفها وذلك سواء بالنقع أو الطبخ أو كليهما.وينصح بنقع البذور أو الجذور أو السيقان لمدة ساعتين بكمية مناسبة من الماء البارد بحيث يغطيها الماء ثم تسخن لكي تصبح لينة وطرية. أما الفاصولياء الخضراء واللوبياء الخضراء والفول الأخضر المجففة فإنها لا تحتاج إلى النقع بالماء قبل الطبخ وكذلك الحال بالنسبة للملفوف و البندورة. ويكتفى فقط بإضافة كمية مناسبة من الماء تضمن تغطية هذه الخضار ثم التسخين حتى تصبح طرية. ونظراً لأن الخضار تفقد نسبة كبيرة من مكونات النكهة والطعم أثناء تجفيفها فيفضل إضافة بعض النكهات لها عند طبخها ويشمل ذلك الثوم والبصل وبعض البهارات.

(٨,٣,١,٢) التجفيف الشمسي للفواكه على النطاق المنزلي

إن التجفيف لا يحسن من جودة الفواكه وعليه يجب استخدام أو انتخاب الفواكه تامة النضج وذات الدرجة العالية من الجودة لأغراض التجفيف. ومن الأمور المسلم بها أن الفواكه التي لا تصلح للاستهلاك الطازج لا تصلح للتجفيف.

تفرز الفواكه ويستبعد المعاب منها وتغسل وتزال النواة وتنصف كلما كان ذلك ضرورياً وكما هو الحال في الخوخ والمشمش والبرقوق واليوسفي. يراعى البدء بمعاملات ما قبل التجفيف بعد القطف مباشرة للحصول على فاكهة مجففة ذات جودة عالية وخاصة من حيث تجنب ادكنان اللون وفقدان مكونات النكهة وفيتامين (ج).

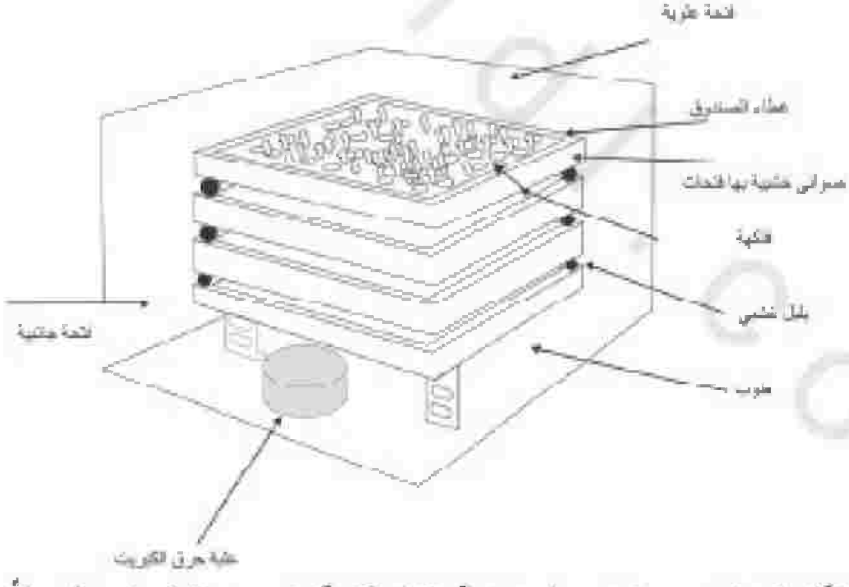
تشمل معاملات ما قبل التجفيف كلا من الكبرتة والمعاملة بالبخار والسلق الأولي بالماء وكذلك التغطيس وكما هو مبين في الجدول رقم (٨.٢). وفيما يتعلق بتجفيف الفواكه فإن الكبرتة هي المعاملة المفضلة وقد سبق شرحها.

وتتم كبرتة الفواكه المراد تجفيفها على النطاق المنزلي بتصميم صندوق ملائم لهذه العملية ويتكون الصندوق (الشكل رقم ٨.١) من صواني خشبية ذات فتحات يتم رفع الصينية الأولى على طابوق من أحد الجهات في حين تغطى الجهات الأخرى بورق مقوى بما فيها السطح العلوي للصندوق ويلاحظ رص الصواني فوق بعضها وبواقع ٤-٦ صواني مع ترك مسافة بين الصينية و الأخرى بوضع فواصل عند الزوايا. وتستعمل عادة أربع ملاعق كبيرة من زهر الكبريت لكل واحد كجم فاكهة ويتم حرق الكبريت بعد وضعه في عبوة معدنية مناسبة أسفل صندوق الكبرتة. ويلاحظ ألا يتسرب الكبريت إلى خارج الصندوق وأن تتم عملية الكبرتة في الهواء الطلق بعيداً عن الأشجار ويتراوح الزمن اللازم لعملية الكبرتة من ١-٥ ساعات وكما هو مبين في الجدول رقم (٨.٢) ويتوقف ذلك على نوع الفواكه المراد تجفيفها. يوضع الكبريت في العبوة المعدنية ويتم إشعاله ويغطى الصندوق بالورق المقوى وتقفل الجهة السفلى منه بالطين للحيلولة دون هروب أو تسرب دخان الكبريت. ويستدل على إتمام عملية الكبرتة باللون اللامع والمتلألئ لثمار الفواكه ومن ظهور كميات قليلة من العصير في التجويف الخاص بالبذور.

أما فيما يتعلق بالمعاملات الأخرى التي قد تحتاجها الفواكه عند تجفيفها على النطاق المنزلي فقد تتضمن السلق الأولي بالتعرض للبخار أو التغطيس في ماء ساخن وكذلك التغطيس في محاليل قلوية. وقد سبق التعرض لهذه المعاملات في بداية هذا الفصل من الكتاب.

إن تجفيف الفواكه لا يختلف عن تجفيف الخضار وكما سبق ذكره في تجفيف الخضار يمكن تجفيف الفواكه باستعمال الفرن الكهربائي المنزلي أو التجفيف الشمسي أو المجفف الصناعي البسيط الذي يمكن تصميمه منزلياً. ولا ينصح باستخدام الفرن المنزلي لتجفيف الفواكه المكبرتة نظراً للروائح الكريهة التي قد تنتج أثناء عملية التجفيف.

وفيما يتعلق بتعبئة الفواكه فإنها تشبه تعبئة الخضار المجففة وكذلك الأمر بالنسبة للتخزين. ومما يجب أخذه بعين الاعتبار أن الكبرتة لا تحول دون تلوث الفواكه بالحشرات أوبيوضها، ولذا يجب تعبئتها بعد التجفيف مباشرة كما يراعى تعبئة الفواكه المجففة المكبرتة في أكياس من النايلون ومن ثم في عبوات معدنية حتى لا يؤثر الكبريت على معدن العلبة.



الشكل رقم (٨،١) رسم توضيحي لصندوق لكبرتة الفواكه يمكن تصميمه وتنفيذه واستعماله منزلياً.
المصدر: يوسف (١٩٩٦)

أمثلة التجفيف الشمسي لبعض الخضار والفواكه

تجفيف البامية

١- يتم فرز وتدريج البامية، وتستبعد القرون المعيوبة والأوساخ كبقايا الأوراق والسيقان وكذلك القرون الخشنة والمتليفة.

٢- تجفف القرون بعد غسلها وإزالة أقماعها وبدون تقطيع في حين يتم غسل وإزالة أقماع القرون المتوسطة والكبيرة في الحجم إما عرضياً أو طولياً.

٣- يمكن اتباع إحدى ثلاث طرق لتجفيف البامية فيما يتعلق بمعاملات قبل التجفيف وكما هو مبين في الجدول رقم (٨,١).

تجفف البامية في الطريقة الأولى بدون أي معاملات. ويتم في الطريقة الثانية سلق البامية في محلول مغلي من بيكربونات الصوديوم تركيزه ١٪ ولمدة ست دقائق. أما الطريقة الثالثة فتتضمن تعريض البامية للبخار لمدة ٥-٨ دقائق.

٤- تفرد البامية على صينية أو ورق مقوى بسمك لا يزيد عن ١ سم.

٥- تجفف البامية في الشمس ولمدة ١٠-١٢ ساعة أو في الظل لمدة أطول من ذلك.

٦- تجمع الثمار ويزال المعاب منها بعد الوصول للدرجة المناسبة من التجفيف ويعرف ذلك بالخبرة وتعبأ في عبوات مناسبة وتخزن في مكان جاف وبارد ومظلم.

تجفيف الملوخية

١- يتم قطف الملوخية عند الدرجة المناسبة من النضج وتنزع الأوراق عن الساق وتستبعد المعيوبة وكذلك أي مواد غريبة أو شوائب.

٢- قد تترك الأوراق كما هي أو قد تقطع حسب الرغبة.

٣- تغسل أوراق الملوخية جيداً.

٤- يمكن اتباع إحدى ثلاث طرق فيما يتعلق بمعاملات ما قبل التجفيف. يتم في الأولى تعريض الملوخية للبخار لمدة ٥, ٢دقيقة (الجدول رقم ٨.١). ويتم في الثانية تغطيس الأوراق في محلول مغلي من بيكربونات الصوديوم تركيزه ١٪ ولمدة ثلاث دقائق. أما في الطريقة الثالثة فيتم التغطيس في محلول تركيزه ٢.١٪ من ميتابايسلفايت الصوديوم ولمدة دقيقة واحدة، والطريقة الأخيرة هي عملية كبرتة.

٥- توضع الملوخية بعد ذلك على صواني التجفيف أو الورق المقوى بسمك لا يتجاوز ١ سم.

٦- تجفف الملوخية في الشمس أو الظل وحتى الوصول إلى الدرجة المناسبة من التجفيف مع ملاحظة التحريك للإسراع من عملية التجفيف.

٧- تجمع الملوخية الجافة وتطحن أو تعبأ كما هي، في عبوات مناسبة وتخزن في أماكن باردة وجافة ومظلمة.

٨- يلاحظ حساب نسبة التصافي عن طريق وزن الملوخية قبل التنظيف وبعد التجفيف وقسمة الثاني على الأول.

تجفيف العنب وإنتاج الزبيب

١- يتم انتخاب أحد أصناف العنب المناسبة لإنتاج الزبيب ويفضل أن يكون من الأصناف عديمة البذور.

٢- يتم قطف الثمار بعد انتهاء مرحلة النضج بقليل ويستدل على ذلك من نسبة المواد الصلبة الذائبة حيث يجب أن تزيد عن ٢٢٪ ويمكن قياس ذلك باستخدام جهاز بسيط اسمه الرفراكتومتر أو بالخبرة وخاصة باستخدام لون الثمار حيث يبدأ بالاصفرار في حالة العنب الأخضر أو الادكنان في حالة العنب الأسود كما يمكن استخدام الطعم الحلو ودرجة حلاوته كدليل لهذا الغرض.

٣- تغسل الثمار وتزال الأوراق والمواد الغريبة وتفصل عن العناقيد أو قد تجفف كما هي وبدون فصلها عن العناقيد.

٤- تغطس الثمار في أحد محاليل الغطس المناسبة وهي كثيرة وعادة ما تحتوي على مادة قلوية. والهدف من هذا التغطيس إحداث شقوق في الطبقة الشمعية لثمار العنب لتسهيل عملية خروج الماء والإسراع من عملية التجفيف. ويعد المغطس الأسترالي من أفضل هذه المغاطس ويتكون من الآتي:

٠,٣٪ هيدروكسيد الصوديوم و٠,٤٪ زيت زيتون و٠,٥٪ كربونات البوتاسيوم. تحضر الكمية المناسبة من هذا المحلول حسب حجم أو كمية العنب المراد تغطيسه ويسخن حتى الوصول إلى درجة حرارة مقدارها ٨٠-٩٥°م ثم تغطس فيه الثمار لمدة ثلاث ثوان. وإن كانت عملية تحضير مثل هذا المحلول من الصعوبة بمكان وخاصة على النطاق المنزلي فيمكن الاستغناء عنها أو التغطيس في ماء مغلي لمدة نصف دقيقة.

٥- ينشر العنب على صواني مناسبة أو على أطباق من الورق المقوى وبسمك مناسب ويوضع في الشمس لعدة أيام (٣-٥ أيام) وبواقع ٣-٤ ساعات يومياً ثم ينقل إلى الظل لإكمال التجفيف. ويراعى المحافظة على الشروط الصحية أثناء التجفيف وتجنب الحشرات و الغبار والأتربة بالطرق المناسبة.

٦- يستمر التجفيف حتى الوصول إلى الدرجة المناسبة من الرطوبة والتي تقدر بـ ١٥٪ ويستدل عليها بضغط الثمار باليد ومراقبة حجم العصير الناتج. أما في المصانع أو على النطاق التجاري فيتم تقدير الرطوبة أو المواد الصلبة باستخدام الأجهزة.

٧- يجمع الزبيب الناتج ويعاد تنظيفه وإبعاد المعيوب منه ثم يكوم لغرض التعريق وإعادة توزيع الرطوبة بين الثمار ثم يعبأ في عبوات مناسبة ويخزن في مكان بارد وجاف.

٨- يلاحظ وزن الزبيب قبل التجفيف ووزن الزبيب الناتج وحساب نسبة التصافي.

تجفيف التين وإنتاج القطين

١- تختلف أصناف التين وكما هو الحال في بقية الفواكه في مدى ملائمتها لعملية التجفيف ولذا يتم انتخاب الصنف المناسب لعملية التجفيف.

٢- تنظف الثمار وتغسل لإزالة ما علق بها من أتربة وأوساخ.

٣- هناك بعض أصناف التين وخاصة في المناطق التي لا ترتفع فيها الرطوبة النسبية (البعيدة عن السواحل) والتي ترتفع فيها درجة الحرارة صيفاً يمكن تجفيفها على الشجرة ودون الحاجة إلى قطفها وتجمع قبل تمام تجفيفها ثم تستكمل عملية التجفيف لمدة يومين.

٤- يتم أحياناً وحسب الرغبة التغطيس في محلول يحتوي على الملح والجير (الشيد) وبنسبة ١٪ من كل منهما حيث يعمل ذلك على تحسين اللون.

٥- توضع ثمار التين في صواني التجفيف المناسبة أو على أطباق من الورق المقوى وتغطى لحمايتها من الحشرات والأتربة وتجفف في الظل عدة أيام.

٦- بعد الوصول إلى الدرجة المناسبة من التجفيف (١٥٪ رطوبة) ويعرف ذلك بالخبرة، تنظف الثمار وتدرج ويزال المعيوب منها وتكدس لأغراض التعريق وتوزيع الرطوبة ثم تعبأ في عبوات مناسبة وتخزن في مكان بارد وجاف.

٧- يمكن معاملة التين المجفف بالنشاء لتخفيف اللزوجة الناتجة عن خروج السكريات أثناء عملية التجفيف.

٨- من الضرورة بمكان حساب نسبة التصافي عند تجفيف التين ويتم ذلك بوزن التين قبل وبعد التجفيف وقسمة الوزن بعد التجفيف على الوزن قبل التجفيف.

(٨,٣,٢) التجفيف الشمسي باستخدام النفق البلاستيكي Solar Tunnel Drying

(٨,٣,٢,١) مقدمة

يعد استخدام هذه الطريقة من التقنيات الحديثة في تجفيف الخضار والفواكه حيث تستمد من الشمس الطاقة الحرارية اللازمة لعمليات التجفيف وذلك بتجميع الأشعة

الشمسية وتحويلها إلى طاقة حرارية تقوم بتسخين الهواء بعد سحبه من الخارج ودفعه إلى منطقة التجفيف بواسطة مراوح تعمل بالطاقة الكهربائية. وتستخدم هذه الطريقة في بلدان المنطقتين الحارة والمعتدلة والتي تتوفر فيها الشمس فترة طويلة من السنة خاصة منطقة البحر المتوسط. هذا وتكمن أهمية استخدام هذا النظام في النواحي التالية:

١- طريقة سهلة واقتصادية.
٢- تجفيف العديد من المنتوجات الزراعية والحيوانية (خضار، فواكه، أعشاب، حبوب، أسماك) ودون حدوث أضرار لهذه المنتوجات.
٣- سهولة إعادة المنتوجات المجففة إلى حالتها الطبيعية عند استعمالها (قوام، لون، طعم، رائحة)
٤- الحصول على منتجات مجففة ذات جودة عالية.
٥- توفير حوالي ٤٠٪ من الطاقة المصروفة في عملية التجفيف إذا ما قورنت بالطرق الأخرى كاستخدام الطاقة الكهربائية.
٦- عدم تلوث البيئة.

(٨,٣,٢,٢) مبررات استخدام هذا النظام في الأردن

تشير الإحصاءات الواردة في النشرة الإحصائية السنوية للبنك المركزي الأردني لعام ١٩٩٥م والنشرة الإحصائية السنوية للتجارة الخارجية لنفس العام إلى أن مستوردات الأردن من المحاصيل الزراعية المجففة كانت حوالي (٢٢٧٨٥) طن قدرت قيمتها بـ (٦,٨) مليون دينار أردني في حين كانت في عام ١٩٩٠م حوالي (١٥٥٢٩) طن قدرت قيمتها بـ (٥, ٦) مليون دينار أردني مما يدل على أن كميات وقيمة هذه المنتوجات الزراعية المجففة في تزايد مستمر وهذا يدل على حاجة الأردن إلى استخدام مثل هذا النظام لسد جزء من متطلبات الأردن. علماً بأن المحاصيل الزراعية الأردنية تتوفر في حالتها الطازجة في مواسم الإنتاج بالكميات والأسعار المناسبة ومن ثم حفظها بالتجفيف واستعمالها في مواسم العجز مجدٍ اقتصادياً على المستويين الفردي والوطني.

(٨,٣,٢,٣) وصف عام

تتكون وحدة التجفيف الشمسي أساساً من مسخن الهواء ومروحة لتنظيم دفع وسرعة الهواء في النفق البلاستيكي المخصص لتجفيف المادة التغذوية بالإضافة إلى قواعد (أرجل) الشكل رقم (٨,٢أ). وتتكون وحدة التجفيف من قسمين رئيسين هما:

١- منطقة امتصاص الأشعة وتسخين الهواء: تشغل مساحة ذات أبعاد ١٠ متر × ١.٧ متر من وحدة التجفيف ويتم فيها استقبال الأشعة الشمسية وتجميعها ثم تحويلها إلى طاقة حرارية تقوم بتسخين الهواء ودفعه إلى منطقة التجفيف وتتكون من الأجزاء التالية:

أ) غطاء بلاستيكي شفاف (سماكته ١٥٠-١٨٠ ميكروناً)

ب) لوح امتصاص الأشعة: عبارة عن لوح من الصاج مطلي باللون الأسود.

ج) العزل الحراري: وهو يمنع من تسرب الحرارة من الوحدة للخارج ويتكون من الأجزاء التالية الشكل رقم (٨,٢ ب):

٣,١ لوح خشبي علوي للمادة العازلة.

٣,٢ حشوة عازلة (مادة البولستيرين).

٣,٣ لوح خشبي سفلي للمادة العازلة.

٣,٤ إطار خشبي حول المادة العازلة.

د) عوارض معدنية (أقواس) لرفع الغطاء الشفاف عن الجهاز الشكل رقم (٨,٣أ).

هـ) إطار معدني لتثبيت الغطاء البلاستيكي الشفاف الشكل رقم (٨,٤).

و) مروحة لسحب وتنظيم الهواء.

ز) قواعد لحمل الوحدة (أرجل).

٢- منطقة التجفيف: إضافة إلى الأجزاء السابقة الذكر في منطقة امتصاص الأشعة وتسخين الهواء تحتوي منطقة التجفيف على الأجزاء التالية:

أ) شبك معدني: يوضع فوق طبقة العازل بهدف ترك فراغ ما بين اللوح العازل والمادة التغذوية المراد تجفيفها لمنع احتكاكهما ببعض.

ب) سحاب الغطاء البلاستيكي: يعمل على سحب الغطاء البلاستيكي بطريقة يدوية عند الكشف على الثمار أثناء عملية التجفيف.

(٨,٣,٢,٤) آلية عمل الوحدة

يدفع الهواء الساخن في هذا النظام من طرف النفق الرطب وباتجاه المادة التغذوية إلى الطرف النهائي للنفق حيث يتم سحب الهواء من الخارج ودفعه بعد تسخينه إلى منطقة التجفيف (الشكل رقم ٨,٥) وذلك بتجميع الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة حرارية. وتتم على النحو التالي:

١- جزء من الطاقة الشمسية المستقبل ينعكس من سطح الغطاء البلاستيكي.

٢- جزء من الطاقة الشمسية المستقبل ينعكس من سطح لوح الامتصاص المعدني.

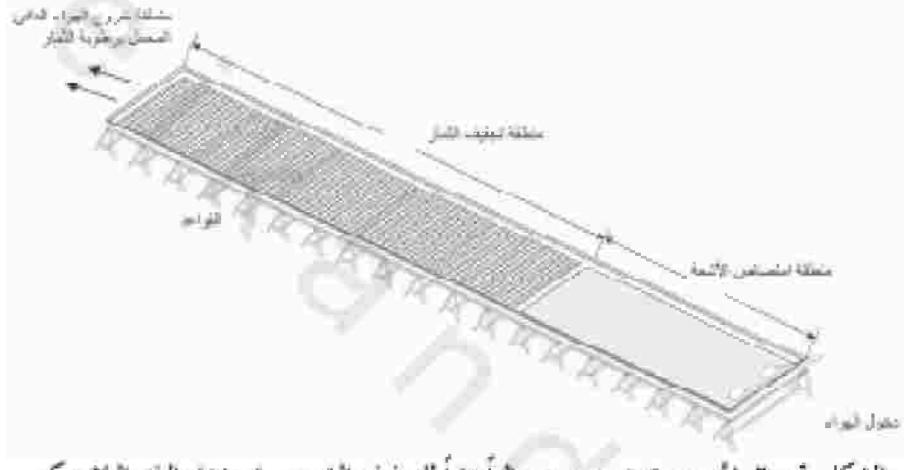
٣- يمتص الجزء الباقي من الإشعاع الشمسي من قبل لوح الامتصاص المعدني ويتحول إلى طاقة حرارية تأخذ المسارات التالية:

٤- جزء من الطاقة الحرارية يفقد من خلال الغطاء البلاستيكي إلى الخارج.

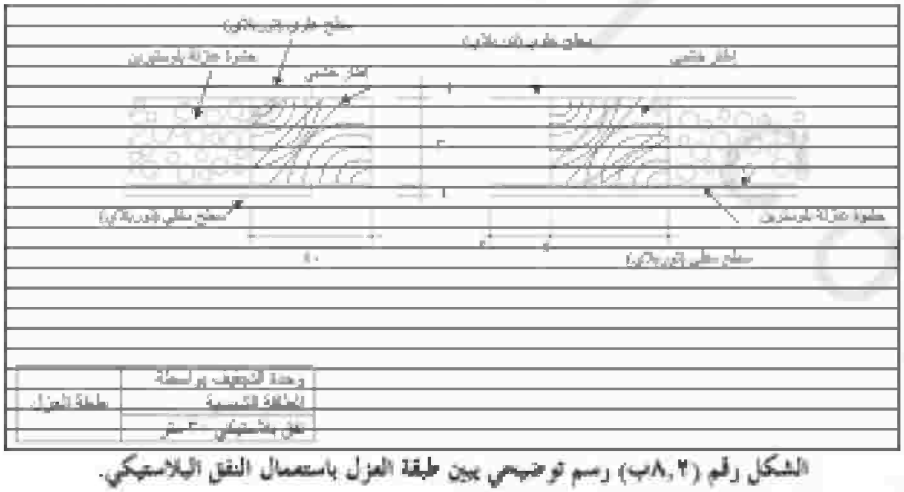
٥- الجزء المتبقي يقوم بتسخين الهواء البارد والذي تم سحبه ودفعه بواسطة المروحة إلى منطقة التجفيف. هذا وقد قدرت طاقة الإشعاع الحراري والمستفاد منها في تجفيف الأغذية بـ ٧٠٪ من طاقة الإشعاع المتكونة في منطقة امتصاص الأشعة الشمسية.

يتم تنظيم وسحب الهواء الساخن إلى منطقة التجفيف بواسطة مروحة كهربائية. هذا وقدرت طاقة الإشعاع الشمسي المستقبلة بـ (١٣٥٠ واط/م٢) في هذا النموذج ذي الأبعاد (١٠م×١,٧م) لمنطقة التسخين و(٢٠م×١,٧م) لمنطقة التجفيف وبمجموع (٣٠م×١,٧م) يمر الهواء الساخن خلال المادة التغذوية المراد تجفيفها وباتجاه الطرف

النهائي للنفق (الشكل رقم ٨,٣ب). يُمكن هذا النظام من استخدام هواء ساخن وفي درجة حرارة أعلى من المجففات الكهربائية دون تعرض المادة التغذوية للتلف والاحتراق بسبب رطوبتها العالية عند بداية التجفيف وزيادة رطوبة الهواء وانخفاض درجة حرارته قرب نهاية نفق التجفيف حيث تقل كفاءة التبخر من المادة التغذوية.

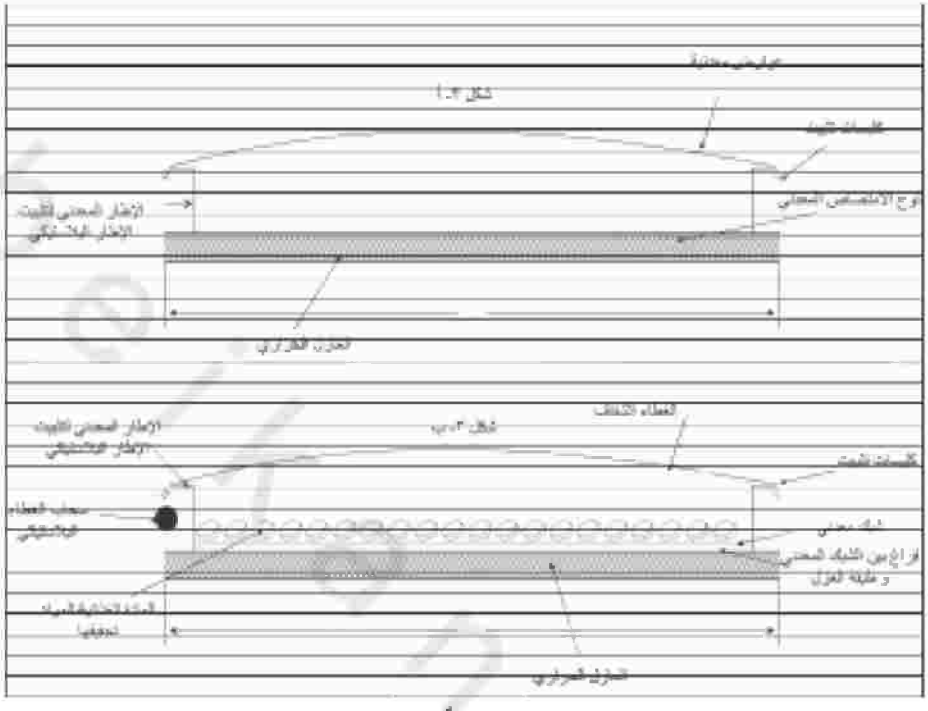


الشكل رقم (٨,٢أ) رسم توضيحي يبين منظراً عاماً للتجفيف الشمسي باستخدام النفق البلاستيكي.



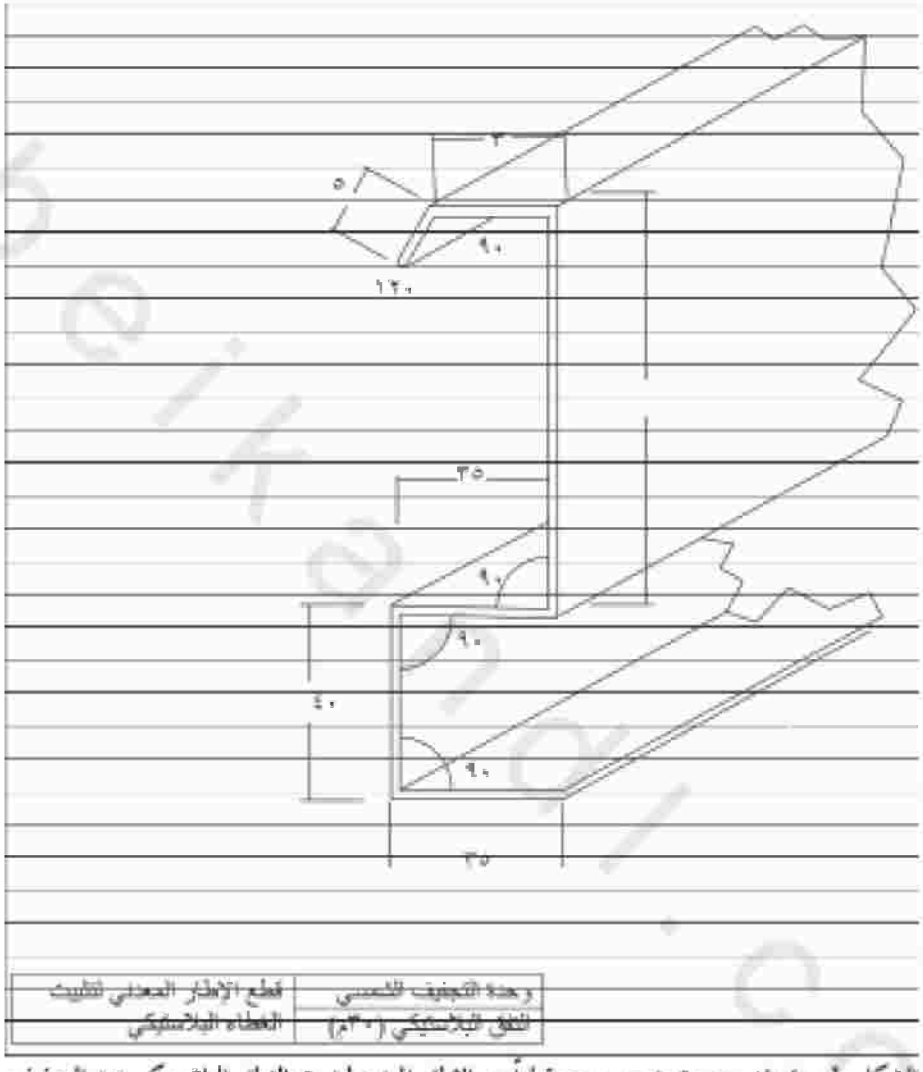
الشكل رقم (٨,٢ب) رسم توضيحي يبين طبقة العزل باستعمال النفق البلاستيكي.

المصدر: مسلم (١٩٩٧)



الشكل رقم (٨,٣ أ، ب) رسم توضيحي يبين مقطعاً من نفق التجفيف باستعمال النفق البلاستيكي.

المصدر: مسلم (١٩٩٧)



الشكل رقم (٨،٤). رسم توضيحي يبين مقطعاً من الإطار المعدني لتثبيت الغطاء البلاستيكي عند التجفيف باستعمال النفق البلاستيكي.

المصدر: مسلم (١٩٩٧)

لذا فإن كفاءة النفق ستقل، لذلك يتطلب أن توضع المادة الغذائية المراد تجفيفها في طبقة غير سميكة أو زيادة فترة التجفيف في الثلث الأخير من النفق.وعليه يعد هذا النظام ناجحاً اقتصادياً في تجفيف الخضار حيث تجفف غالباً على شكل شرائح أو مكعبات. أما بالنسبة للفواكه مثل الخوخ والمشمش (الشكل رقم ٨,٦) فيتم تجفيفها على صورة ثمرة كاملة وتحتاج إلى مدة أطول لتجفيفها وذلك لارتفاع نسبة السكر فيها وزيادة سماكتها.

(٨,٣,٢,٥) خطوات عملية تجفيف الخضار والفواكه

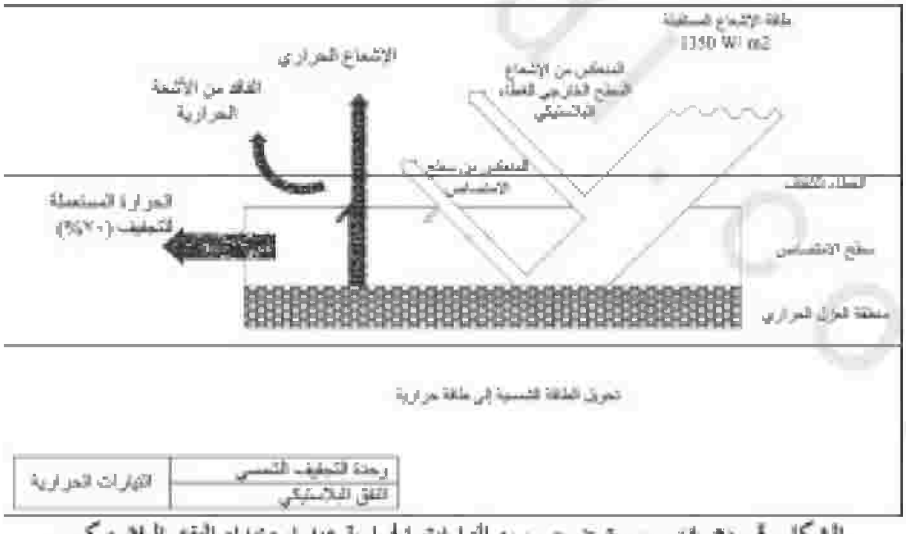
١- قطف المحصول البستاني.

٢- الفرز.

٣- الغسيل.

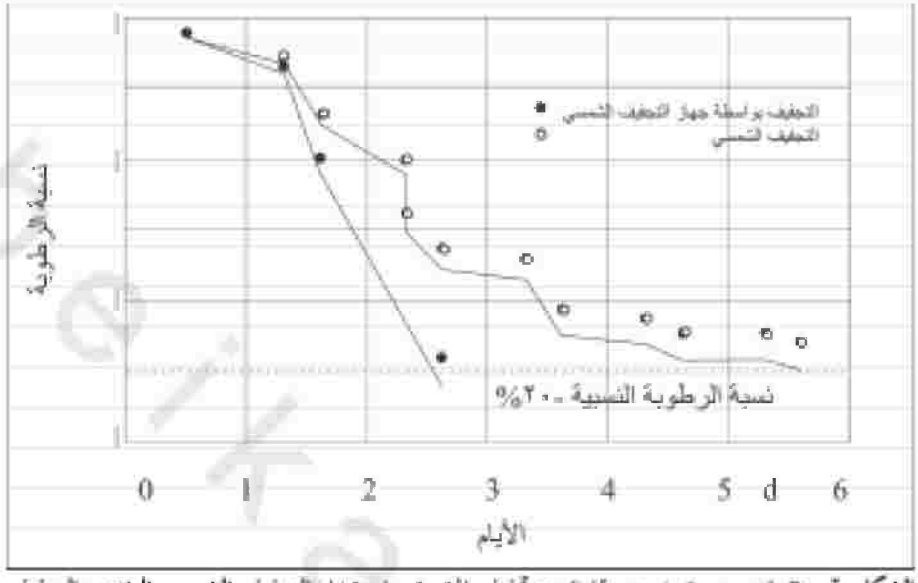
٤- التقطيع.

٥- المعاملات الأولية: وهي معاملة المنتج المراد تجفيفه بمواد كيميائية قبل إجراء



الشكل رقم (٨,٥). رسم توضيحي يبين التيارات الحرارية عند استخدام النفق البلاستيكي.

المصدر: مسلم (١٩٩٧)



الشكل رقم (٨,٦). رسم توضيحي يقارن بين تجفيف المشمش باستخدام التجفيف الشمسي العادي والتجفيف باستعمال الفلق البلاستيكي.

المصدر: مسلم (١٩٩٧)

عملية التجفيف (الجدول رقم ٨,٣) بهدف المحافظة على المركبات الكيميائية للمادة التغذوية المراد تجفيفها دون تلف أو انحلال ومن ثم المحافظة على قيمتها التغذوية بالإضافة إلى لونها وطعمها ونكهتها أثناء عملية التجفيف والتخزين بالإضافة إلى سرعة امتصاصها للرطوبة (الماء) ثانية عند نقعها بالماء بحيث تأخذ شكلها الطبيعي.

٦- عملية التجفيف.

٧- فحص الجودة: بعد إجراء عملية تجفيف الخضار والفواكه تجرى لها العديد من الاختبارات بهدف فحص صلاحيتها للاستهلاك وتقييم جودتها بهدف تسويقها.

٨- التعبئة والتغليف: وتتم من خلال العمليات التالية:

أ) فرز المنتج المجفف

ب) التعبئة: يتم تعبئة المنتج في أكياس من النايلون تحت ضغط (تفريغ الهواء) وإغلاقها.

٩- التخزين.

١٠- التسويق.

الجدول رقم (٨,٣).متطلبات تجفيف بعض الفواكه والخضار باستخدام طريقة النفق البلاستيكي.

نوع المنتج	المعاملة الاولية (المعاملة قبل التجفيف)	حرارة التجفيف (م°)	مدة التجفيف (يوم)
بتدورة (انصاف)	٢٪ حامض الستريك لمدة ٣دقائق و ٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة ٣دقائق	٥٠-٥٥	٤-٥
بصل(شرائح)	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة ٣٠ ثانية	٤٥-٥٠	٢
فاصوليا(مقطعة)	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة ثانية لحدة	٥٠-٥٥	١-١,٥٠ (تحتيم)
بامية	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة ثانية واحدة	٥٠-٥٥	١,٥٠ تحتيم
فلفل اخضر (مقطع ومنظف من البذور)	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة ثانية واحدة	٤٥-٥٠	١٪ تحتيم
جزر(مكعبات صغيرة)	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم لمدة١٠ ثواني	٥٠-٥٥	١,٥٠
لوزيات (ثمرة كاملة ، مقطع)	٢٪ اثيل اوليات لمدة ٢٥ ثانية و٤٪ داي بوتاسيوم كربونات بالإضافة إلى ٢٪ زيت زيتون لمدة ٢٥ثانية	٥٠-٥٥	٣-٤
تفاح (مقطع ومنظف من الداخل)	٢٪ ثيوسلفات الصوديوم بالثانية و٢٪ حامض الستريك بالثانية	٥٠-٥٥	١

المصدر: مسلم (١٩٩٧)

(٨,٣,٣) التجفيف باستخدام الهواء الساخن Hot Air Drying

يتوفر نوعان من هذا النوع من التجفيف وحسب جريان الهواء وهي كما يلي :

(٨,٣,١,١) التجفيف باستخدام الهواء الساخن ذي الجريان المتقاطع أو المستعرض Cross-Flow Drying

إن هناك العديد من المجففات التي تتبع هذا النوع من التجفيف ومنها :

١- المجفف النفقي Tunnel Drier: وفيه تعبأ أو تحمل العربات أو الصواني بالفواكه أو الخضار المراد تجفيفها ويتم تحريكها داخل النفق بحيث تكون هناك سيطرة على سرعة حركة العربة وعلى درجة حرارة الهواء وسرعته واتجاه جريانه والذي إما أن يكون معاكساً counter أو متوافقاً مع حركة المادة المراد تجفيفها Concurrent أو موازياً لها parallel.

ويستخدم المجفف النفقي أحياناً مع طرق أخرى من التجفيف وخاصة التجفيف الشمسي حيث تجفف الفواكه والخضار أولاً تحت الشمس ثم تستكمل عملية التجفيف باستخدام المجففات النفقية. كما تم تطوير طريقة حديثة للتجفيف النفقي وسميت طريقة جفف-اسلق-جفف Dry-blanch-dry (DBD)، وفيها يتم غسل الفواكه كالمشمش أو الخوخ أو الكمثرى أو العنب ومن ثم تصنيفها وإزالة النوى منها، ومن ثم يتم كبرتتها بالتغطيس في محلول من الكبريت ومن ثم تجفف في مجفف نفقي للتخلص من حوالي ٥٠٪ من وزن المادة التي تجفف. بعدها يتم سلق الفواكه أو الخضار باستخدام البخار ثم تعاد إلى المجفف النفقي لإتمام عملية التجفيف.

ويرى بعض الباحثين أن هذه الطريقة الأخيرة من طرق التجفيف تعطي ناتجاً ذي لون يشبه إلى حد بعيد لون المنتج المجفف في الشمس ويمتاز بنكهة جيدة.

٢- طريقة تجفيف الغرفة Cabinet Drier: تستخدم هذه الطريقة للتجفيف على دفعات وعلى نطاق صغير، ولذا فهي تعد أكثر تكلفة من المجففات النفقية والتي تعمل بصورة مستمرة. ويسحب الهواء في هذه المجففات بواسطة مروحة إلى أجهزة التسخين ومن ثم ينقى من الغبار ويوجه إلى المادة التغذوية والتي تكون موجودة على صواني ثم يخرج الهواء من مكان خاص وهكذا.

٣- المجفف النطاقي أو الحزامي المستمر Conveyor Drier: وهو عبارة عن حزام غير منته يحمل الخضار أو الفواكه المراد تجفيفها ويعبر نفقاً يمر به تيار من الهواء الساخن. وقد بدأ هذا المجفف يكتسب شهرة في الآونة الأخيرة وبدأ يحل محل مجفف النفق.

ويستخدم مثل هذا المجفف لتجفيف الكميات الكبيرة من الصنف الواحد وعندما تكون التغيرات في ظروف التجفيف كالحرارة والرطوبة النسبية أقل ما يمكن، حيث إن تهيئة وتشغيل هذا المجفف يحتاج إلى وقت طويل نسبياً.

٤- مجفف الهواء المسحوب أو المصفوط Pneumatic Drier: ويمكن وصف هذا المجفف على أنه أنبوبة طويلة بقطر مناسب يتم ضبط سرعة الهواء بها بحيث تكون أكبر من السرعة التي تتحرك بها جزيئات المادة المراد تجفيفها والتي غالباً ما تكون أجزاء ناعمة أو مطحونة أو حبيبات ذات حجم يتراوح ما بين ٢٠-٦٠ مش.

(٨,٣,٣,٢) مجففات الهواء الساخن ذو الاتجاه الخلالي أو البيني

Through Flow Drier

وتستعمل هذه الأنواع من المجففات لأغراض التجفيف النهائي للفواكه والخضار المقطعة، كما أنها تستخدم لخفض محتوى الحبوب المراد خزنها من الرطوبة. ومن الأمثلة على هذه المجففات:

١- مجفف الصندوق Bin Drier: ويستخدم عادة لخفض المحتوى الرطوبي للخضار المجففة جزئياً (من ١٥-٣٠٪ مثلاً) وكما هو الحال في شرائح البصل والملفوف. وقد يبنى المجفف من المعدن أو الخشب ويحتوي على قاعدة مزيفة أو ذات فتحات. ويتم إدخال الهواء الجاف من فتحة في الجزء السفلي للصندوق.

٢- مجفف كيلن Kiln Drier: وهو الأكثر استخداماً في تجفيف التفاح بعد تقشيره وإزالة قلبه وتقطيعه إلى حلقات وتغطيسه في محلول الكبريتيك ومن ثم نشره في الصندوق على قاعدة بها فتحات. ويتم تركيب مروحة في أسفل الصندوق أو الغرفة لدفع الهواء الساخن لأعلى ومن خلال طبقة الفواكه المراد تجفيفها. لقد تم حديثاً استخدام مجففات الصندوق في ظروف تكاد تخلو من الأكسجين حيث استبدل بغاز خامل و أمكن الحصول على منتجات مجففة ذات جودة مرتفعة.

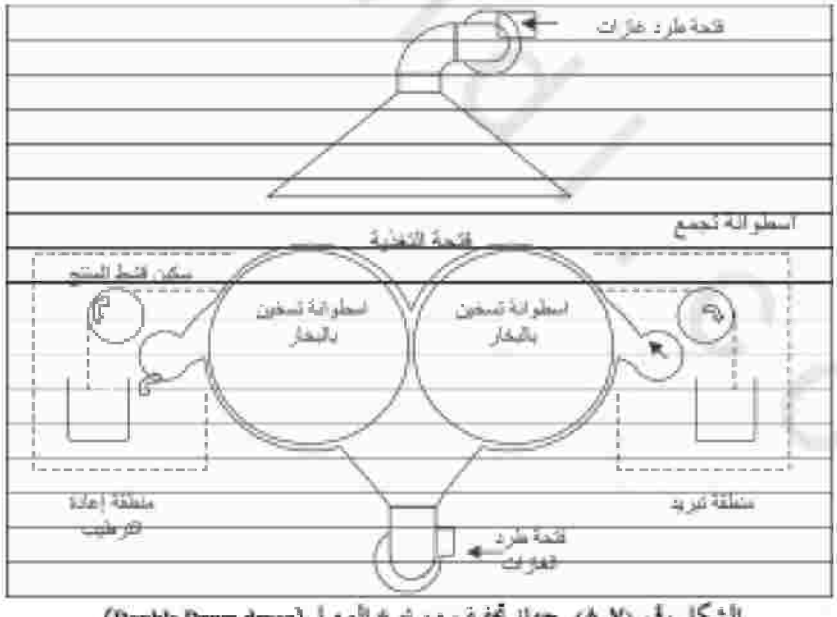
٣- مجفف الحوض الحزامي Belt Trough Drier: بدأ استخدامه في عام ١٩٥٧م وهو يناسب الفواكه والخضار المقطعة ويعمل بصورة مستمرة.ويتركب من حزام يدور

بصورة مستمرة ويتم ضخ هواء ذي درجات حرارة مرتفعة نسبياً حيث تتعرض له المادة المراد تجفيفها ولمدة لحظات فقط.

٤- مجفف السرير المميع Fluidized Bed Drier: وهو من المجففات التي تعمل بصورة مستمرة ويتم فيها ضخ الهواء الساخن بسرعة بحيث تؤدي إلى تعليق المادة المراد تجفيفها. وهو ملائم للحبوب والبطاطا والبازلاء. ويتم طرد الهواء الرطب من فتحة في الجزء العلوي من المجفف.

(٨,٣,٣,٣) مجفف البرميل Drum Drier

يتألف هذا المجفف من برميلين من الفولاذ يدوران في اتجاه معاكس ويترك بينهما فراغ لإمرار المادة المراد تجفيفها. ويتم عادة تسخين البرميل بالبخار. وقد تتم ظروف التشغيل تحت الضغط الجوي العادي أو تحت التفريغ. ويلائم هذا النوع من المجففات السوائل كالعصائر أو عجينة الفواكه ولإنتاج مساحيق الخضار والفواكه ومنها مسحوق البندورة. ويبين الشكل رقم (٨,٧) رسماً توضيحياً لهذا النوع من المجففات.

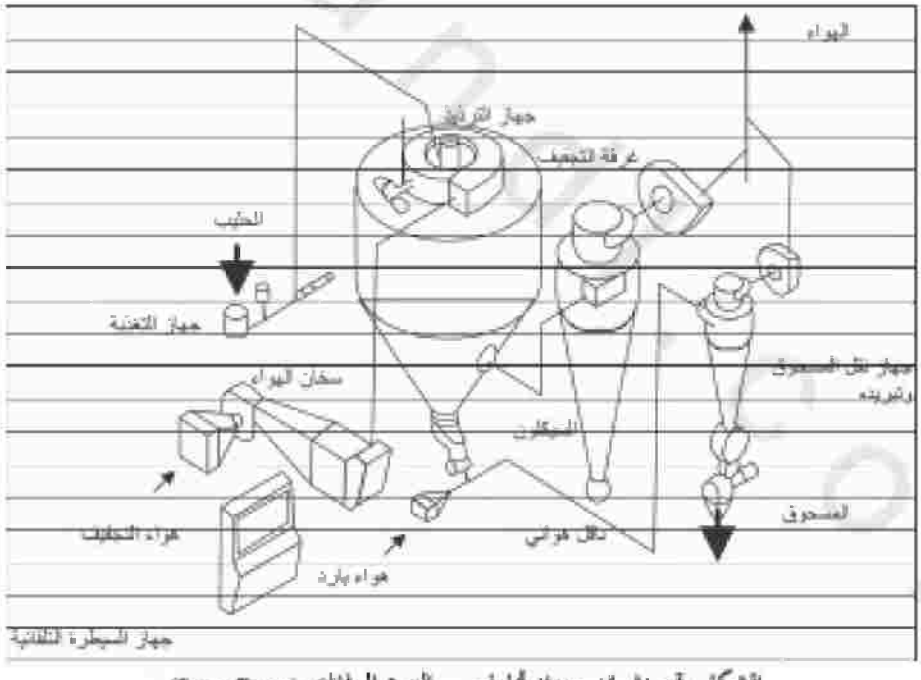


الشكل رقم (٨,٧). جهاز تجفيف من نوع البرميل (Double Drum dryer).

المصدر: يوسف (١٩٩٦)

(٨,٣,٣,٤) المجفف الرذاذي Spray Drier

يلائم هذا النوع من المجففات عصائر الفواكه والخضار حيث يتم تحويلها إلى ذرات أو حبيبات صغيرة جداً باستخدام الضغط أو الطرد المركزي. ويتم تجفيف حبيبات المادة التغذوية بالهواء الساخن أثناء وقوعها إلى الجزء السفلي من غرفة التجفيف. وتكون نسبة الرطوبة في المنتجات المجففة بهذه الطريقة حوالي ٥٪ الأمر الذي قد يعرضها إلى تفاعلات الاسمرار. كما أن المنتج المجفف قد يكون صعب الذوبان، وفي مثل هذه الحالة يعاد تعريض المنتج للبخار ومن ثم إعادة تجفيفه حيث يتم الحصول على مسحوق سريع الذوبان وتعرف هذه العملية بالتكتل Agglomeration. ويبين الشكل رقم (٨,٨) رسماً توضيحياً لهذا النوع من المجففات.



الشكل رقم (٨,٨). جهاز تجفيف من النوع الرذاذي (Spray Dryer).

المصدر: يوسف (١٩٩٦).

(٨,٣,٣,٥) المجفف الانتفاخي Puff Drier

ويتوفر منه نوعان، الأول وهو المجفف الانتفاخي الانفجاري Explosive puff drier والثاني هو المجفف الانتفاخي الفراغي Vacuum puff drier.

المجفف الانتفاخي الانفجاري: وفيه توضع الفواكه أو الخضار المقطعة والتي سبق وأن جففت مبدئياً باستعمال إحدى طرق التجفيف التي سبق ذكرها إلى درجة متوسطة من الرطوبة في أسطوانة معدنية خاصة وتغلق وتعرض لضغط مرتفع مع استخدام الحرارة، ثم يتم فتح أحد نهايتها فجأة حيث يتم التخلص من الضغط. ويؤدي ذلك إلى الحصول على منتجات مسامية وإسفنجية وذات صفات جودة مرتفعة. ومن الأمثلة على الخضار التي تجفف بهذه الطريقة البطاطا والجزر.

المجفف الانتفاخي الفراغي: ويصلح لعصائر الفواكه والخضار المركزة، ويتم التجفيف تحت ظروف من التفريغ الهوائي والذي يتراوح ما بين ٣٠٠-٦٠٠ ميكروملليميتر ودرجة حرارة أقل من ٥٠°م ويمتاز المنتج المجفف بأنه إسفنجي ومسامي.

(٨,٣,٣,٦) التجفيد Freeze Drying

يتضمن هذا النوع من التجفيف خطوتين، الأولى هي التجميد والثانية التبخير.

ويتبخر الماء مباشرة وهو في مرحلة الثلج إلى بخار، دون المرور بالحالة السائلة وهو ما يسمى بالتسامي. ويتم تخفيض الضغط عن طريق التفريغ وعليه يتم استعمال درجات حرارة منخفضة في التجفيف. تعطي هذه الطريقة أغذية مجففة على درجة عالية من الجودة وذات تركيب مسامي الأمر الذي يساعد على إعادة الذوبان Rehydration بصورة ممتازة عند إضافة الماء. وفي مجال تجفيف الفواكه والخضار يتم استعمال نوعين من هذا التجفيف وهي كما يلي:

التجفيد المتسارع Accelerated Freeze Drying (AFD): وفيه يتم تجميد المادة المراد تجفيفها بتيار من الهواء البارد أو سوائل التبريد كالنيتروجين حيث تؤدي العملية الأخيرة إلى الحصول على بلورات ثلجية صغيرة الأمر الذي يحول دون الإضرار بنسيج الغذاء المجمد مقارنة باستخدام تيار الهواء البارد والذي تنتج عنه بلورات ثلجية كبيرة.

التركيز بالتجميد Freeze Concentration: وتستعمل هذه الطريقة لتركيز عصير الفواكه والخضار. وفيها يتم تجميد العصير ثم يجري الطرد المركزي فتنفصل البلورات الثلجية عن المادة الصلبة للعصير وتحدث عملية التركيز.

(٨,٣,٣,٧) التجفيف بالوسادة الرغوية Foam Mat Drying

تلائم هذه الطريقة من التجفيف العصائر حيث تختلط مع مادة مثبتة وأخرى مساعدة على تكوين الرغوة ثم تفرد على صواني من الفولاذ الذي لا يصدأ والتي تحتوي على فتحات وتسخن على درجة حرارة ٧٢°م لمدة ٢٥ دقيقة، ثم تبرد في غرفة رطوبتها النسبية ٢٥٪، بعد ذلك تكشط المادة المجففة وتعبأ.

(٨,٣,٣,٨) التجفيف باستخدام الميكروويف Microwave Drying

يعد الميكروويف أحد أنواع الأشعة ولذا فإن له القدرة على اختراق المادة التغذوية من جميع الجهات. يتم استخدام الميكروويف لأغراض استكمال عمليات التجفيف للمعلوف والبطاطا وهي توفر الكثير من الوقت. أما في مجال شرائح البطاطا فقد وجد أن استخدام حرارة الميكروويف أدى إلى الحصول على نسجة ولون افضل ونسبة امتصاص أقل من الزيت وتم حديثاً في فرنسا تطوير فرن ميكروويف يعمل تحت التفريغ. وأشارت النتائج إلى أنه يمتاز بقصر الوقت اللازم للتجفيف وأن اللون والنكهة

للمنتجات المجففة تشبهان إلى حد بعيد النكهة الأصلية للمادة قبل تجفيفها. إضافة إلى القابلية الكبيرة لذوبان المادة المجففة حتى في الماء البارد.

(٨,٣,٣,٩) التجفيف بالتجميد والتعليب

Dehyrofreezing and Dehydrocanning

تعد من احدث تقنيات التجفيف والتي بدأت تلاقي إقبالاً كبيراً وعلى نطاق تجاري وفيها يتم تجفيف الفواكه أو الخضار إلى رطوبة تقدر بحوالي ٥٠٪ مما كانت عيه ثم يجمد المنتج أو يعلب. ويعد الكرز والتفاح والبازلاء والبطاطا والجزر من أكثر الأغذية التي تجفف باستخدام هذه التقنية.

(٨,٣,٣,١٠) النافذية أو الإسموزية Osmosis

تتوفر ثلاثة أنواع من تقنية التجفيف هذه وهي كما يلي:

استخدام المحاليل السكرية Syrup dehydration

ومن أمثلتها تجفيف الموز حيث يوضع في محاليل سكرية مركزة الأمر الذي يؤدي إلى فقده لحوالي ٥٠٪ من رطوبته خلال ١٨ ساعة ثم يجمد أو يعلب.

استخدام الجليسرول أو الايثانول أو البروبيلين جلايكول

تعد هذه التقنية قليلة الاستعمال في مجال الفواكه والخضار. وهي تستعمل كمعاملة أولية للكرفس تسبق تجفيفه باستخدام التجفيد.

الإسموزية المعاكسة Reverse Osmosis

وتستخدم لتركيز العصائر ويستخدم فيها أنواع خاصة من الأغشية والمضخة. ويبلغ الضغط المستخدم ما بين ١٠٠٠ إلى ١٢٠٠ رطل / اليوصة المربعة.

(٨,٣,٣,١١) التجفيف بالتغطيس في زيت ساخن Hot oil immersion

وتعد من احدث تقنيات التجفيف في مجال الفواكه والخضار وتمتاز بسعتها الفائقة مقارنة بتقنيات التجفيف الأخرى. ويرجع ذلك إلى أن الانتقال الحراري

للزيت Thermal conductivity يعد أكبر بعشر مرات منه للهواء ومن أكثر الأغذية استخداماً في هذا المجال شرائح البطاطا. وتبلغ درجة الحرارة المستخدمة ما بين ١٦٠-١٩٠ °م ولمدة حوالي أربع دقائق. وبدأ في الآونة الأخيرة تجفيف كل من الجزر والبازلاء وشرائح الفواكه باستخدام هذه التقنية. وتم تطوير هذه التقنية لخفض نسبة الزيت الذي يتم امتصاصه أثناء التجفيف وخاصة لشرائح البطاطا وسميت هذه التقنية بتقنية التسرب بالتجميد Freeze leaching technique وفيها يتم خفض نسبة الزيت الذي تتشربه البطاطا بحوالي ٢٥٪. وتتلخص الطريقة بتجميد شرائح البطاطا ومن ثم غمرها في الماء الساخن لفقد جزء من سكرياتها ويتبع ذلك تغطيسها في الزيت الحار.

(٨,٣,٣,١٢) التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية Solar Drying

تختلف هذه التقنية عن التجفيف الشمسي في أنه يتم التدخل بامتصاص الطاقة الشمسية من قبل المجمعات الشمسية والتي غالباً ما تكون عبارة عن ألواح مسطحة. وتستخدم الطاقة الشمسية التي يتم امتصاصها في تسخين الهواء الذي يُضخ إلى نفق حيث يتم تجفيف الفواكه والخضار. وتعد هذه الطريقة مكلفة وبناءً عليه تم استخدام عديد الايثيلين كمادة ماصة للطاقة الشمسية وتم تصميم ما يسمى بالخيمة الشمسية من مادة عديد الايثيلين حيث يتم تجفيف التمور والعنب وغيرها من الفواكه والخضار بداخلها.

(٨,٤) قابلية الحفظ للفواكه والخضار المجففة
Storability of Dehydrated Fruits and Vegetables

(٨,٤,١) التفاعلات اللونية

يعد التغير في اللون والنكهة من أهم المشاكل لتي تعاني منها الخضار والفواكه أثناء تجفيفها وخزنها. ويعود ذلك إلى التفاعلات اللونية الإنزيمية وغير الإنزيمية. ويتم أثناء تجفيف أو معاملات ما قبل التجفيف للخضار والفواكه تكسير الخلايا الأمر الذي يؤدي إلى التلامس المباشر ما بين الإنزيمات والمواد التي تعمل عليها كعديدات الفينول

والأكسجين. وبناءً عليه تتأكسد الفينولات عديمة اللون وتتكون مواد ذات لون أحمر أو بني وهي الكينون. وترتبط الأخيرة مع الأحماض الأمينية معطية مواد شديدة التلون. ومن هنا يأتي دور السلق الأولي أو الكبرتة لمنع مثل هذه التفاعلات الإنزيمية.

ومن التفاعلات اللونية الأخرى غير الإنزيمية ما يسمى بتفاعل ميلارد حيث يرتبط السكر مع الحامض الأميني ويتبعه تفاعلات معقدة تؤدي إلى تكوين الميلانويدين. ويقوم الكبريت بمنع تفاعلات التكثف ومن ثم منع تكون الميلانويدين.

(٨,٤,٢) العوامل التي تؤثر على خزن الفواكه والخضار المجففة

(٨,٤,٢,١) **الكبرتة:** وقد سبق شرحها

(٨,٤,٢,٢) **الحرارة:** تعطي الفواكه والخضار المجففة أثناء خزنها ثاني أكسيد الكربون و١٢٣ تأخذ الأكسجين وهو ما يسمى بعملية تبادل الغازات . وتتضاعف هذه العملية أربع مرات في كل زيادة في درجة حرارة مقدارها ١٠ °م ومن هنا فإن خزن الفواكه والخضار المجففة على درجات حرارة منخفضة يعد من الأهمية بمكان.

(٨,٤,٢,٣) **الضوء:** إنه لمن الجدير بالذكر أيضا أن تعرض الأغذية المجففة للضوء يؤدي إلى سرعة تكسر ثاني أكسيد الكبريت الأمر الذي يؤثر على معدل الادكنان لهذه المواد المجففة كما يؤثر على الكاروتين.

(٨,٤,٢,٤) **الرطوبة النسبية:** أن ارتفاع الرطوبة النسبية في أماكن خزن الفواكه والخضار المجففة يؤدي إلى إعادة امتصاص الأخيرة للرطوبة ومن ثم يؤدي إلى تلفها.

(٨,٤,٣) مواد تعبئة الفواكه والخضار المجففة

تهدف العبوة إلى حماية الفواكه والخضار المجففة من الحشرات والضوء والأكسجين كما أنها وسيلة لإيصال المعومات إلى المستهلك . وتتوفر ثلاثة أنواع من العبوات الخاصة لأغراض تعبئة الفواكه والخضار المجففة وهي كما يلي :

(٨,٤,٣,١) العبوات التقليدية Traditional Packaging Materials

وتشمل السلاسل وأكياس الجوت والصناديق الخشبية والكرتونية. وتستعمل هذه العبوات للفواكه والخضار المجففة التي تعد غير حساسة للرطوبة أو الأكسجين كالبقوليات والحبوب وبعض أنواع الخضار.

(٨,٤,٣,٢) العبوات الصلبة Rigid Packaging Materials

وتشمل العبوات المعدنية والزجاجية والبلاستيكية. وعند قفل هذه العبوات بإحكام فإنها تحول دون تبادل الغازات والرطوبة. وتعبأ الفواكه والخضار المجففة في مثل هذه العبوات حيث يتم عمل تفريغ للهواء وإحلال النيتروجين محله ولا يزيد ما يتبقى من الأكسجين عن ٢٪ ومن ثم تقفل العبوات.

(٨,٤,٣,٣) العبوات المرنة Flexible Packaging Materials

وتشمل الورق ورقائق الألمنيوم والبلاستيك والصفائح الأخرى، ويعد عديد الإيثيلين من أكثر مواد التعبئة المرنة استعمالاً، وهو يوجد على صورتين الأولى: ذو كثافة منخفضة والثانية مرتفعة. ومن عيوب عديد الإيثيلين قليل الكثافة نفاذيته الكبيرة للأكسجين إلا أنه رخيص الثمن ويسهل قفل أو لحام أكياسه.

(٨,٤,٤) الرطوبة والنشاط المائي وعلاقتهما بالفواكه والخضار المجففة

Moisture and Water Activity and their Relation with Dehydrated Fruits and Vegetables

للفواكه والخضار المجففة نسب مثلى من الرطوبة والتي تؤثر بدرجة كبيرة على قابليتها للخزن. وقد قل في الآونة الأخيرة استعمال مؤشر الرطوبة وحل محله مؤشر النشاط المائي حيث إنه يعبر بصورة أفضل عن حالة الماء داخل الغذاء. ويعرف النشاط المائي بأنه النسبة بين الضغط البخاري للماء في الغذاء إلى الضغط البخاري للماء النقي، وتقسم الأغذية بصفة عامة إلى ثلاثة أقسام بالنسبة لقيم نشاطها الرطوبي. النوع الأول ويشمل الأغذية ذات المحتوى الرطوبي المرتفع والذي يزيد عن ٣٠٪

وتكون هذه الأغذية في العادة طرية ونشاطها المائي أكثر من ٠,٩٠ . وتحتاج هذه الأغذية إلى المعاملة الحرارية لكي يتم حفظها. أما النوع الثاني فيسمى بالأغذية متوسطة المحتوى الرطوبي وهي شبه طرية Intermediate moisture food ومحتواها من الرطوبة يتراوح ما بين ٢٠ – ٣٠ ٪ بينما يكون نشاطها المائي في حدود ٠,٨٥ وتمتاز هذه الأغذية بأنها أكثر عرضة للتغيرات اللونية وأقل عرضة للتزنخ. أما النوع الثالث فهو الأغذية الجافة أو قليلة الرطوبة (أقل من ٢٠٪) ونشاطها المائي يقل أيضا عن٠,٧٠ وهي أكثر عرضة للتزنخ وأقل عرضة للتغيرات اللونية.

(٨,٤,٥) إضافة المواد الحافظة للأغذية المجففة جزئياً

Addition of Preservatives for Partially Dehydrated Foods

لقد بدا وعلى نطاق واسع استعمال المواد الحافظة الكيميائية لغرض زيادة فترة حفظ الفواكه والخضار المجففة جزئياً والتي تحتوي على رطوبة بحدود ٣٥٪.

(٨,٤,٦) القيمة التغذوية للفواكه والخضار المجففة

Nutritive Value of Dehydrated Fruits and Vegetables

يؤدي التجفيف إلى تركيز المغذيات في الأغذية المجففة وكما هو الحال في الزبيب والموز والقطين. وبصفة عامة تعد الفواكه والخضار المجففة مصادرَ جيدة للطاقة والمعادن والفيتامينات. ويبين الجدول رقم (٨,٤) الصفات الطبيعية والكيميائية والمحتوى المعدني لصنفين من الزبيب (عنب مجفف) وهما الدراويشي والثومبسون تم إنتاجهما من أعناب مزروعة في البيئة المحلية. كما تعد بعض الفواكه والخضار المجففة مصادر لا بأس بها للبروتين. وعموماً فإن حرارة التجفيف لها تأثير كبير على نوعية البروتين.

ومما يجدر ذكره أن معاملات ما قبل التجفيف تؤدي إلى فقد بسيط في مكونات هذه الأغذية ، ومن ناحية أخرى فهي تحافظ على العديد من هذه المكونات مثل الكاروتين. كما تحافظ الكبريتة على فيتامين ج. وبينما يتأثر فيتامين ج قليلاً بحرارة التجفيف نجد أن الثيامين والرايبوفلافين (فيتامين ب$_1$ و ب$_2$ على التوالي) والنياسين لا تتأثر بهذه الحرارة ، إلا

أن الثيامين حساس للكبريت. وتلعب درجة حرارة الخزن ونوع العبوة ونوع الخزن دوراً كبيراً فيما يتعلق بثباتية القيمة التغذوية للفواكه والخضار المجففة.

الجدول رقم (٨,٤). الصفات الطبيعية والكيميائية والمحتوى المعدني لصنفين من الزبيب (عنب مجفف) تم إنتاجهما من أعناب مزروعة في البيئة المحلية.

الصفة الطبيعية/الكيميائية	أصناف الزبيب	
	الدراويشي	تومبسون عديم البذور
الوزن (جم)	٢٧,١١	٣٢,٣٢
الحجم (سم٣)	٣١,٧٦	١٤,٥٠
مؤشر النسجة	٠,٨٥	٠,٨٦
عدد البذور	٢	٠,٠٠
نسبة التجفيف	٣,٧٧	٤,١٣
النشاط المائي aw	٠,٤١٠	٠,٥٣٢
اللون(حسي)	بني داكن	بني خفيف
معدل الصفات الحسية	١,٦٠	١,٢٦
المادة الصلبة (٪)	٨٦,٠٦	٨٧,٢٧
المواد الصلبة الذائبة (البركس) (٪)	٨١,١٧	٨٤,١٣
الحموضة (٪)	١,٦٦	٢,٣١
البركس/الحموضة	٤٨,٩٢	٣٦,٤٩
السكريات الكلية (٪)	٧٣,٩٧	٧٧,٦٣
الرقم الهيدروجيني	٤,٤٨	٣,٦١
اللون(أجهزة)	٠,٣٦٦	٠,٠٧٤
الرماد (٪)	٣,٠٦	١,٩٥
البروتين (٪)	١,٩٨	١,٣٠
الدهون (٪)	١,٣٦	١,٧٩
الألياف (٪)	٣,١٧	٢,٧٢

تابع الجدول رقم (٨,٤).

الصفة الطبيعية/الكيميائية	أصناف الزيب	
	الدراويشي	تومبسون عديم البذور
البكتين (٪)	٢,٠٨	١,٩٥
البوتاسيوم (ملجم/١٠٠جم)	٤٨٠	٦٤٨
الكالسيوم (ملجم/١٠٠جم)	٩٣	٦٠
المغنيسيوم (ملجم/١٠٠جم)	٦٨	٦٠
الصوديوم (ملجم/١٠٠جم)	٧٩	٥٥
الحديد (ملجم/١٠٠جم)	١٢	٤
المنغنيز (ملجم/١٠٠جم)	٠,٢٩	٠,٠٤
النحاس (ملجم/١٠٠جم)	٠,٨١	٠,٧٢
السيلينيوم (ملجم/١٠٠جم)	٠,٠٧	٠,٠٧
الزنك (ملجم/١٠٠جم)	١,٠٥	١,١٨
الكبريت (ملجم/١٠٠جم)	١,٥٠	٠,٠٠

المصدر: Yousif (1996)

obeikandl.com