الباب الحادى عشر

التجفيف : تعريفه ، تاريخه ، أهميته الاقتصادية ، مزاياه ، عيوبه ، تعاريف متنوعة ، المبادىء الأولية لتجفيف المواد الغذائية ، طرق التجفيف : التجفيف الشمسى ، التجفيف الصناعى (مجففات المداخن — القمائن — التبخير — المقصورات — الفراغية — النفق — الرحوية — الاسطوانات — الرذاذ — ذات النظام المجمد) — الخطوات التفصيلية للتجفيف (القطف والانضاج — الغسيل — التقشير — التجزىء والتقطيع — الفرز والتدريج — السلق — اختبار الانزيمات — الغمس فى المحاليل القلوية — الكبرتة — تقدير ثانى أكسيد الكبريت — التجفيف (الشمسى والصناعى) — تصميم المجففات ذات النفق ، تقدير الرطوبة — التعبئة — ضغط المواد الجافة — التخزين والتبخير) — التجفيف الشمسى للفاكهة والخضروات ، التجفيف الصناعى للفاكهة والخضروات .

التجفيف :

وتعريفه من الوجهة الكيمائية البحتة هو معاملة المادة الرطبة أوشبه الرطبة بطريقة مناسبة لفصل جميع ماتحتويه من الرطوبة عن الجزء الجاف . وسبل ذلك عديدة أهمها تحليل الماء والترسيب الكيمائى والامتصاص والتبخير وطرد الرطوبةعلى حالة ماء أو ثلج والفصل الميكانيكى بالطرد المركزى .

وأما تعريفه فى الصناعات الغذائية فهو خفض مقدار ما تحتويه المواد الغذائية من الرطوبة ورفع تركيز مكوناتها الصلبة الذائبة بالتالى بقدر كاف لايقاف أو تثبيط نمو الأحياء الدقيقة والنشاط الانزيمى . ويشترط فى تجفيف المواد الغذائية المحافظة على مركباتها دون التلف والانحلال أثناء عملية التجفيف ذاتها أو عند التخزين ، كما يشترطفى المادة الغذائية الجافة سرعة تشربها ثانية بالرطوبة عند النقع فى الماء مسترجعة بذلك أوفر قدر ممكن عملياً من صفات وخواص مادتها الطازجة .

ولقد سبق أن أشرنا إلى تاريخ صناعة التجفيف وأهميتها الاقتصادية فى التمهيد العام لهذا الكتاب (صفحات ٧و٨و٩) . وتنحصر مزايا التجفيف فيما يأتى : (١) الاحتفاظ بالمواد الغذائية حتى وقت ندرتها وتنظيم العرض التجارى للخامات الطازجة (٢) قلة وزن وحجم المواد الجافة مما يؤدى إلى خفض تكاليف نقلها وخزنها وهو عامل هام وقت الحروب

(٣) صلاحية بعض أنواع المواد الغذائية الجافة للاحتفاظ بخواصها لمدة مناسبة من الوقت فى حالة صالحة للتغذية وخصوصاً عند العناية بتعبئتها وتخزينها (٤) الرخص النسبي لثمن المواد الجافة لانخفاض نفقات تحضيرها وعدم الحاجة لاستعمال خامات ثانوية تزيد تكاليفها كالسكر والعلب الصفيح وخلافها ، أو لتخزينها داخل ثلاجات .

وتنحصر عيوب التجفيف فيما يأتى : (١) تعرض المواد الغذائية بعد تجفيفها لفقد بعض ما تمتاز به من الخواص والصفات . ولذلك تختلف فى الطعم والقوام والنكهة والمظهر عن خاماتها الطازجة بقدر يختلف باختلاف الطرق المستعملة فى تحضيرها. (٢) التأثير الفسيولوجى السيء للمواد الجافة (عدا ما يستعمل منها فى أغراض التتبيل) الذى ينشأ عند مداومة التغذية اليومية عليها ، مما يوجب بذل عناية خاصة بطرق اعدادها للأكل ، حتى تصبح سائغة الطعم . ولهذا السبب تتعرض المواد الجافة لمنافسة شديدة من المنتجات الغذائية الأخرى وقت السلم . (٣) يستدعى إعداد المواد الغذائية الجافة للأكل مراعاة الوقت اللازم لتشربها (امتصاصها) ثانية بالرطوبة التى تكون نحواً من ٧٥ — ٩٥ ٪ من وزن خاماتها الطازجة ، فضلا عما يستدعيه ذلك من نفقات إضافية . وفى ذلك تمتاز المواد المعبأة بالعلب الصفيح بسهولة الاستعمال ووجودها باستمرار فى حالة صالحة للاستهلاك الغذائى المباشر . (٤) قصر المدة التى يمكن فيها الاحتفاظ بأغلب أنواع المواد الغذائية الجافة فى حالة صالحة تماماً للتغذية بعكس المواد المعبأة بالعلب الصفيح (٥) تعرض المواد الغذائية عند التجفيف وكذلك عند التخزين الطويل لفقد قدر كبير من فيتامينا تها وخصوصاً A_1 و C ، وتتميز فيتامينات مجموعة B بقلة تأثرها غالباً بعمليات التجفيف (٦) شدة تغير لون منتجاتها واكتساب معظم الخضروات الجافة لطعم غريب يشبه طعم القش (٧) شدة تعرض منتجاتها الجافة لفتك الحشرات وخصوصاً عند عدم صلاحية طرق التعبئة والتخزين .

تعاريف متنوعة :

يحسن قبل التعرض لتفاصيل صناعة التجفيف أن نورد فيما يلى تعاريف بعض الاصطلاحات التى سوف يتكرر ذكرها فى هذا الشأن وهى كالآتى :—

(١) السعر Calorie : وينقسم إلى نوعين سعر صغير وسعر كبير . ويعرف الأول بكونه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء المقطر درجة واحدة مئوية من ١٤° إلى ١٥° مئوية . ويعرف الثانى بكونه ١٠٠٠ مرة قدر السعر الصغير .

(٢) الوحدة الحرارية البريطانية (British Thermal Unit) أو (B.Th.U. أو Btu) :

وتعرف بكونها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء المقطر درجة واحدة فرنهيتية من ٦٠ إلى ٦١ فرنهيتية .

(٣) الحرارة النوعية (Specific heat) : وهى عدد السعرات الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من مادة ما درجة واحدة مئوية .

(٤) الحرارة الكامنة (Latent heat) : وهى كمية الحرارة اللازمة لإحالة مادة ما من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة فى نقطة انصهارها أو لإحالة مادة ما من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فى نقطة غليانها .

(٥) حصان بخارى (Boiler Horsepower) : وهو الوحدة المستخدمة للدلالة على قوة الغلايات . وتساوى كمية الحرارة اللازمة لتبخر ٣٤½ رطل من الماء فى الساعة الواحدة من وفى درجة ٢١٢ فرنهيتية .

(٦) الرطوبة المطلقة (Absolute humidity) : وهى وزن الرطوبة الموجودة فى وحدة وزن معروفة من الهواء الجاف .

(٧) الرطوبة النسبية (Relative Humidity) أو (R.H.) : وهو العدد الناتج من المعادلة الآتية : —

$$\frac{\text{وزن بخار الماء الموجود فى حجم معين من الهواء فى درجة حرارة معينة}}{\text{وزن بخار الماء الذى قد يسعه الحجم السابق من الهواء المشبع فى درجة الحرارة ذاتها}} \times ١٠٠$$

(٨) نقطة الندى أو درجة التشبع (Dew Point) : وهى درجة الحرارة التى يتم فيها تشبع حجم معين من الهواء ببخار الماء .

(٩) درجة الحرارة الجافة (Dry-bulb temperature) : وهى درجة الحرارة التى يسجلها الترمومتر العادى .

(١٠) درجة الحرارة الرطبة (Wet-bulb temperature) : وهى درجة الحرارة التى يسجلها ترمومتر عادى يحتفظ بمستودع زئبقه فى حالة رطبة باستمرار باحاطته بقطعة مبللة من الموسلين طرفها مغمور فى إناء صغير يحتوى على ماء مقطر .

(١١) الجفاف السطحى (Casehardening) أو (A case of hardening) : وهو احتراق الأنسجة السطحية للمواد الغذائية وتكوينها طبقة صلبة غير مسامية تمنع تبخر رطوبة الأنسجة الداخلية .

(١٢) نسبة التجفيف (Drying Ratio) : وهى النسبة بين وزن الخامات الطازجة (قبل التجهيز) ووزنها بعد التجفيف ، ويتكون الرقم الأول من هذا التناسب من الوزن الطازج

مقدراً بالأرطال اللازم لإنتاج رطل واحد منها على حالة جافة . ويتكون الرقم الثانى من العدد الواحد الصحيح وتتوقف القيمة الحقيقية لهذه النسبة على اعتبارات عديدة أهمها النوع والصنف وحالة النمو ومنطقة الزراعة ووقت الحصاد ومقدار الفقد خلال عمليات التجهيز . ونظراً لاحتفاظ مركباتها الجافة بوزنها فى المادة الطازجة ثم فى المادة الجافة ونظراً لكون التغير الوحيد الذى يطرأ عليها ينحصر فيما تفقده من الرطوبة فانه يمكن حساب نسبة التجفيف من المعادلة الآتية :

$\frac{س + ١}{١ + س}$ (حيث يدل س على عدد أرطال الرطوبة فى المادة الطازجة بالنسبة لعدد أرطال مركباتها الجافة . كما يدل صـ على عدد أرطال الرطوبة فى المادة الجافة بالنسبة لعدد أرطال مركباتها الجافة) . فاذا احتوت مادة غذائية على ٧٨٪ فى حالتها الطازجة و ٦٪ فى حالتها الجافة فان نسبة التجفيف فى هذه الحالة تساوى

$$\frac{١ + \frac{٧٨}{٢٢}}{١ + \frac{٦}{٩٤}} = \frac{١ + ٣,٥}{١ + ٠,٠٦} =$$

$\frac{٤,٥}{١,٠٦} = \frac{٤,٢}{١}$. أى ٤,٢ : ١ .

المبادىء الأولية لتجفيف المواد الغذائية :

عرف التجفيف الشمسى منذ عهد بعيد وامتاز بالبساطة ثم عرف منذ قرن تقريبا التجفيف الصناعى وقام على أساس من مبادىء الهندسة الكيمائية . ولقد كان لتقدم علوم التغذية واشتداد الحاجة إلى أغذية جافة زمن الحروب الفضل الأول فى استغلال كثير من العلوم الحيوية لتحسين صفات الأغذية الجافة والمحافظة على الخواص المميزة لخاماتها الطازجة . ولذلك يتوقف تجفيف المواد الغذائية على ثلاثة اعتبارات رئيسية هى كالآتى :—

أولا — إيقاف أو تثبيط جميع العوامل الحيوية التى تؤدى إلى كثير من التغيرات بخواص وصفات المواد الغذائية الطازجة عند إعدادها للتجفيف أو أثنائه وكذلك عند التخزين. وهى عوامل كيمائية وطبيعية وميكروبيولوجية .

وتعتبر الأنزيمات كأهم العوامل الكيمائية التى تقوم بدور هام فى صناعة التجفيف فى جميع مراحله المختلفة ابتداء من الخامات الطازجة إلى فترة تخزين المواد الجافة ذاتها . ولا تعرف حتى الآن حقيقة جميع هذه الأنزيمات غير أنها تشمل الأنزيمات المؤكسدة . ويغلب أن يكون النظام الأنزيمى المؤكسد مركبا من ثلاث أجزاء رئيسية هى : (أ) بيروأ كسيداز أوفينولين يساعد على اتحاد الأكسجين الموجود على حالة بيروأكسيد للاتحاد مع (ب) مركب ما كحامض البروتو

كاتيكويك لتكوين مركب داكن اللون (حـ) أنزيم يساعد على اتحاد الأكسيجين مع مادة الكاتيكول (أورثوهيدروكسى فينول) أو مع مادة مماثلة لها لتكوين بيروا كسيدات (وهى مركبات نوعية يستخدمها أنزيم البيروا كسيداز فى أكسدة مركبات عضوية عديدة عديمة اللون تتلون بعد الأكسدة) .

ولا توجد أدنى شبهة فى علاقة الانزيمات المؤكسدة بتغير لون بعض الخامات النباتية وتأكسد فيتامين C . كما وأن أكسدة فيتامين A_1 يزداد نشاطا بفعل أنزيم ما لم يعرف تركيبه أو خواصه حتى الآن . واللون النباتى صبغة كيمائية معروفة التركيب تتأثر بأكسجين الهواء الجوى ويتغير لونها بعد فترة معينة من الوقت من حين تعرضها للاكسيجين . فمثلا إذا قطعت درنة بطاطس إلى نصفين وعرض سطح أنسجتها الداخلية للهواء ، فان اللون الأبيض يتحول بالتدريج نحو السمرة ثم السواد فى النهاية ، وذلك بسبب تأكسد مادة تتبع مشتقات البنزين العطرية هى مادة الكاتيكول سابقه الذكر وذلك بواسطة أكسيداز البطاطس (بولى فينول أكسيداز) . كذلك يوجد انزيم البيروا كسيداز فى كثير من النباتات وكذلك فى اللبن ويساعد على أكسدة كثير من مركباتها الكيمائية فى وجود بيروا كسيد الايدروجين كحامض الاسكوربيك (فيتامين C) والتربتوفان والتيروسين والهستيدين ، فضلا عن مركبات أخرى ثنائية الأمين كأورثوفينيلين داى أمين (O-phenylene diamine) ومركبات فينول كالجيا كم (Guiacum) والمونو أمين العطرية كالانيلين والصبغات كالفينوفثالين .

ويتميز أنزيم البيروأكسيداز بنشاطه فى وجود بيروا كسيد الايدروجين أو بعض بيروا كسيدات عضوية . ويرجع جزئيا تغير لون ثمار المشمش إلى أكسدة فيتامين C وتحول مركبه الكيمائى (حامض الاسكوربيك) إلى مادة سوداء فى النهاية بسبب تكوين ناتجات كيمائية مختلفة .

وتنحصر طرق مقاومة النشاط الانزيمى فى سبيلين وهما السلق والكبرتة .

وفضلا عن ذلك تتعرض المواد الغذائية عند التجفيف لانحلال موادها الكربوايدراتية والبروتينية بفعل الحرارة المرتفعة أو بفعل الانزيمات أو لنشاط بعض الأحياء الدقيقة فى المرحلة السابقة لتمام جفافها وخصوصا فى حالة التجفيف الشمسى .

ويقصد بالتغيرات الطبيعية هنا التأثير الميكانيكى والحيوى لعملية التجفيف على الخلية النباتية . ولقد بدأ (Reeve) وغيره منذ عام ١٩٤٢ بعض الدراسات الميكروسكوبية فى هذا الشأن متخذين الخضروات مادة لأبحاثهم ولقد ثبت أن سلق البطاطس يؤدى إلى انتفاخ الحبيبات النشوية (تكوين حالة غروية) حتى يمتلىء الفراغ الخلوى بها فى بعض الحالات .

كما ثبت أن سلق بعض الخضروات كالجزر والبطاطا يؤدى إلى انحلال النشاء إلى دكسترين بواسطة انزيم الاميلاز فى المرحلة الابتدائية للتجفيف ، على عكس البطاطس فى ذلك حيث يتلف هذا الانزيم قبل انتفاخ نشائه . وتؤدى عمليتى السلق والتجفيف (وكذا التجمد) إلى قتل مادة السيتوبلازم أى إلى تحوله إلى حالة غير قابلة للذوبان وفقده بالتالى خاصية النفاذ الانتخابى (Selective permeability) أى تنظيم نضح الرطوبة من والى الخلية ، وهى خاصية تساعد على تبخر الرطوبة عند التجفيف وكذا على امتصاص الرطوبة عند الطبخ . كذلك يحتوى الجزر على زيت دهنى على حالة ليبوبروتين ، ويؤدى سلق الجزر ثم تجفيفه إلى انفصال الزيت عن المادة البروتينية . ويعتقد Reeve فى فائدة هذا الزيت كمادة حافظة للجزر المجفف وكذلك فى حفظ مادته الكاروتينية دون الانحلال الكامل لذوبان جزء منه فى الزيت أو لتكوين الزيت طبقة تحميه دون التلف ، وأن مدى احتفاظ الكاروتين بخواصه يتوقف على مدى تعرض الزيت للاكسدة . ويغلب أن يكون السبب فى احتفاظ البنجر بعد التجفيف بلونه ونكهته إلى ارتفاع ما يحتويه من البكتين . كما يرجع الانفصال البسيط لمادته الملونة عند نقع البنجر الجاف فى الماء لاعداده للاكل إلى وجود تلك المادة فى عصارة الخلية ذاتها وفقد السيتوبلازم خاصية تنظيمه لنضح وامتصاص الرطوبة بسبب عمليتى السلق والتجفيف .

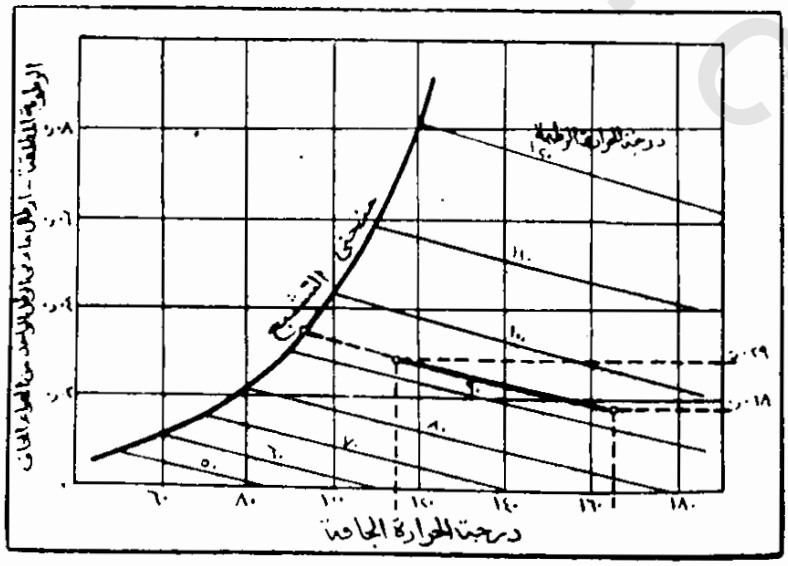
كذلك يؤدى بطء نفاذ الرطوبة من الأنسجة الداخلية للمواد الغذائية عند التجفيف إلى الأنسجة الخارجية عن معدل المقدار المتبخر من الأنسجة الأخيرة إلى احتراقها وتكوينها طبقة صلبة غير مسامية (الجفاف السطحى) تمنع اكتمال تبخر رطوبة الأنسجة الداخلية واحتفاظها بقدر أكبر من رطوبتها عن الأنسجة الخارجية الجافة مما قد يوحى لأول وهلة ببلوغ تلك المواد مرحلة التجفيف المثلى وهى حالة تدل على خطأ فى عملية التجفيف .

وأما عن العوامل الميكروبيولوجية فلقد مر بنا ذكرها فى الباب الثانى ، ويهمنا فى هذا الموضع بيان ثلاثة اعتبارات هامة فى هذا الشأن وهى : (١) العناية بالمواد الغذائية عند التجفيف (وكذا فى مرحلة التجهيز) لمنع تلوثها بالأحياء الدقيقة ذات الإفرازات السامة . وكذلك (٢) يجب أن تكون المواد الغذائية الجافة خالية تماماً من كافة أنواع التلوث بالأحياء الدقيقة المرضية كباسيلوس الدوسنتاريا أو بكتريا مجموعة السالمونيللا . وفضلا عن ذلك (٣) يجب أن يكون التلوث البكتريولوجى للمواد الجافة منخفضاً للغاية منعاً لتعرض تلك المنتجات للتلف والانحلال أثناء التخزين . وترتبط هذه الحالة ارتباطاً وثيقاً بمقدار الرطوبة فى المادة الجافة ، فكلما ازداد مقدارها كلما توفرت لها عوامل النشاط للنمو والتكاثر .

ويتطلب الاعتبار الأول استخدام درجة من الحرارة للتجفيف لا تقل قيمتها عن ٥٠

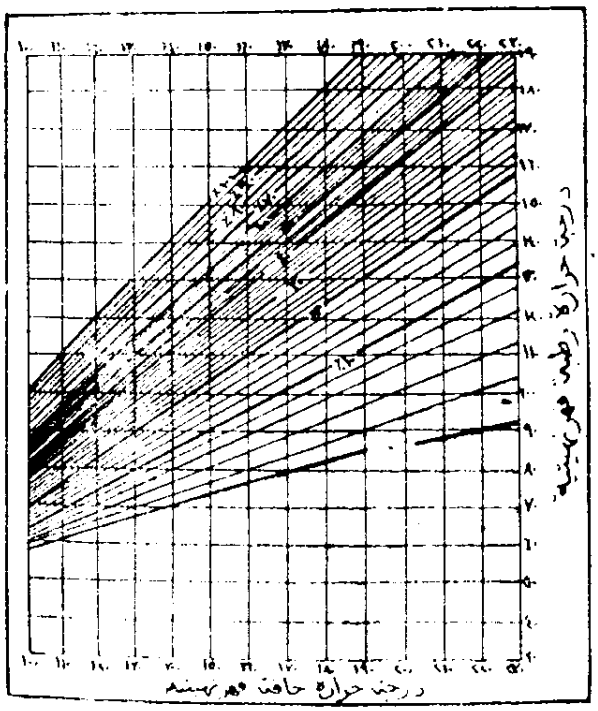
مئوية (١٢٢° فرنهيتية)، وهى درجة لا تسمح بنمو معظم الكائنات الدقيقة . ويتطلب الاعتباران الثانى والثالث الاقتصار على تجفيف الخامات الغذائية السليمة ، ذات الصفات والخواص الجيدة ، الخالية من الأحياء المرضية ، مع التزام الاجراءات الصحية خلال تحضيرها وتجفيفها ، لا سيما وأن درجات الحرارة المستعملة فى تجفيف معظم أنواع المواد الغذائية غير كافية لتعقيمها بالمعنى البكتريولوجى المعروف ، وأن سلق وكبرتة الفاكهة والخضروات لا يكفلان قتل جميع الأحياء الدقيقة الملوثة لها . وتستثنى من ذلك المواد الغذائية التى سبق طبخها فى درجة غليان الماء أو فى درجة أكثر ارتفاعاً قبل تجفيفها كاللحوم المطبوخة والأسماك المطبوخة وأصناف الحساء المختلفة وخلافها . ويمكن اعتبار هذه المواد كمواد معقمة إذا عنى بتوفر الأسباب الصحية فى مرحلتى التجفيف والتعبئة .

ثانيا — ملاءمة درجة حرارة التجفيف للتركيبين الكيمائى والطبيعى للمواد الغذائية : الأصل فى التجفيف استخدام درجات مرتفعة من الحرارة تكفل هلاك الأحياء الدقيقة وتلف الأنزيمات على شرط ألا يؤدى ذلك إلى انفجار الخلايا أو احتراقها . وتقع الدرجات الحرارية المستعملة فى تجفيف المواد الغذائية ما بين درجتى ١١٥ و ١٩٠ فرنهيتية ، ويؤدى استعمال درجة تزيد عن ١٩٠ فرنهيتية إلى احتراق أنسجة المادة المطلوب تجفيفها ، كما يؤدى استعمال درجة تقل عن ١١٥ فرنهيتية إلى تعرض المادة المعدة للتجفيف إلى التلف البكتريولوجى . وعلى العموم تتوقف درجة حرارة التجفيف على عدة عوامل أهمها : مقدار الرطوبة فى المادة الغذائية وتركيبها الكيمائى والطبيعى . ويجب دائما التجفيف فى أكبر درجة حرارية يتيسر استخدامها عمليا على شرط ملاءمتها لصفات المادة الغذائية منعا لتلف خواصها .



خريطة الرطوبة المطلقة (وتبين علاقة الحرارة الجافة والرطبة والرطوبة)

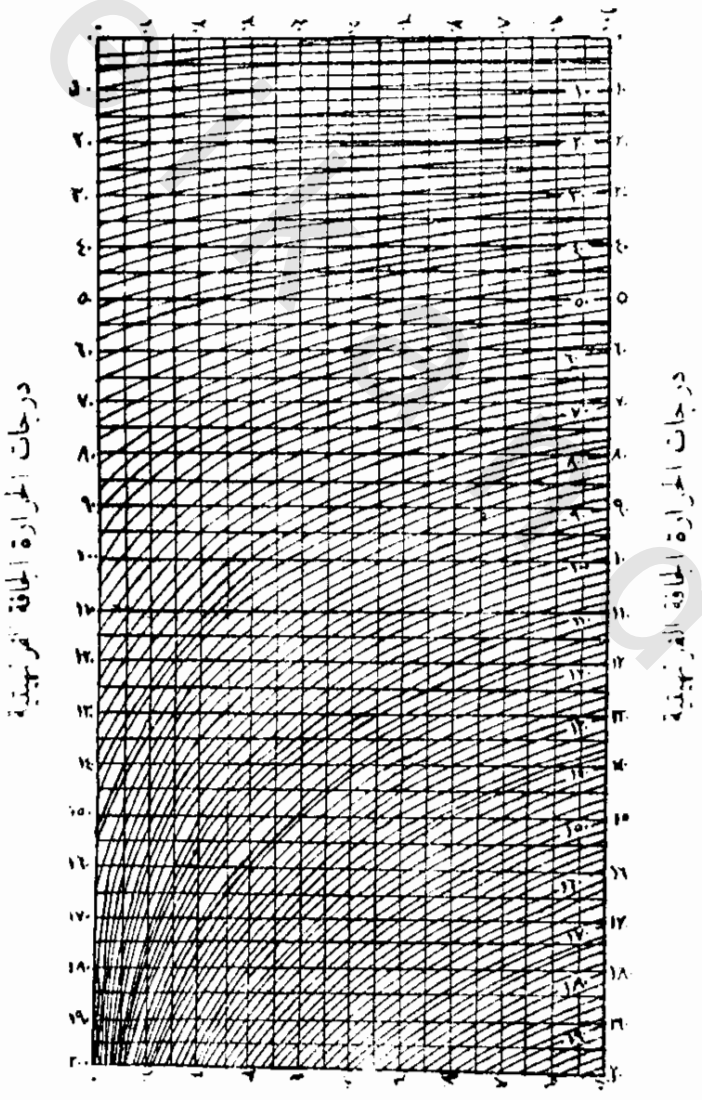
ثالثا — تنظيم حركة الهواء الساخن المحيط بالمواد الغذائية وكذلك رطوبته النسبية : الأصل أن مدة التجفيف تتوقف على درجة حرارة الهواء المحيط بها وقيمة رطوبته النسبية . وعند التجفيف ، يزداد تدريجياً الهواء المحيط تشبعاً بالرطوبة حتى يتم تشبعه عند سكون حركته وعدم تجدده بهواء آخر . وفى هذه الحالة تأخذ السعة العملية للتجفيف فى الانخفاض التدريجى حتى يبلغ المقدار المتبخر من رطوبة المواد الغذائية حداً معيناً يتوقف مداه على مقدار الفقد فى الرطوبة النسبية للهواء المحيط بها بسبب ما تمتصه الطبقات الهوائية الأخرى (الملامسة لذلك الهواء) لقدر منه . ويزداد التبخر بزيادة حركة الهواء وحلول هواء أكثر جفافاً مكانه. كذلك يزداد التجفيف زيادة نسبية ثابتة (عند تنظيم درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية) بزيادة حركة ذلك الهواء حتى يبلغ حداً تنخفض فيه سرعة نفاذ الرطوبة من الأنسجة الداخلية للمواد الغذائية إلى أنسجتها السطحية (الخارجية) عن معدل تبخر رطوبة تلك الطبقات وانطلاقها إلى الطبقات الهوائية المحيطة بها . مما يؤدى فى النهاية إلى حالة الجفاف السطحى . كذلك تزداد سعة التجفيف بازدياد درجة حرارة الهواء . ويتوقف مدى امتصاصه لبخار الماء (قبل بلوغه نقطة الندى) على درجة الحرارة ، فيتضاعف امتصاص الهواء للرطوبة بزيادة درجة الحرارة ٢٧ درجة فرنهيتية بمعنى أنه إذا بلغ الهواء درجة التشبع (أى إذا كانت قيمة رطوبته النسبية تساوى ١٠٠ ٪) فى درجة حرارة قدرها ٥٧ فرنهيتية لسبب ما كالأمطار أو الضباب ثم استخدم هذا الهواء فى عملية التجفيف الصناعى وسخن إلى درجة ١٦٥ فرنهيتية، أى بارتفاع ١٠٨ درجة فرنهيتية ، فان قيمة رطوبته النسبية تنخفض فى هذه الحالة إلى مقدار ٦ ٪ تقريبا ، أى أن سعته التشبعية ببخار الماء تزداد بواقع ١٦ مرة، وتوضح هذه الظاهرة السبب فى قيام المجففات الصناعية بعملها ، بدون ارتباط برطوبة الهواء الجوى المحيط بها .



خريطة الرطوبة النسبية (بارومتر ٢٩,٩٢١ بوصة زئبق)
(لتقدير الرطوبة النسبية من درجتى الحرارة الجافة والرطبة)

وتتوقف رطوبة الهواء المستخدم فى المجففات الصناعية على مدى تجدده ، بمعنى أن استخدام مقداراً معيناً من الهواء فى التجفيف عدة مرات يؤدى إلى رفع رطوبته النسبية بالتدريج ، ونظراً لاستخدام الجزء الأكبر

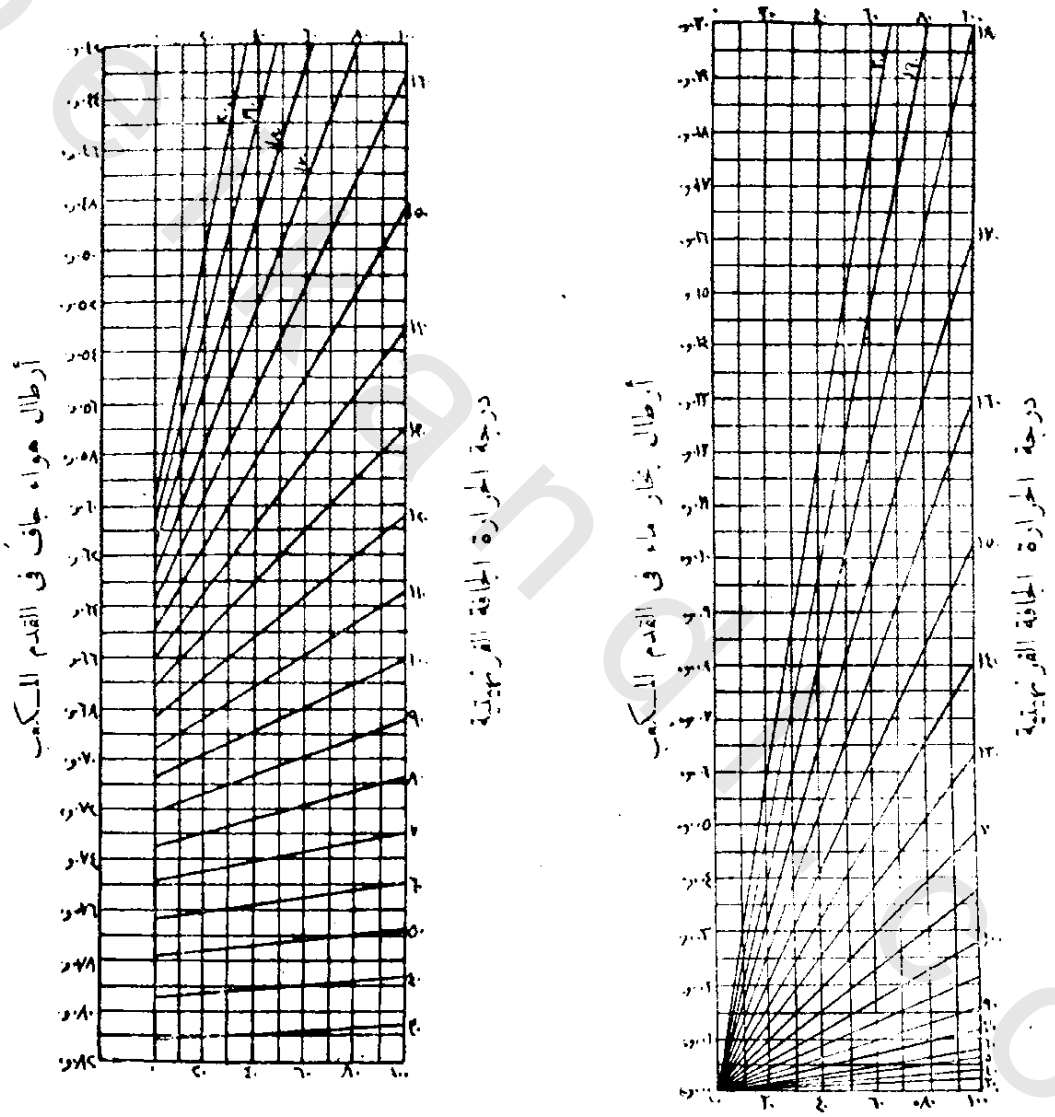
من الهواء المستعمل فى عملية التجفيف فى نقل الحرارة اللازمة لتبخير الرطوبة من المواد الغذائية المطلوب تجفيفها (بواقع $\frac{6}{7}$ — $\frac{7}{8}$ حجم الهواء) والباقى فى حمل الرطوبة بعد تبخرها ، ولما كانت تكاليف عملية التجفيف تتوقف إلى حد كبير على نفقات التسخين ، فانه يجب الاحتفاظ بقدر كبير من الهواء المسخن ، على شرط ألا تزيد رطوبته النسبية عن حد معين يمنع التبخر والتجفيف بالتالى . ويقوم المشتغلون بهذه الصناعة باستغلال هذه القاعدة (يستخدم عادة ، فى المجففات التجارية ذات النفق والعربات من النوع ذى النظام الهوائى العكسى ، ٥٠ إلى ٧٥ ٪ من الهواء الذى سبق استعماله فى عملية التجفيف) رغبة منهم فى خفض تكاليف الوقود إلى النصف فى بعض الحالات . فمثلا إذا كانت الرطوبة النسبية لحجم معين من الهواء فى درجة ١٥٠ فرنهيتية قيمة قدرها ١٨ ٪ ، فان خفض درجة حرارته إلى ١٠٠ فرنهيتية يؤدى إلى رفع رطوبته النسبية إلى ٧١ ٪ . وكذلك يؤدى رفع درجة حرارة الحجم ذاته من الهواء من ٧٠ إلى ١٥٠ فرنهيتية إلى خفض رطوبته النسبية من ٥٠ ٪ إلى ٥ ٪ فقط . ويؤدى تغير درجة حرارة الهواء إلى تغير حجمه وإلى ما يحتويه من الرطوبة بالتالى . فاذا كان القدم المكعب الواحد من الهواء العادى يحتوى على ٠,٠٠٢ رطل من بخار الماء و ٠,٠٦٢ رطل من الهواء الجاف وذلك فى درجة حرارة قدرها ١٥٠ فرنهيتية ورطوبة نسبية قدرها ١٨ ٪ ، فانه يحتوى فى درجة قدرها ١٠٠ فرنهيتية ورطوبة نسبية قدرها ٧١ ٪ على ٠,٠٠٢ رطل من بخار الماء و ٠,٠٦٨ رطل من الهواء الجاف . وبذلك يزداد وزن القدم المكعب من ذلك



رسم بيانى يبين علاقة درجات الحرارة الجافة (الخطوط الأفقية) والرطبة (الخطوط المنحنية) والرطوبة النسبية (الخطوط الرأسية)

الهواء من ٠,٠٦٤ رطل إلى ٠,٠٧٠ رطل ويصبح حجمه فى الحالة الأخيرة مساويا لناتج $\frac{٠,٠٦٤}{٠,٠٧٠} \times ١ = ٠,٩١٤$ قدم مكعب .

ونظراً لأهمية الهواء فى التجفيف على وجه عام وخصوصا الصناعى منه حيث يقوم بنقل الحرارة للمواد الغذائية المطلوب تجفيفها فضلا عن امتصاصه وإزالته لبخار الماء المتبخر من



الرطوبة النسبية (نسبة مئوية)
هواء جاف

الرطوبة النسبية (نسبة مئوية)
بخار ماء

يبين الرسمان البيانيان بعاليه أرطال الهواء الجاف وكذا أرطال بخار الماء فى القدم المكعب من الهواء فى ضغط جوى قدره ٢٩,٩٢١ بوصة من الزئبق (نقلا عن :

Chace, Nœl and Pease, "Preservation of Fruits and Vegetables by Dehydration," U.S.D.A. Circ. 619 (1942).

هذه المواد أثناء التجفيف ، وهى اعتبارات هامة تتعلق بالسعة العملية الحقيقية للمجففات الصناعية) التى تتوقف على درجة حرارة الهواء المستعمل وكذا على حجمه) فانه يجب عند

تصميم المجففات الصناعية الإلمام مبدئياً بالتكوين الحقيقي لهواء المناطق المعدة لإقامة تلك المجففات فيها . ويقصد بتكوين الهواء مقدار ما يحتويه من الهواء الجاف وبخار الماء اللذين يستخدمان فى عملية التجفيف بعد أن يتم تسخين مخلوطهما وهو الهواء العادى. ويتوقف تبخر الرطوبة من المواد الغذائية المطلوب تجفيفها على مقدار النقص الحرارى فى درجة حرارة الهواء عند ملامسته لتلك المواد (لتحويله لجزء من رطوبتها من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية) ، كما يتوقف أيضاً على حجم ذلك الهواء نفسه .

فاذا فرض مثلا أن درجة الحرارة الابتدائية للهواء عند دخوله إلى مجفف هى ١٦٥° فرنهيتية وكانت رطوبته النسبية هى ٢٥ ٪ . فان القدم المكعب من هذا الهواء يحتوى على ٠,٠٥٧٨ رطل من الهواء الجاف و٠,٠٠٣٦ رطل من بخار الماء ويكون مجموع وزنهما هو ٠,٠٦١٤ رطل . وبضرب قيمة الحرارة النوعية لكل من الهواء الجاف وهو الرقم ٠,٢٤ ولبخار الماء وهو الرقم ٠,٤٥ فى الوزن السابق لكل منهما . فان مجموع حاصل الضرب يدل على قيمة الحرارة التى يفقدها القدم المكعب الواحد من الهواء حال ملامسته للمواد المطلوب تجفيفها وذلك لكل انخفاض فى قيمة درجة الحرارة درجة فرنهيتية واحدة ، وهو يساوى فى هذه الحالة ٠,٠١٥٥ وحدة حرارية بريطانية ، فاذا كان مقدار الانخفاض فى درجة حرارة الهواء هو ٣٥ درجة فرنهيتية ، فان مقدار الحرارة التى يفقدها القدم المكعب الواحد منه حال مروره بالمواد المطلوب تجفيفها هو ٣٥ × ٠,٠١٥٥ أى ٠,٥٤٢٥ وحدة حرارية بريطانية .

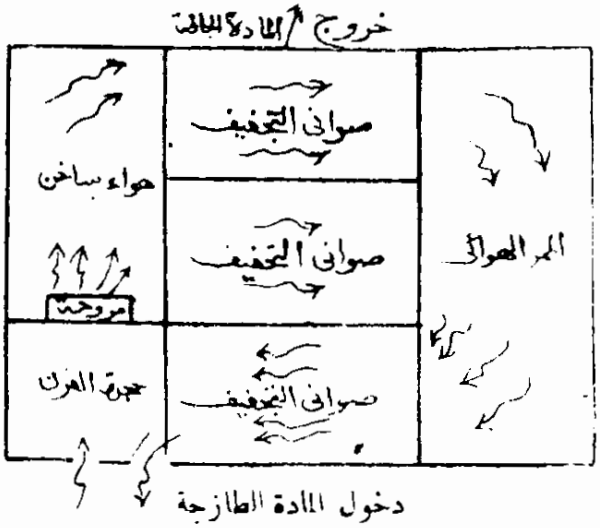
المجففات ذات الانسياب الطبيعى للهواء

ولما كان المقدار النظرى من الحرارة اللازم لتبخير رطل واحد من الماء هو ١١٠٠ وحدة حرارية بريطانية فيكون حجم الهواء اللازم مروره فى هذه الحالة لتبخير رطل واحد من رطوبة المواد الغذائية فى الدقيقة الواحدة هو $\frac{١١٠٠}{٠,٥٤٢٥}$ أى ٢٠٢٨ قدماً مكعباً فى الدقيقة الواحدة . ونظراً لتعرض الحرارة للفقد المستمر بسبب الاشعاع خلال جدران المجففات أو لامتصاص المكونات الصلبة للمواد الغذائية وكذا صوانى التجفيف والعربات (المستعملة فى حمل هذه الصوانى داخل

المجففات) لجزء منها . فان المقدار الحقيقى للهواء فى هذه الحالة يجب أن تزداد قيمته عن المقدار النظرى حتى تعادل الزيادة قيمة الفقد الحرارى . فاذا كانت السعة التبخيرية الحقيقية للهواء المستعمل هى ٧٥٪ من سعته النظرية ، فان مقدار الهواء الذى يجب إمراره فى الدقيقة الواحدة لتبخير رطل واحد فى الدقيقة الواحدة من رطوبة المواد الغذائية المطلوب تجفيفها يصبح $\frac{١٠٠ \times ٢٠٢٨}{٧٥}$ أى ٢٧٠٤ قدماً مكعباً .

وتنقسم طرق انسياب الهواء فى المجففات الصناعية إلى نوعين : أولها طبيعى ويعرف بالانسياب الطبيعى للهواء (Natural Draft) . وهو أقدم الوسائل المعروفة وأبسطها . وتنحصر أهم مزاياه فى استغلاله للهواء الجوى بدون استخدام أية قوة ميكانيكية لدفعه داخل المجففات فى حين تنحصر عيوبه فى عدم كفايته لإمداد هذه المجففات بمقادير كافية من الهواء وتعذر تنظيم سرعته داخلها مما يؤدى إلى عدم انتظام عملية التجفيف . فضلا عن صعوبة تقدير درجة حرارته ورطوبته النسبية . وأهم أنواعه مجففات المداخن ومجففات القباين ومجففات التبخير . ويقتصر استخدام هذه الأنواع على صغار المشتغلين بصناعة التجفيف وتكاليف تشغيلها أكثر ارتفاعا عن الأنواع التابعة للطريقة الثانية .

وتتلخص الطريقة الأخرى فى توليدها لتيارات هوائية ودفعها داخل المجففات آلياً ، وتعرف حركة انسياب الهواء فيها بالانسياب الصناعى (Air-Blast System) ، وتنحصر مزاياه فى دقة تنظيمه لحجم الهواء وحركته ودرجة حرارته ورطوبته النسبية ، وتنحصر عيوبه فى ارتفاع ثمن ما يتطلبه من مراوح ، غير أن انتظام عملية التجفيف وانخفاض تكاليفها يقلل من أهمية ذلك الاعتبار . وتتراوح سرعة انسياب الهواء فى مجففات هذه الطريقة ما بين ٦٠٠ — ٧٠٠ قدم طولى فى الدقيقة الواحدة . ويؤدى انخفاضها عن ٥٠٠ قدم طولى إلى بطء عملية التجفيف وعدم انتظامها ، فى حين تؤدى زيادة سرعة الانسياب الهوائى عن ١٠٠٠ قدم طولى فى الدقيقة الواحدة إلى زيادة النفقات . وتقدر سرعة انسياب الهواء بجهاز الأنيمومتر (Anemometer) ووحدته القدم الطولى فى الدقيقة الواحدة . ولمعرفة حجم الهواء (مقدراً بالأقدام المكعبة فى الدقيقة الواحدة) تضرب سرعة انسيابه فى الدقيقة الواحدة فى قيمة مسطح



رسم توضيحى للمجففات ذات النفق

القطاع الذى يتحرك فيه . وأهم أنواع هذه الطريقة هى مجففات النفق ومجففات المقصورات والمجففات الرحوية والمجففات ذات الحصر المتحركة ومجففات الرذاذ .

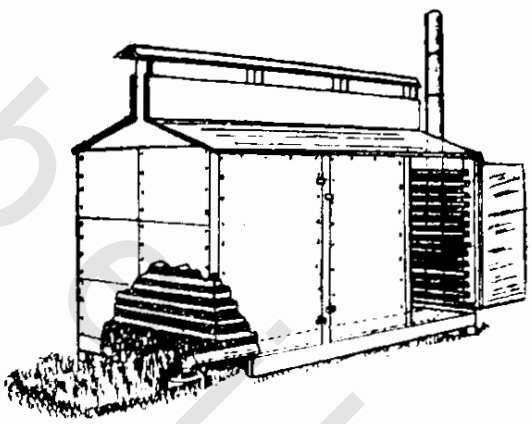
طرق التجفيف :

وتنقسم إلى قسمين رئيسيين هما : (أ) التجفيف الشمسى (ب) التجفيف الصناعى .

أولا — التجفيف الشمسى : ويتميز بالبساطة وعدم حاجته لفن أو عناية كبيرة . فضلا عن قلة ما يتطلبه من نفقات أو تكاليف ولقد عرفت طريقته منذ قديم الزمن، واستعملها المصريون القدماء فى تجفيف كثير من منتجاتهم الغذائية كالفاكهة والخضروات والغلال واللحوم والأسماك. ويقتصر استعمالها فى الوقت الحاضر على بلدان المنطقتين الحارة والمعتدلة التى تتوفر فيها الشمس الساطعة معظم فصول السنة . ومنشؤها بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط . ومنها انتقلت إلى كثير من البلدان الأخرى . وتنحصر مناطقها الهامة فى الوقت الحالى فى بلدان حوض البحر الأبيض ، وولاية كاليفورنيا بأمريكا ، واستراليا ، واتحاد جنوب افريقيا وغيرها وتستخدم فى تجفيف كثير من الخامات النباتية والحيوانية أهمها الفاكهة والخضروات والأسماك والغلال والأعشاب الطبية والتوابل ومواد العلف . وهى أرخص طرق التجفيف غير أنها تعرض المواد الغذائية لكثير من عوامل الفساد المتنوعة فضلا عن تعرض لونها وطعمها للتغير أو التلف عند طول مدة التجفيف وأهم ميزاتها رخص خاماتها الجافة لانخفاض ما تتكلفه من نفقات .

ثانيا — التجفيف الصناعى : ويقصد به إزالة رطوبة الخامات الغذائية وغيرها بالقدر المتلائم مع التركيب الكيمائى والتكوين الطبيعى لتلك المواد عن سبيل التبخير بالحرارة المتولدة صناعياً . وتستخدم فى أداء هذه العملية أجهزة تعرف بالمجففات الصناعية (Dehydrators) . وتنقسم بالنسبة لضغط الهواء المستعمل ، إلى أجهزة تستخدم فى الهواء الجوى العادى وأخرى تحت تفريغ هوائى ، كما تنقسم بالنسبة لحالة التواصل ، إلى أجهزة محدودة السعة وأخرى غير محدودة وثالثة تدريجية (سيارة) ، وبالنسبة لطريقة التسخين إلى نوعين إحداهما ذات نظام مباشر للتسخين والأخرى ذات نظام غير مباشر، وبالنسبة المصدر الحرارى ، إلى أجهزة تسخن بالفحم أو المازوت أو الكهرباء أو غاز الاستصباح ، كما يمكن تقسيمها بالنسبة للخامات المستعملة فى تشييدها ، أو بالنسبة إلى شكل حجر التجفيف ، أو بالنسبة إلى طريقة انسياب الهواء فيها كأن تكون من نوع النفق أو المقصورات ونذكر فيما يلى أكثر هذه الأنواع استعمالا فى صناعة التجفيف على وجه عام وهى :—

(١) **مجففات المداخن** (Stack Driers) : وتتكون من حجرات كبيرة مقسمة إلى مقصورات ، تختلف أبعاد الواحده منها باختلاف حجم الصوانى المستخدمة (عادة ٤ × ٣ قدم) وعددها (اثنى عشر مرتبة فوق بعضها بتباعد قدره أربع بوصات) وتصنع جدران حجر التجفيف من مواد غير قابلة للاشتعال وأفضلها الصاج الأبيض . ويشيد عادة جزؤها العلوى على شكل جمالون مفتوح بفتحة علوية طولية عند موضع اتصال جانبيه المائلين وتعد هذه الفتحة الطولية لخروج الهواء الساخن بعد استعماله . وتستخدم فى تسخين الهواء مواقد زيت معدنى (السولار أو المازوت) يمر عادم وقودها داخل مدخنة ملتوية مثبتة بأسفل الصوانى ثم يرتفع طرفها للخارج كما قد يستخدم بخار الماء المنطلق خلال أنابيب مقفلة فى أداء هذا الغرض أيضاً. وتتوقف طريقة بناء المواقد على موضع إقامة المجففات . فاذا أقيمت بداخل المعامل يراعى تشييد سرداب بأسفل المسطح الكلى للمجففات على أن يعمق بقدر كافى حتى يتسنى وضع مواقد التسخين بحيث يبعد طرفها العلوى عن مستوى قاع حجر التجفيف بمسافة قدم ونصف. ويكتفى فى حالة إقامة المجففات المتحركة المعدة للعمل فى الفضاء ، حفر آبار عميقة لوضع المواقد فى موضع يبعد عن سطح قاع حجر التجفيف . وتتراوح سعة المقصورة الواحدة فى هذه المجففات ما بين ٢٠٠ — ٣٠٠ رطل من المواد المعدة للتجفيف ، وتزداد سعتها العملية عند تشغيلها طول اليوم الكامل (٢٤ ساعة) وعند العمل توضع مبدئياً الخامات الطازجة فوق الصوانى العلوية ثم تنقل بالتدريج (الصوانى) إلى أسفل وبذلك يزداد تعرضها لحرارة ترتفع قيمتها بالتدريج كلما قربت من موضع الأنابيب .

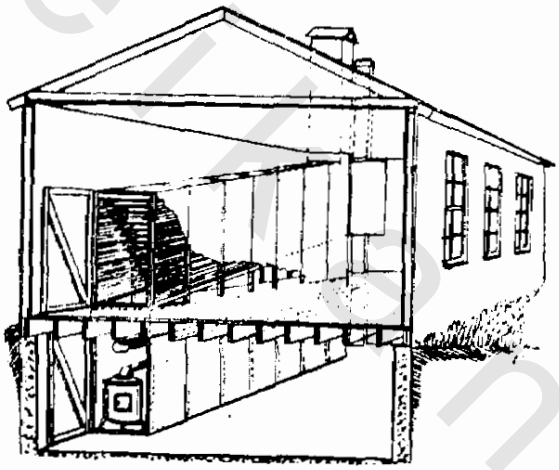


مجفف من النوع ذى المداخن

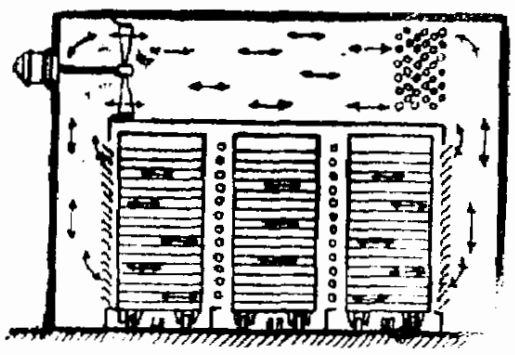
(٢) **مجففات القمائن** (Kiln Driers) ويتكون هذا النوع غالباً من مسطحات تبلغ أبعادها ٢٠ × ٢٠ قدم مصنوعة من سدابات خشبية رقيقة تفصلها عن بعضها مسافات ضيقة معدة لمرور الهواء الساخن. وتوضع بأسفل هذه المسطحات مصادر التسخين التى تتكون من أنابيب ملتوية تغطى قاع تلك المسطحات ، تعد لمرور بخار الماء أو غازات ساخنة . وتتكون سقوف هذه المجففات من جالونات مفتوحة للتهوية ولنفاذ الهواء الساخن بعد استعماله . وعند العمل توضع المواد الغذائية المطلوب تجفيفها فوق سطح تلك المسطحات وتقلب باليد العاملة من وقت إلى آخر رغبة فى تجانس التجفيف .

(٣) **مجففات التبخير** (Evaporators) ويتم فيه التجفيف داخل حجرات ترقد إلى جدرانها أنابيب معدة لمرور بخار الماء أو الهواء الساخن أو الغازات المنطلقة عن الاحتراق. ولا تحتوى هذه الحجر على مراوح هوائية لتوليد تيارات هوائية صناعية . ويندر استعمال هذه الطريقة فى الوقت الحاضر لضعف سعتها العملية ورداءة صنف المادة الجافة وعدم تجانس تجفيفها .

(٤) **التجفيف فى مقصورات** (Compartment Drying): تتكون مجففات هذا النوع من حجر مقسمة بفواصل إلى حجيرات . وتعد كل منها لأن تسع كومة أو كومتين من الصوانى المصففة فوق بعضها والمحمولة على عربات . وقد تكون الصوانى ثابتة داخل المقصورات كرفوف متحركة أو غير متحركة. ويحمل الهواء الساخن إلى حجيرات التجفيف خلال قنوات هوائية تتفرع إلى فروع لتوزيع الهواء على حالة متجانسة داخل كل مقصورة . ويفضل إمرار الهواء جانبياً على الصوانى إذ يؤدى سقوطه رأسياً عليها إلى جفاف المواد القريبة من موضع دخول الهواء وضعفه نسبياً فى المواضع البعيدة عنه .

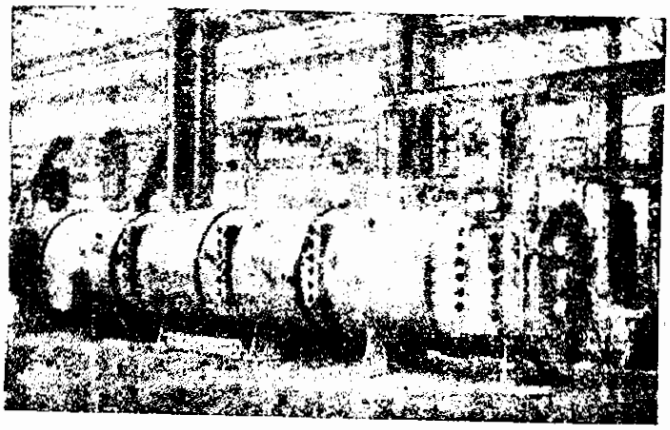


مجففات التبخير ذات النفق

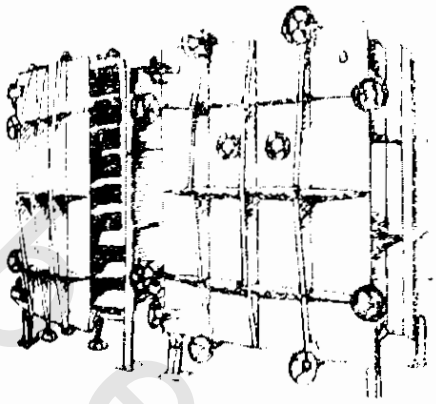


مجففات المقصورات

ويحمل الهواء بعد استعماله خلال قناة تنقله إلى المسخن أو إلى الخارج تبعاً لنظام التجفيف وحالة العمل . وتنحصر مصادر الحرارة فى هذا النوع من المجففات فى البخار أو الكهرباء أو الغازات الناشئة عن احتراق غاز الاستصباح أو الفحم الكوك أو الفحم الحجرى أو المازوت بعد مزج تلك الغازات بالهواء . ويتميز هذا النوع بارتفاع تكاليفه نظراً لإنتاجه المحدود ولكبر مسطح جدرانه بالنسبة لسعته العملية وارتفاع النفقات التى يستدعيها نظام الدورة الهوائية داخله وما يتطلبه ذلك من منظمات آلية . ويستخدم هذا النوع فى تجفيف الفاكهة والخضروات واللحوم وزلال البيض .



جهاز للتجفيف تحت تفريغ هوائى

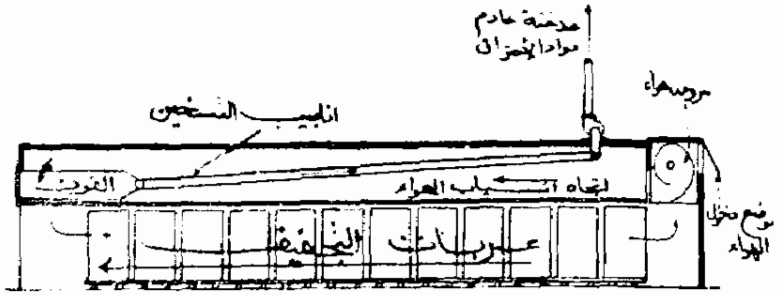


مجففات فراغية ذات الرف

(٥) **التجفيف بواسطة المجففات الفراغية ذات الرف** (Vacuum Shelf Drying) :

ويقتصر استعمال هذه الطريقة على العقاقير الطبية والخلاصات الغذائية والغدد الحيوانية، وهى مواد رقيقة التركيب يتطلب تجفيفها عناية خاصة للمحافظة على خواصها . وتتكون المجففات من مقصورات معدنية صغيرة الحجم تكوّن كل منها وحدة مستقلة ، تحتوى كل مقصورة على رف معدنى ثابت عميق لوضع المادة المطلوب تجفيفها . ويتم التجفيف بواسطة مادة مناسبة ناقلة للحرارة تتحرك داخل تجويف الجدارين المزدوجين المكونين لقاع تلك الرفوف ، أى أن التجفيف يتم فى هذا النوع بواسطة التوصيل الحرارى . ويستدعى ذلك تنظيم توزع المواد المطلوب تجفيفها بحالة متجانسة فوق سطح قاع الرفوف المعدنية . وتجمع الأبخرة المتصاعدة فى مكثفات و يطرد للخارج الجزء غير الصالح منها للتكثيف .

(٦) **التجفيف بواسطة المجففات ذات النفق** (Tunnel Dryers) : ويستخدم هذا النوع فى تجفيف المواد الغذائية التى يتطلب تجفيفها وقتا طويلا نسبيا كالفاكهة والخضرات واللحوم وزلال البيض . وتتميز دون معظم الأنواع الأخرى بانخفاض نفقات استعمالها مما يؤدى إلى عدم ارتفاع ثمن منتجاتها عن المعدل التجارى العادى . وتتكون هذه المجففات من نفق طويلة ضيقة تنتقل داخله عربات تحمل صوانى التجفيف (التى تنشر فوق سطحها الخامات المطلوب تجفيفها) ويتم تسخين هواء هذا النوع من المجففات عن سبيل الحمل الحرارى بالبخار الساخن المنتقل فى الجزء الخاص بتسخين الهواء خلال أنابيب من الصلب . كما قد يتم التسخين أيضا عن سبيل منتجات الاحتراق للوقود المستعمل كالمازوت وغاز الاستصباح والفحم وما شاكلها . وتنقسم سبل تحرك الهواء فى هذه المجففات إلى ثلاثة أقسام وهى طرق الانسياب الهوائى الموازن والعكسى وذات المنافذ الوسطية لخروج العادم .

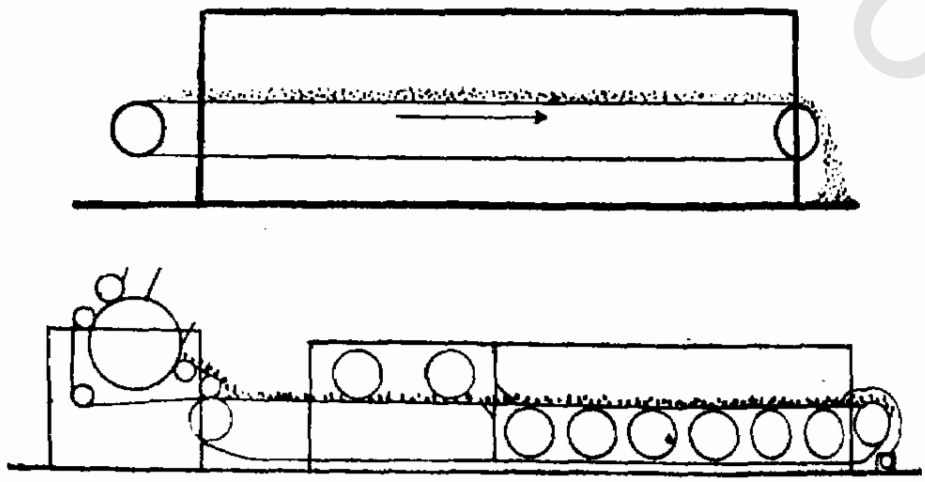


مجفف ذى نفق

(٧) التجفيف بواسطة المجففات ذات الحصر المتحرك: (Conveyor Type Drying) :

وتستعمل بكثرة فى الصناعات الكيمائية كما تستخدم فى تجفيف المواد الغذائية فى حالة الرغبة فى انقاص طول مدة التجفيف اللازمة وعدم الحاجة إلى تقليب المادة أثناء عملية التجفيف . ولا تختلف تفصيلات هذا النوع عن السابق فيما عدا احتواءه على حصر متحركة حركة لا نهائية بدلا عن العربات وصوانى التجفيف .

ويتكون المجفف الواحد من حصيرة واحدة أو أكثر وتصنع من الشبك المعدنى أو من قطع رقيقة من الخشب (سدابات) تبعد عن بعضها بمسافات ضيقة ، وتستعمل هذه الحصر فى حمل المواد المطلوب تجفيفها . وتتحرك حول طمبورين حركة لا نهائية وتمر خلال حركتها داخل نفق التجفيف ، وهى حجر مستطيلة غير مرتفعة . وتستخدم هذه المجففات عادة وبنجاح كبير فى إتمام تجفيف الزبيب (المجفف جزئياً من قبل) وبعض الخضروات والنشاء وغيرها . ولا تصلح لتجفيف ثمار الفاكهة لتعرضها للتهشم عند سقوطها من حصيرة

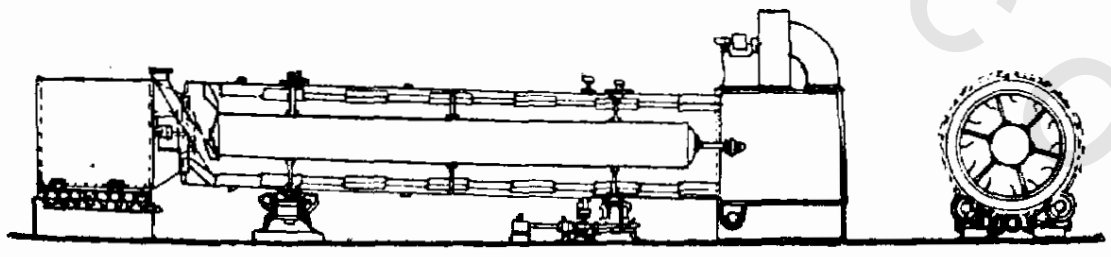


مجففات مختلفة من النوع ذى الحصر المتحركة

إلى أخرى (فى حالة تعدد طبقات الحصر) ، فضلا عن التصاقها بسطح تلك الحصر . وتنحصر أهم عيوب هذه الطريقة فى نقص سعتها عن المجففات ذات النفق .

(٨) **المجففات الدوارة** (Rotary Dryers) : ويكثر استخدامها فى بعض الصناعات الغذائية وغيرها . وتنحصر أهم مزاياها فى سعتها العملية الكبيرة وارتفاع سعتها الحرارية وسهولة استعمالها الصناعى . وتتكون من اسطوانات معدنية تتحرك حول محورها الأفقى حركة دورية ، وتنتقل بداخلها المادة المطلوب تجفيفها من أحد طرفيها إلى الطرف المقابل ، وتنظم سعتها العملية بواسطة تعديل زاوية ميل محورها الطولى على المستوى الأفقى . وتنقسم هذه المجففات على أساس حركة المادة عند التجفيف بالنسبة لحركة الوسط المجفف إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى : المجففات ذات النظام الموازن والعكسى والمزدوج (الموازن والعكسى) .

ويكثر استعمال النظام الموازن فى تجفيف المواد التى لا تتعرض للتلف بفعل الحرارة المرتفعة فى المراحل الابتدائية لعملية التجفيف أى عندما تكون محتفظة بمقدار كبير من الرطوبة وكذلك فى الحالات التى تحتفظ فيها تلك المواد بمقدار كبير نسبيا من الرطوبة فى المراحل الختامية للتجفيف . ولا يصلح هذا النظام للاستعمال عند ارتفاع محتويات المادة الجافة من الذرات الدقيقة التى يسهل حملها بواسطة الأبخرة الساخنة . كذلك لا يصلح لتجفيف المواد المعرضة لجفاف سطحها الخارجى دون الأنسجة الداخلية . وفضلا عن ذلك لا تتوفر فى هذا النظام القوة المجففة المتناسقة كالمجففات الأخرى ، مما يستدعى استعمال اسطوانات طويلة وزيادة طول مدة التجفيف حتى يمكن المحافظة بذلك على السعة العملية الحقيقية للجهاز المستخدم . ويرجع السبب فى ارتفاع السعة الحرارية لهذا النظام فى انخفاض درجة حرارة الوسط المسخّن عند ملامسته للمواد الطازجة وهى مازالت محتفظة بمقدار كبير من الرطوبة (معظم مدة التجفيف) .



مجفف دوارى يسخن بالبخار تسخينا غير مباشر

وتتلخص مزايا النظام العكسى فى قصر مدة التجفيف وارتفاع سعته العملية وعدم تعرض المواد عند التجفيف للجفاف السطحى . وتنحصر عيوبه الرئيسية فى تعرض المادة المجففة فى المراحل الختامية للتجفيف للاحتراق عند ملامستها لحرارة الوسط المسخّن مما يستدعى تنظيم الرطوبة فى تلك المرحلة . ويؤدى هذا النظام إلى فقد مقدار كبير من الحرارة الممتصة بالمادة الجافة عند تركها جهاز التجفيف بعد أن يتم جفافها . فضلا عن تعرض المواد الطازجة للتكتل

لارتفاع مقدار ما تحتويه من الرطوبة وانخفاض درجة حرارة الوسط المسخّن فى الطرف البارد من جهاز التجفيف .

وتتلخص مزايا النظام المزدوج فى خفض طول مدة التجفيف عن النظام الموازن عند تعرض المادة المجففة فى مرحلتها الختامية لتيارات من الهواء الساخن تسلك النظام العكسى .

(٩) **المجففات الرحوية المسخنة بالبخار** (The Rotary Steam Tube Dryers) : ويتكون هذا النوع من اسطوانات تحيط بالسطح الداخلى لهيكلها الأسطوانى أنابيب لمرور البخار وهى أداة التسخين فيها . وتتصل هذه الأنابيب فى موضع مركزى بها بأنبوبة رئيسية ثابتة تحمل البخار إلى الجهاز . وتتميز هذه المجففات بسعتها الحرارية الكبيرة وتنتقل الحرارة إلى الهواء (الوسط المجفف) عن سبيل التوصيل والإشعاع والنقل مجتمعة . وتنحصر مزايا هذا النوع فى عدم تعرض المادة المجففة للاحتراق بفعل الحرارة المرتفعة بسبب تنظيم عملية تبخر الرطوبة فى درجة من الحرارة تتراوح ما بين ١٢٠° و ١٤٠° فرنهيتية أى فى نطاق حرارى يقل بواقع ١٥٠° إلى ٢٠٠° فرنهيتية عن درجة حرارة البخار المنساب خلال أنابيب التسخين . كذلك لا تتعرض المواد المجففة للجفاف السطحى بسبب استعمال النظام العكسى فى حركة الهواء وقلة الفقد الحرارى (لانخفاض الاشعاع الحرارى الخارجى وقلة مقدار الهواء العادم الذى يسمح بخروجه من جهاز التجفيف) وفضلا عن ذلك يتميز هذا النوع بسهولة تنظيم عملية التجفيف وكذا تنظيم درجة الحرارة المستعملة عن طريق تعديل ضغط البخار فى أنابيب التسخين وبارتفاع سعته الحرارية .

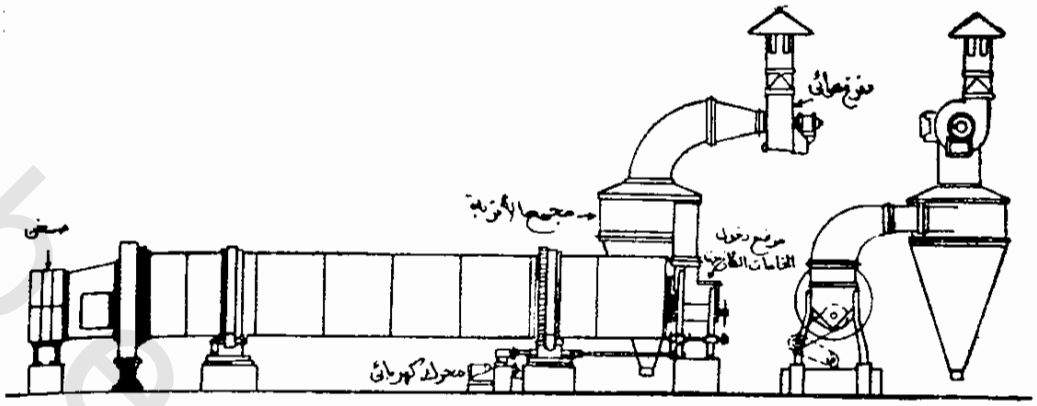
وتنقسم المجففات الرحوية بالنسبة لوسائل التسخين إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهى :

أولا : المجففات الرحوية ذات النظام المباشر : وترجع هذه التسمية إلى وجود المادة المجففة فى حالة اتصال مباشر بالوسط المجفف وأهم أنواعها :—

ا — المجففات الهوائية : ويتم فيها تسخين الهواء بالبخار قبل نفاذه إلى داخل المجففات ذاتها ، وقد تعرف صناعياً (أحياناً) بالمجففات الرحوية المسخنة بالبخار عن سبيل غير مباشر ، ويكثر استعمال هذا النوع فى تجفيف المواد التى تتطلب درجات منخفضة من الحرارة .

ب — المجففات الرحوية المسخنة بناتجات الاحتراق : ويتكون الوسط المجفف فيها من الغازات الناتجة عن احتراق الوقود ولا تختلف فى تفصيلاتها عن النوع السابق .

حـ — المجففات الرحوية ذات المنافذ المتحركة : ويستخدم فى تسخينها الهواء المسخن بالبخار فى خارج الأجهزة وكذلك الغازات الناتجة عن احتراق مواد الوقود . ولا تختلف عن النوعين السابقين إلا فى مرور الوسط المجفف إلى داخل الأسطوانات عن سبيل منافذ دائرية تكون جدرانا مزدوجة . ويستخدم هذا النوع بكثرة فى تجفيف المواد الحبيبية كالبن والذرة والملح .



مجفف رحوى (من النوع الهوائى) يسخن بالبخار تسخينا غير مباشر

ثانياً : المجففات الرحوية ذات النظام غير المباشر : وترجع هذه التسمية إلى عدم اتصال المادة المجففة بالوسط المجفف . وأهم أنواعها : —

ا — مجففات تسخن فيها جدران أسطوانات التجفيف من الخارج .

ب — « « يتم فيها التسخين كالنوع السابق وكذلك من الداخل .

حـ — « « « « بواسطة أنابيب بالسطح الداخلى للهيكل الأسطوانى المجففات فى موازاة محورها الأفقى .

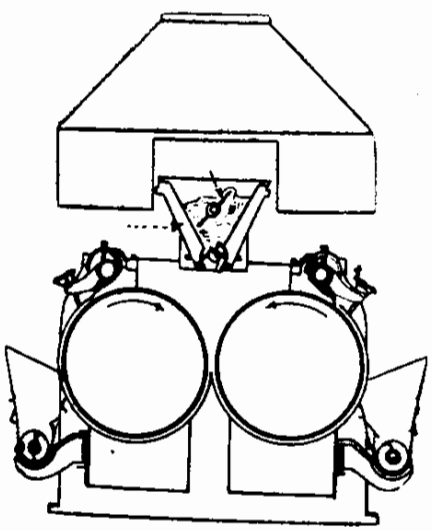
ثالثاً : المجففات الرحوية ذات النظام المزدوج المباشر وغير المباشر : وترجع التسمية إلى استعمال الأنواع المنتمية اليها إلى نظامى التسخين المباشر وغير المباشر وأهمها ما يأتى : —

ا — مجففات يسخن فيها أولا هيكلها الأسطوانى بواسطة ناتجات الاحتراق ثم تترك تلك الناتجات لتنفذ إلى الداخل لتسخين فراغها .

ب — مجففات تنفذ ناتجات احتراق مواد الوقود الى داخلها خلال أنبوبة محورية حتى تصل تلك الناتجات الى نهاية تلك الأنبوبة ثم تنساب بعد ذلك الى فراغ تلك المجففات منطلقة بين السطح الداخلى للهيكل الأسطوانى لتلك المجففات ومسطح الأنبوبة المحورية .

حـ — مجففات يسخن أولا هيكلها الأسطوانى المقسم الى أربع قطاعات ثم تنفذ الى داخلها خلال تلك القطاعات .

ء — مجففات تنفذ الى داخلها ناتجات الاحتراق خلال أنابيب ترقد الى السطح الداخلى لهيكلها الأسطوانى ثم تنطلق الى الفراغ المحورى للمجففات .



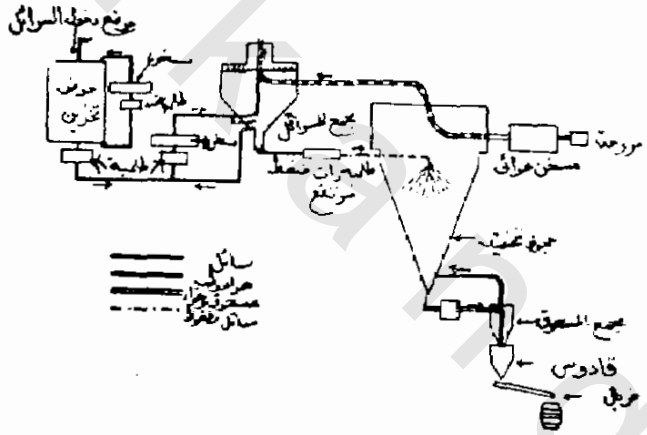
مجفف من النوع ذى الاسطوانات

(١٠) المجففات ذات الاسطوانات (Drum Dryers): وهى مجففات معدة لتجفيف المحاليل الثقيلة والخفيفة وتحضير مساحيق منها أو لفائف جافة . ويتكون هذا النوع من اسطوانة معدنية واحدة (أو اثنتين) . ويترك

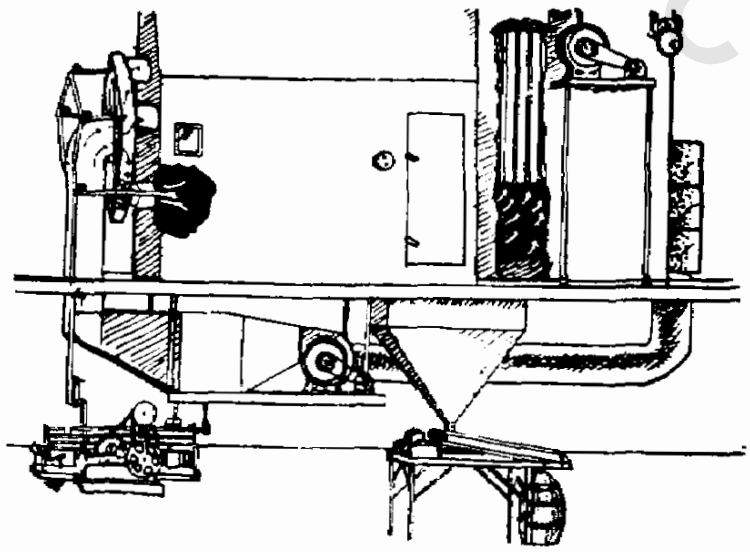
المحلول ليسقط فوق سطحها مكوناً بذلك طبقة رقيقة تجف بفعل السطح المعدنى الساخن بواسطة البخار المنطلق داخل فراغ تلك الأسطوانات . وتتوقف مدة التجفيف على سرعة حركة الأسطوانات وضغط البخار داخلها وثخانة طبقة المادة المجففة فوق سطح الأسطوانات . وتنحصر مزايا هذا النوع فى صلاحيته لتجفيف السوائل الثقيلة ذات اللزوجة المرتفعة نظراً لملامستها باستمرار للحرارة المرتفعة وتعلق المواد الجافة الراسبة بسطح الأسطوانات طول مدة التجفيف ويتم فصل الطبقات الجافة عن الأسطوانات بأجهزة تحتوى على سكاكين فاصلة . وتستعمل هذه المجففات إما فى الهواء الجوى العادى أو فى فراغ هوائى .

(١١) مجففات الرذاذ

(Spray dryers) : ويتكون هذا النوع من حجر كبيرة معدنية الجدران مستطيلة الشكل أو مخروطيته تعد لعملية التجفيف ذاتها ، إذ ينطلق الى داخلها هواء مسخناً الى درجة من الحرارة تلائم المادة المطلوب تجفيفها ، كما ينطلق اليها فى نفس الوقت، فى اتجاه حركة الهواء الساخن أو فى اتجاه مضاد ، السائل المطلوب تجفيفه على حالة رذاذ تحت دفع ضغط مرتفع تصل قيمته الى نحو ٢٠٠٠ — ٤٠٠٠ رطل على



مجفف رذاذى يستخدم فى تجفيف الخمائر



مجفف رذاذى

البوصة المربعة الواحدة . كما قد ينطلق السائل داخل حجر التجفيف على حالة رذاذ دقيق بفعل حركة طاردة مركزية . ويتم التجفيف خلال مدة لاتزيد عن ٣٠ ثانية ويجمع المسحوق المتبقى بعد التجفيف فوق سطح قاع حجرات التجفيف أو فى أطرافها المخروطية .

(١٢) **المجففات ذات النظام المجمد** : التجمد (ويقصد به تبريد أية مادة غذائية الى درجة تجمدها) هى عملية تجفيف حيث تعمل على ازالة قدر من رطوبة الخلية عن سبيل التبلور فى حين أن التجفيف يعمل على ازالة الرطوبة عن سبيل التبخير . ولقد أمكن أخيراً استنباط أجهزة للتجفيف تعمل على تبخير الرطوبة تحت تفريغ هوائى شديد ويستعان بالتجمد فى بعض تفصيلات العملية . ولقد ثبت نجاح هذه الطريقة فى تجفيف بعض الخلاصات الطبية وكذا فى تجفيف عصير بعض أنواع الفاكهة .

صلاحية الفاكهة والخضروات والتجفيف :

إن الأصل فى صناعة التجفيف هو حفظ الفاكهة والخضروات فى حالة جافة صالحة للتغذية ، حتى وقت الحاجة إليها ومنشؤها كما فى طرق الحفظ الأخرى ، هو التخلص من الجزء الزائد من الفاكهة والخضروات عن حاجة الاستهلاك الطازج وإعدادها للاستهلاك وقت انعدامها ، ولذلك يندر تجفيف أية فاكهة أو خضر يقل مقدارها عن حاجة الاستهلاك الطازج.

وتتوقف صلاحية الفاكهة المختلفة للتجفيف على النوع والصنف وتوفر الصفات الخاصة بالتجفيف ، من قلة الرطوبة وصلابة الأنسجة وتوفر الحجم وخلافها ، وأفضل أصنافها للتجفيف ما يأتى :

١ — العنب : ولا تجفف منها إلا الأصناف الصالحة لعمل الزبيب (العنب الجاف) وأهمها السلطانينا (Sultanina) ، ويعرف ببناتى توسون (Thompson Seedless) بكاليفورنيا ، وبالسلطانا (Sultana) باستراليا ، وبكيشميش البيضاوى (Oval Kishmish) فى حوض البحر الأبيض المتوسط ، وتتميز حبيباته بكبر الحجم وبارتفاع محتوياتها السكرية. وهو أفضل الأصناف الخالية من البذور (البناتى) الصالحة لعمل الزبيب ، فيصنع منه نحواً من ٨٠٪ من جملة محصول الزبيب بولاية كاليفورنيا ، ويليه فى الأهمية المسكات (مسكات اسكندرية) ، وهو أفضل أصناف العنب البذرية الصالحة لصناعة زبيب كبير الحجم، وتوجد أصناف عديدة أخرى صالحة لعمل الزبيب أشهرها الكرنت الأسود(Black Cornith) ، ومنه يصنع الزبيب فى اليونان .

٢ — البلح : وتنقسم الأصناف الصالحة منه للتجفيف إلى قسمين رئيسيين : يعرف

أولهما بالبلح الجاف ، ويشمل أصناف السكوتى (الأبريمى أو البركاوى) ، والجوندبلا والجرجودا ، والبارتامودا ، والدجانا ، ويعرف ثانيهما بالبلح نصف الجاف ويشمل أصناف العمرى ، والعجلانى (العجلاوى) .

٢ ــ التين : وأشهر أصنافه الصالحة للتجفيف فى حوض البحر الأبيض المتوسط هو التين الأزميرلى (Smyrna) ، ويعرف أيضا بلوب اينجير (Lob Ingir) ، وموطنه آسيا الصغرى ، ومركز صناعته بها منطقة أزمير ، ويتميز بحجمه الكبير ولونه الفاتح وارتفاع محتوياته السكرية ، وتتطلب ثماره التقليح الصناعى بلقاح تين الكابرى (Caprifig) بواسطة حشرة البلاستوفوجا (Blastophogus) .

ولقد أدخلت زراعته إلى كاليفورنيا فى عام ١٨٨٠ ، وعرف هناك باسم كالميرنا (Calimyrna) ، وقد اشتق من لفظ كاليفورنيا وأزميرنا ، ويصنع منه نحواً من ٢٠ ــ ٢٥ ٪ من محصول التين الجاف بها ، وأشهر أصناف التين المعدة للتجفيف بكاليفورنيا هو أدرياتيك (Adriatic) ، ويكون ٥٠ ٪ من جملة المحصول الجاف فيها ، وتوجد أصناف أخرى معدة ثمارها للتجفيف أشهرها : الميشون الأسود (Black Mission) ، والكادوتا (Kadota) ويستخدم بقلة .

٤ ــ المشمش : وأشهر أصنافه الصالحة للتجفيف فى حوض البحر الأبيض المتوسط هو المشمش الحموى ، وموطنه الشام وثماره قليلة العصارة حلوة الطعم ، وأهم الأصناف الأمريكية المعدة للتجفيف بكاليفورنيا هى بلينهايم (Blenheim) ، وموربارك (Moorpark) ، وتيلتون (Tilton) ، ويستخدم الأول منها فى صناعة التجفيف بكثرة لارتفاع محتوياته السكرية وتماسك أنسجته وخلوه من الألياف ، ولونه البرتقالى الأحمر الزاهى ، ويتطلب نموه مناخاً معتدلا بارداً نسبياً ورطوبة مرتفعة نوعاً ، وتتميز ثمار الموربارك بكبر الحجم عن جميع الأصناف الأخرى ، وبلونها البرتقالى الداكن ، غير أن ارتفاع محتوياتها الليفية وقلة مقدار ما تحتويه من المواد السكرية يقلل أهميتها التجارية .

٥ ــ الخوخ : وتستخدم فى هذه الصناعة الثمار الفرك وأهمها فى مصر الرومى الأصفر والأحمر ، وفى كاليفورنيا خوخ موير (Muir) والبرتا (Elberta) ولوفل (Lovell) .

٦ ــ الكمثرى : وتجفف بمقادير صغيرة . وأهم أصنافها للتجفيف هى ثمار البارتلت (Bartlett) ويعرف فى انجلترا باسم وليمز (Williams) ، ويتطلب نموه مناخاً بارداً .

٧ ــ التفاح : ويجفف بمقادير صغيرة ، وأهم أصنافه المستخدمة فى التجفيف هى ثمار جراڤينستين (Gravenstein) ، وپيپين (Pippin) ، وبيلفلير (Bellefleure) .

كذلك تتوقف صلاحية الخضروات للتجفيف إلى حد كبير على الصنف المناسب الذى يتوفر فيه اللون والطعم والصفات الغذائية الممتازة كارتفاع ما تحتويه من الفيتامينات أو العناصر المعدنية . ولا تقل أهمية انتخاب الصنف المناسب للتجفيف عن أهميته فى صناعتى التعبئة بالعلب الصفيح والتجمد .

ونظراً لتأثير الحرب العالمية الثانية وتغييرها للوضع الاقتصادى لكثير من الصناعات الغذائية مما أدى إلى التوسع فى تجفيف الخضروات توسعاً لم تألفه هذه الصناعة من قبل فانه كان من العسير استنبات أصناف جديدة للتجفيف واكتفى بانتخاب أفضل الأصناف المعروفة صلاحية للتجفيف على هدى ما تتطلبه هذه الصناعة من شروط وصفات . ونكتفى لذلك بذكر أسماء الأصناف المستعملة فى التجفيف محلياً أو بالخارج فيما يلى : —

١ — الجزر وأهم أصنافه Red Cored Chantenay و Imperator ثم Danvers و Morse's Bunching .

٢ — البصل وأهم أصناف البصل المصرى الصعيدى ثم البحيرى . وأهم الأصناف الأمريكية هى Ebenezer و White Portugal و Red Creole و White Creole ويليها فى الأهمية والحراقة Southport yellow Globe و Southport White Globe و Australian Brown .

٣ — البطاطس وأهم أصنافه الانجليزية هى King Edward والأمريكية هى أصناف Idaho Russet ثم Oregon Gems و Burbanks و Klamath Russets ثم Irish Cobbler و Chippewa و Bliss Triumph و Early Ohio .

٤ — البطاطا وأهم أصنافه الأمريكية هى Puerto Rican و Jersey و Maryland و Sweets و Key West و Nancy Hale

٤ — الكرنب وأهم أصنافه الأمريكية هى Copenhagen market (أبيض) و Golden Acre و Early Round Dutch و Glory of Enkhuizen وأهم الأصناف الانجليزية هو Savoy (أخضر) .

٥ — الفاصوليا الخضراء وأهم اصنافها الأمريكية هى Stringless Green Pod و Black Valentine و Blue Lake وسلالات عديدة من صنف Kentucky Wonder .

٦ — البنجر وأهم أصنافه الأمريكية هى Detroit Dark Red و Ohio Canner و Morse Detroit .

٧ — الذرة وأهم أصنافه الأمريكية هي الأصناف الحلوة وكذلك Country Gentleman و Golden Bantam .

٨ — البسلة والاسفناخ وتستعمل الأصناف المعدة للتعبئة فى العلب الصفيح .

معرفة عمليات الفلاحة : تجفيف الفاكهة والخضروات :

تتوقف صفات الفاكهة والخضروات الجافة على عمليات الفلاحة ، ولذلك تجب العناية ببساتين الفاكهة والخضروات المعدة ثمارها للتجفيف . فتنتخب الأراضى الصالحة للزراعة والأصول الجيدة للتطعيم ، وأن يقتصر على إكثار الأصناف الصالحة للتجفيف ، واتباع الطرق المنتظمة للفلاحة من رى وتسميد وتقليم وخف وخلافها من عمليات حتى يتسنى إنتاج ثمار كبيرة الحجم ، جيدة النوع والصنف ، خالية من الآفات .

ويعتبر موضوع الرى كعامل هام من عوامل الفلاحة ، الذى تتوقف عليه إلى حد كبير ، مدى صلاحية الثمار للتجفيف . فتتوقف درجة تركيز الرطوبة فى الثمار على عدد الريات ومواعيدها ، ومقدار المياه المستخدمة ، كما يتوقف على هذه الاعتبارات بالتالى تركيز المواد الصلبة الذائبة وغير الذائبة بالثمار أو بمعنى آخر أن تصافى التجفيف يتوقف إلى حد كبير على عملية الرى ذاتها . ولذلك تجب العناية التامة بالرى وأن يراعى فى هذا الشأن نوع الثمار وحالة النمو ونوع الأرض والموقع والمنطقة وحالة المناخ .

وفضلا عن ذلك ترتبط عملية التجفيف بحالة الاثمار ومدى محصوله . فالأصل فى التجفيف استعمال الثمار الكبيرة أى المكتملة للحجم الطبيعى ، حيث تتطلب الثمار الصغيرة نفقات تزيد فى قيمتها عما تتطلبه الثمار الكبيرة ، فضلا عن قلة تصافى الثمار الأولى وتعرضها خلال عملية التجفيف لبعض تغيرات ميكانيكية وطبيعية (وقد تكون كيمائية أحياناً) تؤدى إلى خفض قيمتها التجارية . وتتضح هنا أهمية عملية خف ثمار بعض أنواع الفاكهة كالخوخ والمشمش والعنب والبلح كما تتضح بالنسبة للخضروات أهمية استعمال أحجام خاصة من الشتلات فى تكاثر بعض أنواعها أو زراعتها على أبعاد معينة ، أو أهمية جمع محصولها بعد أن تبلغ مرحلة النضج الكامل حتى يزداد تصافى مادتها الجافة وتتوفر فى خاماتها الطازجة المميزات المرغوبة فى اللون والطعم .

ويرتبط التجفيف أيضاً بمدى صلاحية الفاكهة والخضروات للبقاء بدون تلف . بمعنى أنه يقتصر فى هذه الصناعة على الخامات الطازجة على أن يتم تجفيفها فى أقصر وقت من حين قطفها حتى يتسنى الاحتفاظ بأكبر قدر من صفاتها وخاماتها فى المادة الجافة . ويستثنى من ذلك بعض محاصيل كالبصل والبطاطس يمكن تخزينها فى مخازن مهواة معتدلة الحرارة أو باردة نوعا لمدة مناسبة من الوقت .

الخطوات التفصيلية للتجفيف :

تتكون عملية تجفيف الفاكهة والخضروات من خطوات متنوعة يحسن شرحها قبل التعرض لعلاقاتها النوعية بتجفيف المواد المختلفة وهى :

(١) القطف والانضاج : تقطف ثمار الفاكهة المعدة للتجفيف بعد أن يكتمل نضجها وتلونها ، بمعنى أن تكون فى حالة تضاهى الثمار المعدة للاستهلاك الطازج ، وتستثنى من ذلك الكمثرى التى تقطف وهى خضراء صلبة والتى يتم إنضاجها صناعيا . ولموعد القطف تأثير كبير على خواص الثمار الطازجة والجافة ، فيؤدى قطف الثمار وهى خضراء إلى سرعة تجعدها عند التجفيف ، وإلى إنتاج مواد جافة رديئة الطعم واللون فضلا عن قلة صافيها ، بمعنى أن ذلك يؤدى إلى تغيير التناسب النموذجى لنسبة التجفيف ، نظراً لعدم اكتمال تكوينها الثمرى وبالعكس يؤدى قطف الثمار بعد بلوغها حداً بالغاً من النضج إلى فقد الأنسجة الثمرية لخاصية تماسكها . ويبين الجدول الآتى تأثير مراحل النضج على نسبة تجفيف ثمار الخوخ والمشمش :

حالة النضج	مشمش « بلنهايم » نسبة التجفيف	خوخ «موير» نسبة التجفيف	خوخ «موير» النسبة المئوية للمادة السكرية
نضج بالغ	١ : ٤,١٦	١ : ٤,٨٦	٤٨,٥
« عادى	١ : ٤,٥٠	١ : ٤,٦٤	٤٨,٥
« غير كامل	١ : ٦,٤٠	١ : ٥,١١	٤٥

ويتضح من الجدول السابق أن أفضل الحالات لقطف ثمار الخوخ هى عند النضج الكامل فقط . والنضج الزائد فى المشمش ، غيرأنه يفضل دائماً عدم قطف الثمار إلا بعد اكتمال النضج وقبل لينها ، أى قبل نضجها الشديد حتى لاتتهشم أثناء التقطيع ، أو تتعرض للتلف منعاً لخفض قيمتها التجارية وتكون الخسارة فى هذه الحالة أكبر من الربح فى نسبة التجفيف .

وتختلف طرق القطف باختلاف الفاكهة ، فتجمع ثمار النخيل باليد بتسلق الأشجار ، بينما تسقط ثمار التين على الأرض عند النضج فتجمع ، ويراعى فى هذه الحالة تمهيد سطح الأرض وإزالة الأجزاء الخشنة حتى لاتتهشم الثمار ، وقد تستخدم فى هذا الغرض شباك أوقطع من الخيش توضع تحت مسقط الأشجار ، وتجمع ثمار الفاكهة الأخرى باليد بالاستعانة بدرج خشبى مناسب . ويجب تحاشى طرق القطف الأخرى ، كهز الأشجار أوضرب الثمار بعصا بقصد إيقاعها على الأرض تجنباً لتهشمها ، غير أنه قد تستدعى بعض الظروف الجوية الطارئة

كارتفاع درجة الحرارة فجأة ، أو هبوب رياح ساخنة وقت نضج ثمار المشمش والخوخ (مما قد يؤدى إلى نضجها المبكر قبل اكتمال تكوينها الثمرى) إلى سرعة القطف ويسمح فى هذه الحالة بضرب الثمار على أن تراعى الاحتياطات الكافية لمنع تهشمها .

ويتم قطف عناقيد العنب باليد تبعاً لمدى اكتمال محتوياتها السكرية ، فتقطف ثمار عنب المسكات عند ما يبلغ تركيز السكر بها ٢٥ ٪ بينما تقطف عناقيد عنب السلطانيين عند ماتبلغ محتوياتها السكرية ٢٣ ٪ ، ويجب تقدير السكر بعصيرها بأحد الإيدرومترات قبل القطف ، فانه رغماً عن سهولة الحكم على نضج الثمار بواسطة الطعم واللون ، غير أن العلاقة الوثيقة بين الزبيب الناتج ونسبة السكر تدعو إلى ذلك الاختبار ، وتتضح هذه العلاقة من الجدول الآتى ، فيزداد مقدار الزبيب الناتج نسبياً بزيادة النسبة المئوية للسكر فى ثمار العنب الطازج :

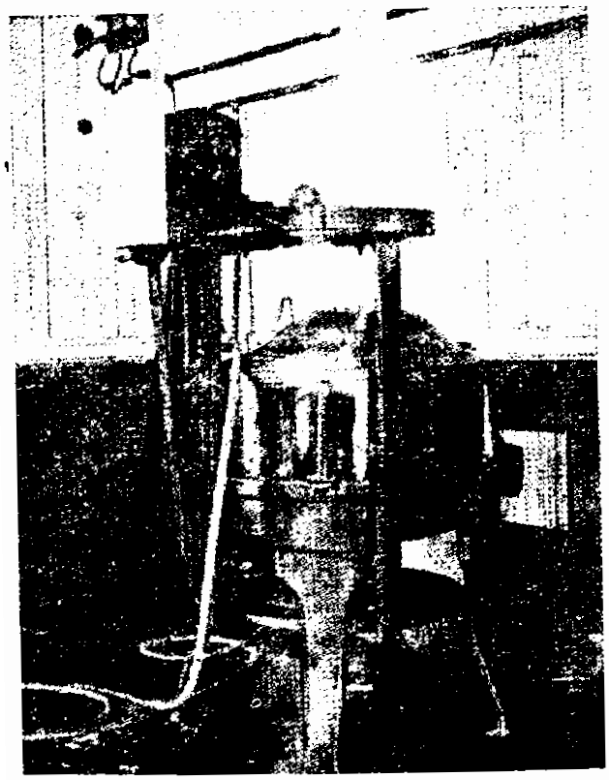
النسبة المئوية للسكر فى عصير عنب المسكات	نسبة التجفيف	كمية الزبيب الناتجة من الفدان مقدرة بالأرطال
٪ ١٨,٦	١ : ٤,٦	٢١٥٠ رطل
٪ ٢٠,٢	١ : ٤,٣	٣٠٥٠ »
٪ ٢١,٨	١ : ٣,٩	٣٠٣٢ »
٪ ٢٣,٦	١ : ٣,٦	٣١٩١ »
٪ ٢٤,٠	١ : ٣,٥	٣٤١٤ »
٪ ٢٦,٥	١ : ٣,٣	٤٣٦٣ »

وأما عن الخضروات فانه يجب الاقتصار على الخامات الطازجة الغنية بالفيتامينات والأملاح المعدنية ، ولذلك يجب تجفيف الخضروات الطازجة بمجرد قطعها . ولقد ثبت أن الاسفناخ يفقد تدريجيا فيتامين C عند تخزينه بعد الحصاد وكذلك البطاطس الأبيض ويبين الجدول الآتى مقدار النقص فى فيتامين C (حامض اسكوربيك) مقدراً كملليجرامات فى مائة جرام فى خضروات مختلفة بعد تخزينها لمدة يوم ويومين وهو كالآتى :

الحالة	اسفناخ	بسلة	هليون
طازجة من الأسواق	٠,٥٩	٠,٢٢	٠,١٨
بعد تخزينها ٢٤ ساعة فى درجة ٧٠ ف	٠,٢٨	٠,٢١	٠,١٤
» » » » » ٧٠ »	٠,٢٦	٠,٢٠	٠,١٤

ويفضل دائماً قطع الخضروات الورقية فى الصباح الباكر أى فى أبرد ساعات اليوم ، كما يجب قطعها أثناء الليل عند بعد المسافة التى تفصل حقول الإنتاج عن مصانع التجفيف . ويراعى عند النقل الطويل تبريد الخضروات باحدى الطرق المناسبة سواء بالتهوية أو باستعمال ألواح من الثلج بين صناديق الحقل المعبأة بالخضروات .

(٢) الغسيل : وهى عملية غير أساسية فى صناعة التجفيف كما فى بعض الصناعات الغذائية الأخرى ، نظراً لما تعامل به بعض ثمار الفاكهة والخضروات من معاملات نوعية تسمح بالاستغناء عنها كالسلق والغمس فى المحلول القلوى . ولكن يجب غسيل المواد الغذائية بكافة أنواعها إذا كانت حالتها العامة تقضى ذلك لازالة ما قد يلوثها من الأتربة والأدران أوماقد يكون ملتصقاً بها من أجزاء التربة وحبيبات الرمل . وخصوصاً للخضروات الدرنية كالبطاطس والبطاطا والخضروات الجذرية كالجزر والورقية كالاسفناخ وكذا الطماطم والفاصوليا وغيرهما . وتستعمل عادة الآلات ذات الرشاشات فى غسيل ثمار الفاكهة (صحيفة ١٩٣) والآلات البرميلية فى غسيل الخضروات(صحيفة ١٩٣ و٢٣٩) ، ويتطلب الاسفناخ وما مائله من الخضروات الخضراء النقع داخل أحواض مستطيلة غير عميقة يتحرك داخلها الماء حركة بطيئة ويقلب باستمرار بهواء مضغوط لترطيب الجزيئات الصلبة الملتصقة بالثمار وكذا الحشرات الدقيقة حتى يسهل فصلها بالغسيل . ويتم عادة غسيل المواد الغذائية التى يتم تقشيرها بالمحاليل القلوية أو باللهب بواسطة الآلات البرميلية المزودة برشاشات مائية لايقل ضغط الماء المندفع من صماماتها عن ١٢٠ — ١٦٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة .



جهاز للتقشير من النوع الاحتكاكى

(٣) التقشير : وتنقسم وسائله إلى خمسة طرق هى : ا — التقشير اليدوى

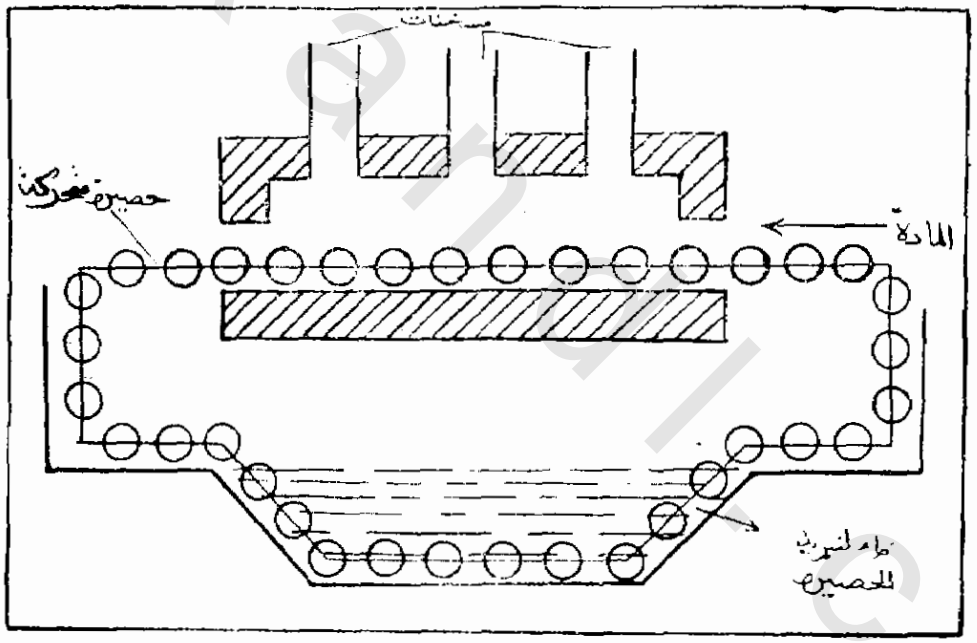
ب — فصل القشور بالبخار الحى

حـ — فصل القشور بالمحاليل القلوية

د — التقشير الاحتكاكى (Abrasive peeling)

هـ — التقشير باللهب (Flame peeling) . ولقد سبق شرح الطرق الثلاث الأولى بصحيفة ١٩٤ .

ويقصد بالتقشير الاحتكاكى انقشار القشور عند ملامستها بخفة لسطح خشن مكون من البللورات الخشنة لمعدن الكاربوراندم (Carborundum) أو مادة أخرى مماثلة ، وتتكون الآلات المستعملة فى هذا الغرض من أسطوانات معدنية رأسية ، سطحها الداخلى وقاعها مغطيان بالبللورات الخشنة السابقة. مثبتة جيداً بمواد لاصقة مناسبة إلى الجدران المعدنية ، وكذلك إلى القاع المتحرك الذى يدور حول محور مركزى حركة رحوية سريعة . وعند العمل توضع المواد المطلوب تقشيرها داخل الجهاز ، فيتم كحت قشورها عند دورانها داخل الجهاز (بفعل الحركة الرحوية للقاع) وملامستها للبللورات الخشنة المدببة المادة المعدنية الساحجة . وتزال فتات القشور برذاذ مائى ينطلق من فتحات فى أنبوبة تركب بالجهاز بالطرف العلوى للاسطوانة المعدنية الرأسية ، وبعد أن يتم تقشير المادة الغذائية تترك لتخرج عن طريق باب جانبى بالجهاز .



جهاز للتقشير باللهب

وتستخدم فى طريقة التقشير باللهب أجهزة متنوعة ، أبسطها يحتوى على حصيرة تتحرك حركة لا نهائية مكونة من بكر معدنى ، معدة لحمل المواد المطلوب تقشيرها ، وتعرض إلى لهب قوى تتراوح درجة حرارته مابين ٢٠٠٠° — ٢٢٠٠° فرنهيتية عدة ثوانى قليلة (٥ — ١٦ ثانية) ثم تترك المواد بعد حرق قشورها لتسقط إلى آلة للغسيل مزودة برشاشات مائية قوية (يندفع الماء منها تحت ضغط قدره ٤٠٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة) فى حين تتم الحصيرة ذات البكرات المعدنية حركتها داخل حوض مائى لخفض درجة حرارتها . ويتلخص نوع آخر فى تكونه من فرن (مغطى من الداخل بطوب حرارى) يتحرك حركة دوارية يملأ فراغه لهب شديد لاتقل درجة حرارته عماسبق ذكره ، فتحرق قشور المواد الغذائية عند ملامستها له

ثوانى قليلة ، ثم تعرض بعدذلك لرذاذ مائى شديد (قوة ٤٠٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة) لفصل القشور المكربنة كما يستعمل فى هذا الغرض أيضا نوع ثالث لا تتعرض القشور فيه للهب ذاته بل إلى وهج حرارة الطوب الحرارى الذى يؤدى إلى تكربنها . وعلى العموم فان هذه الأجهزة مرتفعة الثمن قد يصل الواحد منها إلى نحو ٣٠٠٠ — ٤٠٠٠ جنيه غير أنها تمتاز بالسعة الكبيرة وانخفاض مقدار الفقد الناتج عن عملية التقشير إذا قورنت بالطرق الأخرى (نحواً من النصف) . ويقتصر استخدامها على البطاطس والبطاطا والبصل والجزر والبنجر وبعض الخضروات الجذرية .

(٤) التجزىء والتقطيع : وتتلخص هذه العملية بالنسبة للفاكهة فى تجزئة ثمار بعض أنواعها كالكمثرى والخوخ والمشمش إلى نصفين وإزالة الجيوب البذرية منها . وبالنسبة للخضروات فى تقطيع البصل والكرنب إلى حلقات والخضروات الجذرية كالجزر إلى مكعبات أو إلى شرائح . وتستخدم فى ذلك إما اليد العاملة مع استخدام أدوات يدوية بسيطة (صحيفة ٢٠٩ ، ٢١٣) أو بواسطة أجهزة تحتوى على أقراص حادة للتقطيع أو على قوالب حادة الأطراف لتجزئة الثمار إلى مكعبات .

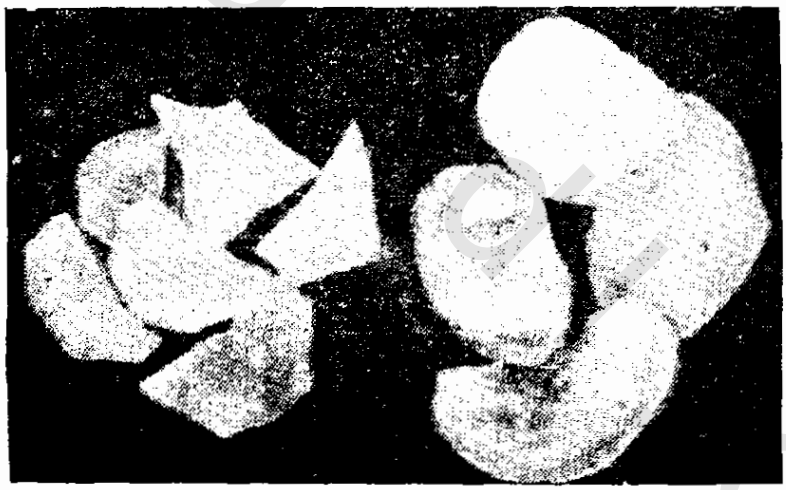
جهاز لتجزئة الخضروات إلى قطع رقيقة

وتنحصر فوائد هذه العملية فى إزالة الأجزاء عديمة الفائدة ، فضلا عن تعريضها الأنسجة الداخلية للمواد الغذائية لمعاملات التحضير كالسلق والكبرتة أو لفعل الهواء الساخن عند التجفيف ولذلك يشترط تقطيعها إلى أجزاء ذات سماكة تسمح باتمام التجفيف فى أقل وقت ممكن عملياً مع ملاحظة عدم تعرض المادة بعد جفافها للتقصف (عند تقطيعها إلى أجزاء رقيقة للغاية) ، كما قد تتعرض الثمار الكبيرة أو ذات القشور السميكة للانحلال أو للاحتراق عند تجفيفها بدون تجزئة ، وفضلا عن ذلك فان تقطيع الثمار يساعد على مراقبة صفات المواد الجافة وضمان خلو أنسجتها الداخلية من التلف .

(٥) الفرز والتدريج : والغرض من هذه العملية هو فصل الأجزاء الفاسدة من المواد الغذائية المعدة للتجفيف وكذا الأجزاء التى لا تتوفر فيها الصفات والخواص النوعية المطلوبة ثم تدريج المقدار الباقى منها إلى درجات حجمية مختلفة لا يتجاوز عددها فى المعتاد عن ثلاث .

وتنحصر فائدة هذه العملية فى إنتاج مواد جافة متجانسة الحجم والشكل والمعاملة . ويشترط لذلك أن تكون الخامات الطازجة متماثلة فى النوع والصنف وأن يتم تجفيفها بطريقة متماثلة . وتعرف هذه العملية بالتدريج الأخضر (ابتدائى) . وبطبيعة الأمر تدرج المواد ثانية بعد أن يتم تجفيفها إلى درجات وصفية وحجمية أخرى .

(٦) السلق : ويتلخص فى معاملة معظم الخضروات وبعض ثمار الفاكهة بالبخار الحى أو بالماء المسخن إلى درجة تقرب من الغليان لتثبيط أو لإتلاف ما تحتويه تلك المواد من الأنزيمات التى يؤدى احتفاظها بنشاطها الحيوى إلى كثير من التغيرات غير المرغوبة فى اللون والنكهة والفيتامينات ، فضلاعن تأثير هذه المعاملة على الخواص الكيمائية والطبيعية والميكانيكية للأنسجة النباتية ، وعلى سرعة تشربها ثانية بالرطوبة بعدأن يتم تجفيفها (عندإعدادها للأكل) ، كما وانها تساعد على طرد قدر من الأكسيجين الذائب بتلك الأنسجة وتعمل على هلاك جزء من الكائنات الدقيقه الملوثة لها .

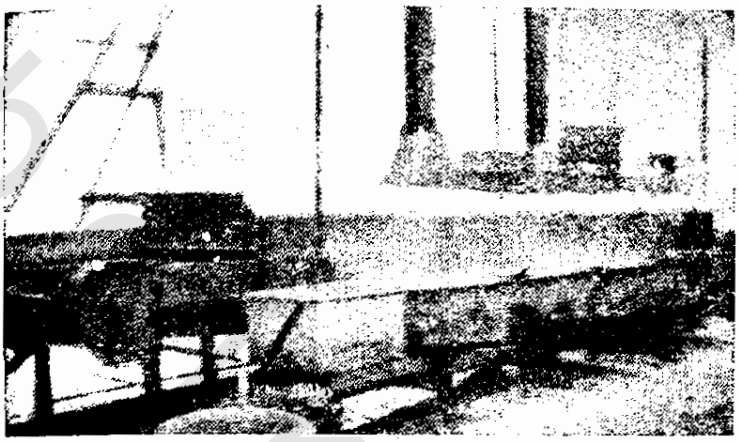


تأثير السلق على شرائح البطاطس . (القطع اليمنى لم تسلق بخلاف القطع اليسرى)

وفى الواقع فان هذه العملية تمثل الجانب الأكبر من التهذيب الفنى الذى طرأ على صناعة التجفيف فى السنين الأخيرة . ولقد أشير إليها لأول مرة فى عام ١٩١٩ (Cruess) ثم وضحت أهميتها منذ عام ١٩٢٩ فى حفظ الخضروات بالتجمد (Joslyn & Cruess) ثم ازدادت أهميتها وضوحا فى صناعة تجفيف الخضروات فى عام ١٩٣٦ (Diehl & Berry) وبدأ الأخذ بها فى صناعة تجفيف الفاكهة فى عام ١٩٤٣ (Mark, Phaff & Mackinney) . وتتميز الخضروات الجافة التى لا يتم سلقها بعدم قابليتها لتشرب الرطوبة ثانية عند إعدادها للأكل إلا ببطء شديد للغاية وباحتفاظ أنسجتها بصلابة وتلين ظاهرين ، فضلاعن تغير واضح فى لونها الطبيعى (باهت أحياناً أو أسمر مائل للسواد فى أحوال أخرى) واكتسابها لطعم ولرائحة

يماثلان طعم ورائحة القش أو التبن. كذلك تتميز بعض الفاكهة الجافة التى لا يتم سلقها بلون عاتم غير شفاف أو طباشيرى مع تصلب واضح فى أنسجتها.

طرق السلق: وتنقسم إلى ثلاث أنواع هى المعاملة بالبخار الحى تحت الضغط الجوى العادى والمعاملة بالبخار الحى تحت ضغط مرتفع والغمر داخل ماء مسخن إلى درجة الغليان تقريباً، وتستعمل الطريقة الأولى بالولايات المتحدة

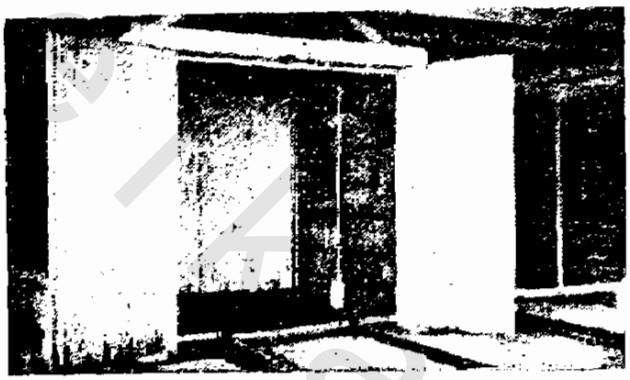


جهاز لسلق الخضروات

كما تستعمل الطريقة الثالثة بكثرة بانجلترا وألمانيا، ولا تتعدى الطريقة الثانية عن كونها طريقة طبخ والغرض منها واضح فى زيادة الحيطة من جهة إتلاف الانزيمات إتلافاً تاماً.

وتتلخص الطريقة الأولى فى تعريض المادة الغذائية بعد تجهيزها للبخار الحى لمدة تتراوح ما بين ٢ — ٢٥ دقيقة فى المتوسط تبعاً لنوعها بحيث لا يبدأ فى تقدير الوقت اللازم للسلق إلا بعد أن ترتفع درجة حرارة المادة إلى ١٩٠° فرنهيتية وعلى شرط أن ترتفع درجة حرارة المواد إلى تلك الدرجة خلال دقيقة واحدة، غير أنه يفضل دائما اختبار المواد الغذائية (بطرق الاختبار المبينة بعد) للتأكد من إتلاف أنزيمات البير واكسيداز والكتاليز إتلافاً كاملا. ولذلك فان العبرة هنا بالتخلص من الأنزيمات ومن الصعب تحديد المدة الحقيقية اللازمة لتلفها لاعتبارات عديدة أهمها اختلاف النوع والصنف ومنطقة الزراعة وطرق التجهيز. وتستخدم فى أداء هذه العملية أجهزة للسلق تحتوى على حصر مصنوعة من الشبك المعدنى، تتحرك حركة لانهائية داخل نفق مستطيلة تحتوى على صمامات للبخار الحى مرتبة فوق وأسفل مواقع تلك الحصر. ويجب الحذر من ازدحام سطح هذه الحصر بحمولة تزيد عن معدل ما تحمله صوانى التجفيف بالنسبة لكل مادة غذائية حتى يتم السلق بحالة متجانسة. كما يجب عدم تزويد هذه الأجهزة بأنابيب رئيسية فى منتصفها لخروج البخار العادم، منعاً لنقص مقدار البخار داخل نفقها، والاكتفاء بتنظيم خروجه من الطرف المعد لخروج المواد الغذائية بعد أن يتم سلقها، مع ملاحظة وضع ستائر من المطاط أو القماش السميك فى ذلك الطرف لتعديل مقدار العادم. وفضلا عن ذلك يجب تزويد الأجهزة بصمامات لطرد الهواء عند بدء تشغيل

الجهاز . ويفضل تركيب رشاشات مائية عند الطرف المعد لدخول المواد المطلوب سلقها ، كما تفضل بعض الهيئات تزويد طرف الخروج برشاشات مائية أيضاً لإيقاف الفعل الحرارى بالأنسجة النباتية — ويختلف مقدار ما تستهلكه هذه الأجهزة من البخار فى يوم العمل الكامل (٢٤ ساعة) باختلاف تصميمها وطرق استعمالها ، ويتراوح عادة ما بين ١ — ٣ حصان بخارى للطن الواحد من المواد الغذائية غير المجهزة .



مقصورة لسلق الخضروات

كذلك قد تستخدم فى هذا الغرض أيضاً مقصورات تنقل إليها المواد المطلوب سلقها فوق صوانى محملة على عربات وتنحصر عيوبها فى عدم تجانس عملية السلق وصعوبة سلق المواد الموجودة فوق الصوانى الوسطية والحاجة إلى مدة أطول للسلق وصغر سعتها .

وتتلخص الطريقة الثانية فى سلق المواد الغذائية داخل أجهزة التعقيم المستخدمة فى صناعة التعبئة بالعلب الصفيح فى درجة حرارة قدرها ٢٤٠ فرنهيتية تحت ضغط قدره ١٠ أرطال من البخار لمدة قدرها ١٠ دقائق .

وتتلخص الطريقة الثالثة فى تعبئة المواد الغذائية داخل أقفاص من الشبك المعدنى وحملها داخل أحواض تحتوى على ماء ساخن لا تقل درجة حرارته عن ١٩٠ فرنهيتية . كما قد يلجأ إلى نقل هذه المواد فوق حصر تتحرك داخل الأحواض المملوءة بالماء الساخن ، على أن يحافظ على انغمار المواد داخل الماء بواسطة حصر أخرى تعلو الأولى . ويجب أن يقتصر على استعمال الماء اليسر دون العسر منعاً لتصلب الأنسجة النباتية . وتبلغ مدة السلق فى هذه الحالة نصف المدة المقررة فى الطريقة الأولى بسبب خاصية الماء فى نقل وحمل الحرارة إلى المواد الغذائية عن البخار التى تبلغ نحواً من الضعف . ويرتبط لون المادة الغذائية بعد تجفيفها بقيمة رقم PH الماء المستعمل للسلق . فيفقد مثلا الكرنب الذى تم سلقه فى ماء تبلغ قيمة رقم الـ PH له ٦,٠ لونه الأخضر الجذاب وتكتسب المادة الجافة لوناً زيتونياً ولذلك يحسن إضافة مادة قلوية مناسبة لماء السلق كلما تغيرت قيمة PH المـــاء إلى الرقم ٦,٠ وتعديله إلى قيمة تتراوح ما بين ٧,٠ — ٧,٦ . كذلك يجب للمحافظة على لون البطاطس حتى لا يسمر لونه عند التجفيف الإبقاء

على قيمة رقم PH الماء المستعمل فى سلقه فى نطاق الرقم ٥,٠ — وفضلا عن ذلك فلقد دلت الأبحاث الأخيرة على أن استعمال ٠,٢ ٪ من بلورات كبريتيت الصوديوم فى الماء المستعمل لسلق الكرنب يؤدى إلى تحسين لون المادة الجافة والمحافظة على لونه فى حالة خضراء براقة فضلا عن خفضه إلى مدى تأكسد حامض الأسكوربيك (فيتامين C) أثناء السلق أو خلال التجفيف والتخزين . كذلك يفضل استعمال الملح الكبريتيتى السابق فى الماء المستعمل لسلق البطاطس بواقع ٠,٠٥ ٪ لمنع اسمرار المادة الجافة . ويجب الحذر فى استعمال كبريتيت الصوديوم بمقدار أكبر حيث لوحظ اكتساب البطاطس للطعم الكبريتى عند ارتفاع درجة التركيز إلى ٠,١ ٪ .

ولقد أجريت بعض الأبحاث لاستبدال الكبريت بمادة أخرى مختزلة ، فأمكن خفض مقدار الفقد فى حامض الاسكوربيك فى وجود ٠,٢ ٪ من ملح كبريتيت الصوديوم ، ولم يتيسر ذلك باستعمال حامض الجاليك بواقع ٠,٥ — ٠,١ ٪ أو جالات الايثيل بواقع ٠,٠٥ ٪ أو الكاتيكول أو البيروجالول أو الهيدروكينون أو الجليسين بواقع ٠,١ ٪ ، كذلك لم يصلح فى هذا الغرض ملح الطعام أو سترات الصوديوم أو طرطرات الصوديوم أو سكسينات الصوديوم بواقع ٠,٥ ٪ .

غير أنه قد وجد بأن ملح الطعام يزيد التأثير الاختزالى للملح الكبريتيتى عند استعمال الأول بمقدار قدره ٠,٥ — ٢ ٪ والثانى بمقدار ٠,٢ ٪ ، وان هذا التأثير يعادل زيادة قدرها ١٠ ٪ من مقدار حامض الاسكوربيك التى يمكن الاحتفاظ بها فى حالة استعمال الكبريتيت فقط .

والمعادن الثقيلة فى مياه السلق تأثير كبير على ما تحتويه المواد الغذائية من الفيتامينات حيث ان هذه المعادن عوامل مساعدة فى وجود الحرارة المرتفعة . ولقد أخذ الكرنب كمثل فوجد أن سلقه فى ماء يحتوى على ٢٠ جزء فى المليون من النحاس أو على ٥٠ جزء فى المليون من الحديد أو على ١٠٠ جزء فى المليون من الزنك أو على ١٠٠ جزء فى المليون من الألومنيوم عديم الأثر الضار على مقدار حامض الاسكوربيك فى الكرنب ، فى حين أن ١٠٠ جزء فى المليون من النحاس أو الحديد يخفض مقدار حامض الاسكوربيك إلى نصف المقدار المعتاد فى الكرنب الجاف .

وعلى العموم يفضل السلق فى البخار الحى تحت الضغط الجوى العادى عنه تحت ضغط مرتفع لنقص كثير من البيانات العلمية عن الطريقة الأخيرة حتى الآن . كما يفضل السلق فى البخار تحت الضغط الجوى العادى عن السلق فى الماء بسبب ما تفقده المواد الغذائية النباتية

فى ماء السلق من ڤيتامينات وأملاح وسكريات ومواد أخرى . ويتراوح مقدار الفقد فى المركبات الذائبة للمواد الغذائية عند السلق ما بين ١,٥ — ٣٠٪ (Magoon & Culpepper) وفى ڤيتامين C فى الخضروات ما بين ٧ — ٥٦٪ (Adam & Horner) ويقابل ذلك فى حالة السلق بالبخار فقداً فى ڤيتامين C يتراوح ما بين ١٦ — ٣٩٪ ، وفى الأملاح المعدنية ٩ — ٤٤٪ فى حالة السلق فى الماء و ٥ — ٢٠٪ عند السلق بالبخار (Adam & Horner) ويزداد الفقد فى حالة تجزئة المواد الغذائية إلى أجزاء صغيرة . ويرجع الفقد عند السلق بالبخار إلى ذوبان المركبات القابلة للذوبان فى الماء من مكونات المواد الغذائية فى الماء الناشىء عن تكثف البخار المستعمل ، ولعلاج ما تتعرض له المواد الغذائية من الفقد عند السلق فى الماء ، تقوم الهيئات البريطانية باستخدام المقدار الواحد من مياه السلق عدة مرات متتالية حتى يثبت تركيز المكونات الذائبة للمواد الغذائية فيه (حتى تصل إلى نحو من ١ — ١,٥٪) وبذلك يقتصر الفقد على القدر الأولى من المواد الغذائية المطلوب تجفيفها . ولا شك فى أن السلق فى الماء يعمل على تحسين مظهر بعض الخضروات الجافة عن السلق بالبخار ، غير أن ارتفاع مقدار الفقد فيها يجعل لطريقة السلق فى البخار تحت الضغط الجوى العادى المقام الأول .

الاختبارات الوصفية للأنزيمات : نظراً لأهمية عملية السلق فى إتلاف الأنزيمات ، ونظراً لما تحدثه هذه المواد من تغيرات غير مرغوبة فى لون وطعم المواد الغذائية ، اقترح (Cruess & Joslyn) فى عام ١٩٤٢ الاختبار لأنزيم البيروأكسيداز فى الخضروات بعد سلقها ، واستخدام ذلك الاختبار كدليل للحكم على دقة أداء هذه العملية . وتتلخص طرق اختبار البير وأكسيداز (والكتاليز فى الكرنب) فيما يأتى :

١ — اختبار البيروأكسيداز : وتتكون المحاليل الكشافة المستعملة من : (ا) محلول مادة الجوايا كول (Guaiacol) قوة ٠,٥ — ١٪ فى كحول ايثيل نقى قوة ٥٠٪ (ب) محلول بيرو أكسيد الإيدروجين قوة ٠,٣ — ٠,٥٪ .

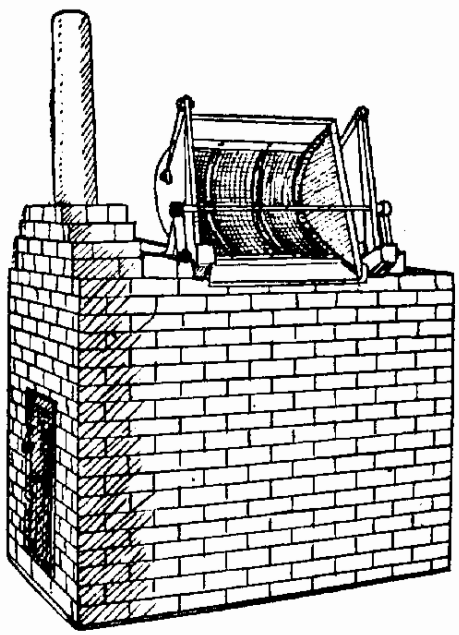
وتتلخص طريقة العمل فى تمزيق ٤ — ٥ جرامات من المادة المختبرة إلى قطع صغيرة ووضعها داخل أنبوبة اختبار ثم إضافة ٦ — ٨ سم٣ من الماء المقطر اليها حتى تغطى . ويضاف إلى ذلك ٤ — ٥ نقط من محلول جوايا كول وقدر مماثل من محلول بيروأكسيد الايدروجين حديث التحضير (يجب ألا يزيد عهد تحضيره عن ثلاث أسابيع وأن يحتفظ به داخل ثلاجة) ثم تحرك الأنبوبة جيداً لمزج محتوياتها وتترك لمدة تتراوح ما بين ١٥ — ٣٠ دقيقة . فاذا تلون المحلول والخضار معاً أو الخضار فقط بلون أحمر طوبى واضح خلال ١٥ دقيقة فان الاختبار يدل على وجود الأنزيم بقدر كبير ، وإذا تبقع الخضار ببقع غير واضحة تماما خلال ٣٠ دقيقة فان ذلك يدل على وجوده بصورة ضئيلة ، ويعتبر الاختبار سالباً فيما عدا ذلك .

ونظراً لصعوبة استخدام الاختبار السابق فى حالة المواد الملونة باون مائل للحمرة، يستخدم الاختبار الآتى :

يمزج جرامان من المادة المختبرة بعد تمزيقها مع ١٠ سم٣ من الماء المقطر . ثم يضاف إليها بعد ذلك ١ سم٣ من محلول البنزيدين (Benzidine) [المحضر عن طريق إذابة ٠,٥ ٪ من مادة البنزيدين فى كحول ايثيل قوة ٥٠ ٪] و١ سم٣ من محلول بيروأكسيد الإيدروجين قوة ٣ ٪. ويدل تلون المحلول بالزرقة على وجود انزيم البيروأكسيداز . ويجب أن يلاحظ هنا عدم دقة اختبار البنزيدين لتعرضه للتلون بالزرقة أيضاً عند تلوث المادة المختبرة بأحد أملاح الحديد أو النحاس.

٢ — اختبار الكتاليز : ويتلخص فى تجزئة المادة المختبرة إلى قطع صغيرة وتمزيقها جيداً ثم وضعها داخل أنبوبة اختبار وإضافة محلول مخفف من بيروأكسيد الايدروجين قوة ١ : ١٠ ٪ إليها بمقدار كاف لتغطيتها ، ويدل انطلاق فقاعات من غاز الأكسيجين على وجود الأنزيم وعدم إتمام عملية السلق على الوجه المناسب .

(٧) **التغمس فى المحاليل القلوية** : تغمس بعض ثمار الفاكهة المعدة للتجفيف فى محلول قلوى يتكون عادة من الماء والصودا الكاوية التجارية (المحتوية على ٩٥ ٪ من ايدرات الصوديوم) ، لازالة الأتربة الملتصقة بالثمار ، ولفصل الغطاء الشمعى عنها وتليين قشور الثمار الصلبة فى سبيل خفض طول مدة التجفيف . ويعمل المحلول القلوى عند تسخينه إلى درجة الغليان على (تشقيق) القشور إلى شقوق رقيقة الغاية تساعد على تبخر رطوبة الأنسجة الداخلية للثمار عند التجفيف ، كما تساعد على زيادة امتصاصها لغاز ثانى أكسيد الكبريت عند الكبرتة . ويختلف نوع المادة القلوية باختلاف الفاكهة ، فيستعمل محلول قلوى من الصودا الكاوية قوة ٢ — ٣ ٪ لثمار الخوخ مثلا بخلاف ثمار عنب السلطانين التى يفضل معاملتها بمحلول قلوى ضعيف يتركب من الماء وكربونات الصوديوم فقط أو من الماء وكربونات الصوديوم وصودا كاوية . ويتراوح تركيز المحاليل القلوية بين ٠,٤ — ٠,٥ ٪ تسخن إلى درجة تتراوح ما بين ٢٠٠° و ٢١٢° فرنهيتية ، وتغمر الثمار داخلها لمدة تتراوح ما بين ثوانى قليلة إلى عدة دقائق .



قفص غامر للثمار فى المحاليل القلوية

وتتلخص أبسط الطرق الصناعية لمعاملة الثمار بالمحاليل القلوية فى طريقة الأقفاص الغامرة

وتتكون من أقفاص مستطيلة مستديرة القاع محاطة بشبك معدنى دقيق . وتثبت هذه الأقفاص إلى أحد جانبى حوض الغمر ، وتعبأ قبل العمل بالثمار ، ثم تخفض داخل الحوض للمدة المعينة وترفع ثانية ، ثم تنقل فى صناديق خشبية لغسلها جيداً بالماء لازالة جميع آثار المادة القلوية قبل التجفيف .

(٨) الكبرتة : ويقصد بها تعريض ثمار الفاكهة إلى أبخرة غاز ثانى أكسيد الكبريت أو معاملة الخضروات بمحلول ملح كبريتيتى (أملاح حامض الكبريتوز) ، ويتميز غاز ثانى أكسيد الكبريت بكونه عامل مؤكسد مناسب غير أنه فى نفس الوقت مادة شديدة الاختزال ، ويتوقف استعمالها فى الصناعة على الخاصية الأخيرة ، فتستخدم فى قصر لون الصوف وتعقيم المعدات الغذائية ، وفى صناعة السكر وحفظ المنتجات الغذائية ، وفى صناعة التجفيف .

ويرجع السبب فى استعمالها فى صناعة التجفيف إلى سرعة تغير لون المواد الغذائية بالأكسدة البطيئة أو السريعة أثناء التجفيف أو عند تخزين المواد الجافة ، فنجد فى حالة بعض ثمار الفاكهة كالتفاح التى تحتوى على انزيم الأكسيداز بشكل نشط أن غاز ثانى أكسيد الكبريت يمنع تأكسد لونها الطبيعى ، فضلا عن قصره اللون الأسمر الذى قد يتكون خلال عمليات التحضير . ولقد ثبت أن هذا الغاز يمنع تلون ثمار المشمش والخوخ والكمثرى وخلافها بالسمرة بتثبيطه لمادة البيرو أكسيد العضوى دون انزيم البيروا كسيداز . ويكفى فى هذه الحالة استعمال ٦٠ ملليجرام من غاز ثانى أكسيد الكبريت فى اللتر الواحد لتثبيط البيرو أكسيد العضوى فى عصير المشمش تثبيطاً مؤقتاً ، فى حين تكفى درجة تركيز قدرها ١٠٠٠ ملليجرام منه فى اللتر الواحد لتثبيط الانزيم فى العصير السالف تثبيطاً تاماً . وعلى العموم فان تأثير هذا الغاز على البيروا كسيد العضوى هو تأثير مؤقت ، بمعنى أن ازالة المادة الكبريتية من المادة المكبرتة بواسطة الغسيل المستمر تؤدى ثانية إلى تأكسد اللون واسمراره .

ويوجد الجزء الأكبر من غاز ثانى أكسيد الكبريت فى الفاكهة بعد كبرتتها على حالة متحدة فى صورة أحماض هيدروسالفونيك وكذا على حالة ممتصة أو متشربة . ويوجد الجزء الباقى منه على حالة منفردة تصلح للتفاعل مباشرة مع محلول يودى . ويتميز هذا الغاز بسرعة اتحاده مع الالديهيدات (ك ا يد) وتكوين حامض هيدروكسى سالفونيك أو أملاحه [كهيدروكسى ايثيل سلفونات الصوديوم (ك يد$_{٣}$. ك يد (ا يد) . كب ا$_{٣}$. ص)] كما يتميز ببطء اتحاده بالجلوكوز بدون أن يتم اتحادهما ببعض اتحاداً كاملا ، وان قوة هذا الاتحاد تقل فى وجود قدر وافر من بعض الأحماض .

وتختلف السكريات بالنسبة لسرعة قابليتها للاتحاد مع ثانى أكسيد الكبريت ، فتتميز الألدوزات بقابليتها للاتحاد معه عن الهيكسوزات ، والبنتوزات عن الهيكسوزات والسكريات الثنائية والثلاثية ، وانه تبعاً لهذه الظاهرة تترتب السكريات تنازلياً كالآتى : السكر العربى فالمانوز فالجلاكتوز فالجلوكوز فالمولتوز فاللاكتوز فالرافينوز (ويماثلها الهيسكوزات الكيتونية). كما يتميز السكروز عند خلوه تماماً من السكر المحول بعدم قابليته للاتحاد مطلقاً مع ذلك الغاز .

وفضلا عن ذلك يتحد ثانى أكسيد الكبريت مع الدكسترين والسليلوز والبروتينات واللجنين ويحتمل اتحاده مع الجيلاتينات ، غير أنه لا يتحد مع أحماض الستريك والماليك والتانيك أو مع الجليسرين والكحول والبكتين (ولكنه يتحد مع ناتجات الأكسدة عند انحلال البكتين فى حالة تعفن بعض الثمار كالتفاح مثلا) وفضلا عن ذلك يكون هذا الغاز مركبات غير ثابتة مع الأمينات الأحادية والثنائية والثلاثية ومع بعض الألكوليدات .

وتنحصر طرق فصل ثانى أكسيد الكبريت المتحد بالألديهيدات أو بالكيتونات أو بمركبات أخرى (وهو رأى محتمل) فى إضافة القلويات أو الأحماض . ويتم انفصاله فى الحالة الأولى بسرعة شديدة حيث أن الكبريتيتات المتعادلة لاتتحد مع الالديهيدات أو مع الكيتونات، فى حين ينفصل فى الحالة الثانية ببطء حيث أن الأحماض تعيق سرعة الانفصال ذاته . وتستخدم الطريقة الأولى فى تقدير مقداره بالنبيذ الأبيض وبعض المنتجات السائلة دون الفاكهة الجافة مثلا ، لصعوبة استخلاص محلول يحمل جميع مقدار هذا الغاز الموجود بها . وفى هذه الحالة يتأتى غلى الفاكهة الجافة غلياناً طويلا فى محلول حمضى قوى حتى يمكن الحصول على جميع المقدار المتحد من ثانى أكسيد الكبريت . وقد تتحلل فى هذه الحالة مركبات تشبه الجنينات حامض السلفونيك ، غير أنها مقادير بسيطة تدخل فى نطاق خطأ عملية التقدير ذاتها .

فوائد الكبرتة : وتتلخص فيما يلى : (١) إيقاف عمل الأنزيمات مؤقتاً أو مطلقاً (٢) منع أكسدة لون المواد الغذائية (٣) المحافظة على ڤيتامينى A ، C وليس لها تأثير على الريبوفلافين ولكنها تتلف فيتامين B_1 (٤) يؤدى خفض الرطوبة فى الفاكهة الجافة إلى مقدار يتراوح مابين ١٢ — ١٤ ٪ إلى منع تعرض ثانى أكسيد الكبريت للفقد عند التخزين مما يساعد بالتالى على الاحتفاظ بفيتامينى A ، C (٥) يجب ألا يقل تركيز هذا الغاز فى المواد الجافة عن ٤٠٠ جزء فى المليون للاحتفاظ بفيتامين A (٦) يتعرض فيتامين C فى الفاكهة وبعض الخضروات عند انخفاض تركيز هذا الغاز مع ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة عند التخزين . (٧) أداء ثانى أكسيد الكبريت عمل المواد الحافظة الكيمائية فى الفاكهة الجافة لارتفاع محتوياتها من الرطوبة عن الحد المناسب لإيقاف عمل الأحياء الدقيقة (٨) منع اقتراب الطيور من ثمار الفاكهة عند

تجفيفها فى الشمس فضلا عن منع فتك الحشرات بها فى حوش التجفيف الشمسى أو فى المخازن .

طرق الكبرتة : وتنقسم إلى قسمين : تتلخص الأولى فى استعمال الغاز الذائب فى الماء أو فى استعمال محلول ملح كبريتى يحتوى على ثانى أكسيد الكبريت . وتتلخص الثانية فى حرق زهر الكبريت الذى تتوفر فيه شروط معينة . وتفضل الطريقة الأخيرة فى كبرتة الفاكهة لانخفاض تكاليفها وعدم تعسل ثمارها بالرغم من نقص مقدار ثانى أكسيد الكبريت الذى تمتصه أو تتحد به مكونات الفاكهة عن الطريقة الأولى .

وتنحصر أفضل طرق كبرتة الخضروات فى غمرها (بعد سلقها مباشرة) داخل محلول لبايسلفيت الصوديوم أو لميتابيسلفيت الصوديوم لمدة لا تتجاوز ١٥ ثانية وفى درجة حرارة ابتدائية قدرها ٧٠° فرنهيتية . ويتراوح المقدار المناسب من ثانى أكسيد الكبريت فى الخضروات الجافة ما بين ١٢٥٠ — ١٥٠٠ جزء فى المليون . وفضلا عن ذلك قد يسمح بكبرتة الخضروات بواسطة الغاز المتولد عن حرق زهر الكبريت أو المنطلق من اسطوانات تحتويه على حالة سائلة تحت ضغط مرتفع . وتنحصر صعوبة استخدام الغاز فى استحالة التحكم فى تركيزه بهواء حجر الكبرتة بمقدار لا يتجاوز ٠,٥ ٪ لمدة ١٠ — ١٥ دقيقة .

وتنحصر طرق كبرتة الفاكهة فى حرق زهر الكبريت داخل حجر خاصة تعرف بحجر الكبرتة . ويجب أن تكون محكمة البناء ، خالية من الفتحات عدا باب واحد محكم يمنع تسرب الهواء للداخل أو الأبخرة للخارج وقت العمل . ويتوقف حجم البناء على مقدار الفاكهة الطازجة المعدة للتجفيف فى اليوم الواحد . وتتصل عادة حجر الكبرتة بحوش التجفيف أو بالمجففات الصناعية بشريط ديكوفيل ، حتى يسهل نقل صوانى التجفيف الحاملة لثمار الفاكهة ، وتنقسم طرق الكبرتة إلى :

١ — حرق زهر الكبريت فى سرداب خارج حجر الكبرتة ، ونقل الغاز للداخل تحت دفع التيارات الطبيعية للهواء الجوى .

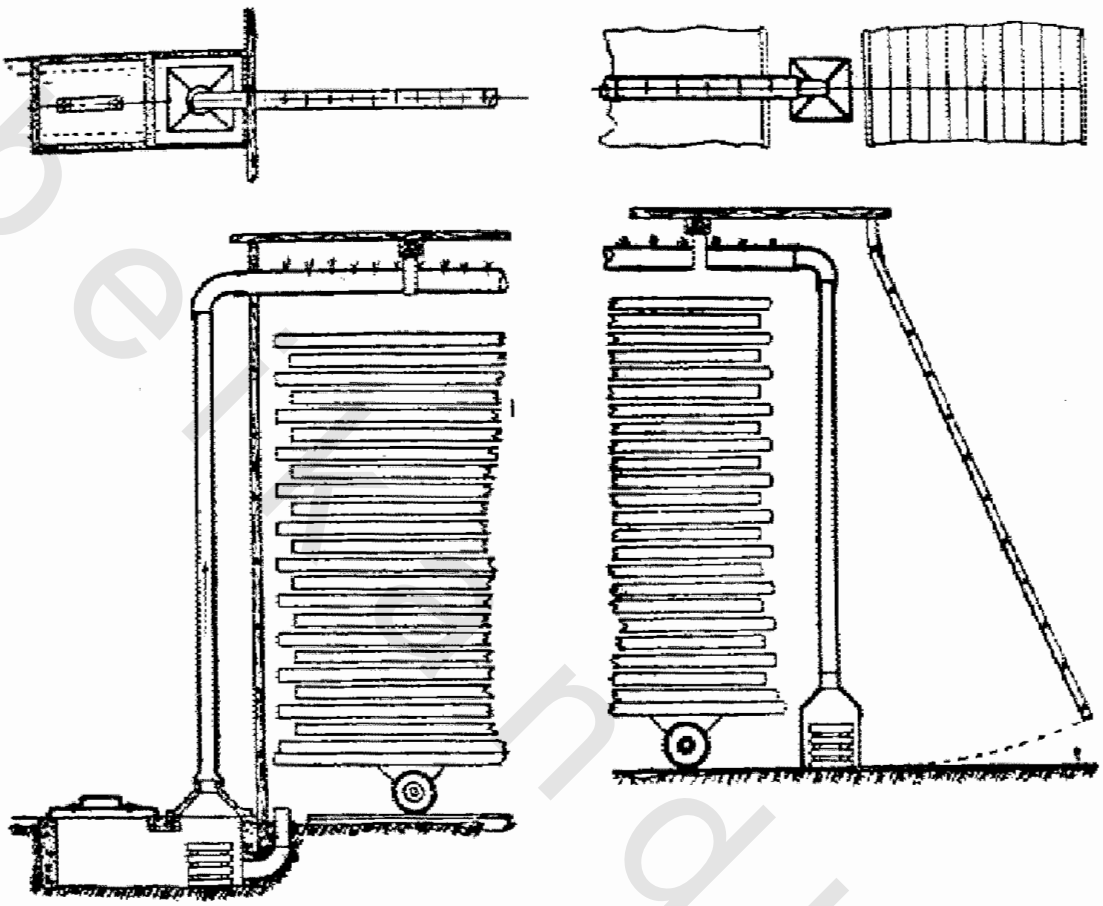
٢ — حرق زهر الكبريت فى حفرة داخل حجر الكبرتة .

٣ — حرق زهر الكبريت فى فرن غير متحرك خارج حجر الكبرتة ، ونقل الغاز لداخلها تحت دفع التيارات الطبيعية للهواء الجوى .

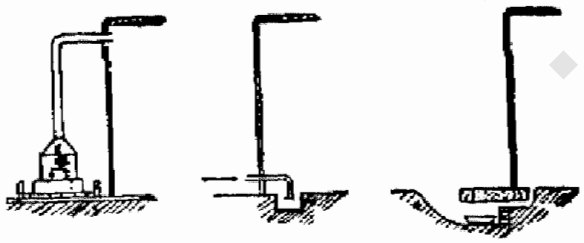
وينتج عن حرق زهر الكبريت غاز ثانى أكسيد الكبريت ثم حامض الكبريتوز كما تبين ذلك المعادلتان الآتيتان : —

كب + ا$_{٢}$ ← كب ا$_{٢}$

كب ا$_{٢}$ + يد$_{٢}$ ا ← يد$_{٢}$ كب ا$_{٣}$



رسمان تفصيليان لحرق زهر الكبريت فى أفران ثابتة



٣ ٢ ١

١ — حرق زهر الكبريت فى سرداب خارج حجرة الكبرتة

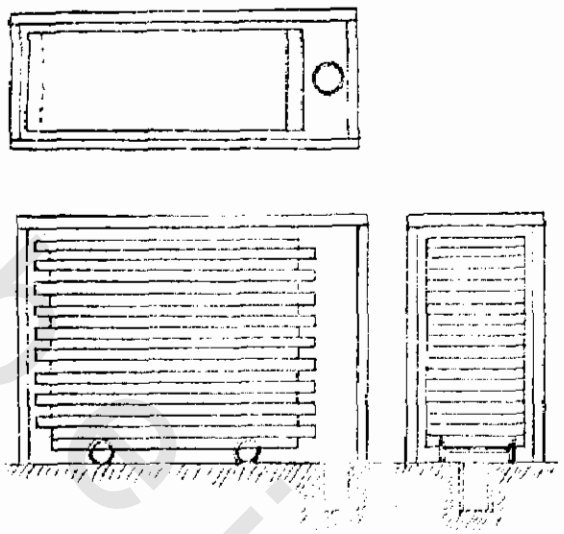
٢ — » » » فى حفرة داخل » »

٣ — » » » فى فرن خارج » »

وقد يتكون أيضاً حامض الكبريتيك وأملاحه بكميات ضئيلة للغاية ، ويجب تجنب تكوينها بمقادير كبيرة بالفاكهة حتى لاتتفاعل مع المواد العضوية الموجودة بها .

الشروط اللازم توفرها فى زهر الكبريت : يتميز الكبريت الصالح للاستخدام فى عملية الكبرتة بخلوه التام من آثار الزرنيخ أو أملاحه ، وعدم احتوائه على أى نوع من

الزيوت ، وخلوه تماماً من الرطوبة وسرعته للاشتعال ، ويوجد الكبريت كزهر مسحوق أو ككتل صلبة مختلفة الحجم . ويفضل الزهر لاشتعاله بسرعة وعدم تركه لرماد ، ولا يتطلب حرقه بناء أفران خاصة لاشتعاله ، كقطع الكبريت الصلبة .



رسم تفصيلى لحرق زهر الكبريت فى حفرة داخل حجر الكبرتة

ويتراوح المقدار الصالح للاحتراق من زهر الكبريت التجارى ما بين ٩٠ — ١٠٠ ٪

المقدار المستعمل من زهر الكبريت :

ويتوقف على نوع وصنف وحالة الفاكهة المعدة للتجفيف ، كما يتوقف على تصميم حجر الكبرتة وطريقة حرق زهر الكبريت . ويبلغ المقدار النظرى الأقصى الذى يمكن حرقه فى فراغ حجر الكبرتة ٢٧ رطل ونصف لكل مائة قدم مكعب من الهواء وتكفى هذه الكمية لرفع تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت داخل الحجر إلى ٢٠ ٪ على أساس الحجم . غير أن هذا القدر من التركيز لا يتجاوز ٧٪ عملياً أى فى الظروف العملية العادية . ويرجع ذلك إلى تكون حامض الكبريتيك وانسياب جزء من هواء حجر الكبرتة المحمل بالغاز للخارج عند ارتفاع درجة الحرارة ونقص تركيز غاز الأكسيجين بالحجر عن الحد المناسب للاتحاد مع الكبريت لتكوين ثانى أكسيد الكبريت .

ومن المعتاد أن تمتص ثمار الفاكهة الموضوعة على الصوانى السفلية من عربات التجفيف مقداراً أوفر من هذا الغاز عن ثمار الصوانى العلوية . وعلى العموم تتوقف درجة تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت بحجر الكبرتة على المقدار المستعمل من زهر الكبريت ومدى سرعة اشتعاله واحتراقه تماماً وكمية الفاكهة المطلوب كبرتتها بالنسبة لحجم فراغ الحجر ومقدار الفقد فى الغاز خلال فتحات أو منافذ بجدران الحجر . كما يتوقف على موضع هبوب الرياح وسرعتها . ولقد أشار (Nichols) فى عام ١٩٣٣ إلى أهمية تكوين أبخرة بيضاء كثيفة من غاز ثانى أكسيد الكبريت داخل حجر الكبرتة طول مدة الكبرتة حتى تتم كبرتة الثمار فى أقصر وقت ممكن وبحالة متجانسة . ويبين الجدول الآتى مقدار زهر الكبريت المستعمل ومدة الكبرتة فى بلدان مختلفة بالنسبة لبعض أنواع الفاكهة وهو :—

نوع الفاكهة	البلد	أرطال زهر الكبريت للطن الواحد من الفاكهة الطازجة	مدة الكبرتة بالساعات
مشمش	كاليفورنيا	٣ — ٤	٢ — ٣
	أرجنتين	٣ — ٤	٢ — ٣
	أستراليا	٧ — ٨	٢ — ٣
	اتحاد جنوب أفريقيا	رطلان لكل ١٠٠ قدم مكعب من حجم حجر الكبرتة	٤ — ٥
خوخ	كاليفورنيا	٣ — ٤	٣ — ٤
	أرجنتين	٣ — ٤	٣ — ٤
	أستراليا	٧/ نهاراً	٦ نهاراً
		٦/ ليلا	١٢ ليلا
	اتحاد جنوب أفريقيا	٨	٤
كمثرى (بارتلت)	كاليفورنيا	١٢	٢٤ - ٣٦
	أرجنتين	٨	٢٤ — ٣٦
	أستراليا	١٠ — ١٢	٢٤ (حد أقصى)
كمثرى (كيفر)	الولايات الشرقية الأمريكية		١٢
تين (أدرياتيك)	كاليفورنيا	٣	٤
زبيب	كاليفورنيا	٣/	٤
		٢ — ٤/	٢ — ٣

العوامل المختلفة لامتصاص الفاكهة لغاز ثانى اكسيد الكبريت : يتوقف امتصاص الفاكهة لهذا الغاز على عدة عوامل مهمة هى : (١) درجة تركيز الغاز فى حجر الكبرتة . فمثلا تكفى ساعتان لكبرتة ثمار المشمش عند ما تبلغ درجة التركيز الأولية للغاز بالحجرة ٣ ٪ وثلاث ساعات عندما يبلغ التركيز ٢ ٪ (٢) درجة الحرارة الداخلية لحجر الكبرتة ، فيؤدى ارتفاعها الى انخفاض ذوبان الغاز فى الماء غير أن ذلك الارتفاع يؤدى فى نفس الوقت إلى زيادة مدى اتحاد الغاز بمكونات الفاكهة كما يؤدى الى زيادة انتشاره خلال أنسجتها ، بسبب تليين الحرارة المرتفعة للأنسجة وتيسيرها بالتالى لعمليتى الامتصاص والانتشار (٣) درجة الحرارة الخارجية ،

فتزداد مدة التكبرتة خلال الأيام الباردة أو عند التكبرتة أثناء الليل عن الأيام المعتدلة أوعند التكبرتة أثناء النهار (٤) طول مدة تعرض الفاكهة لأبخرة الغاز (٥) مقدار الفاكهة بالنسبة لفراغ حجرة التكبرتة (٦) طريقة تصميم صوانى التجفيف وترتيبها فوق العربات (٧) ولم تثبت بعد فائدة ما من تندية ثمار الفاكهة بالماء قبل تعريضها لأبخرة ثانى أكسيد الكبريت حيث تتساوى درجات التركيز لجميع الثمار فى ختام مدة التكبرتة للفاكهة المتداة وغير المتداة .

(٨) صنف الفاكهة ومنطقة النمو وحجم قطعها ومساحة سطحها المعرض للغاز .

المقدار المسموح به لثانى أكسيد الكبريت فى الفاكهة والخضروات الجافة : يستخدم هذا الغاز فى صناعة التجفيف لأغراض وفوائد شتى مر بنا ذكرها . وتتراوح الجرعة السامة منه ما بين ٠,١٧١ — ١,٠٢٠ جرام فى اليوم الواحد . وتتراوح مقداره فى الفاكهة الجافة المجزأة (عدا التفاح والكمثرى) ما بين ٢٠٠٠ — ٢٥٠٠ فى المليون ، وفى الفاكهة الجافة على وجه عام ما بين ٥٠٠ — ٣٠٠٠ جزء فى المليون ، وفى الخضروات الجافة ما بين ١٢٥٠ — ١٥٠٠ جزء فى المليون . وتتوقف درجة التركيز الحقيقية على عوامل إقليمية كدرجة الحرارة والرطوبة والحالة الصحية فتتطلب المناطق الاستوائية مثلا درجة أكثر تركيزا عن المناطق القطبية وهكذا.

ولقد وضعت بعض البلدان الأجنبية تشريعات بالمقدار الذى تسمح به من هذا الغاز فى الفاكهة الجافة وذلك بناء على نتائج أبحاث العالم الألمانى (Pfeiffer) فى عام ١٨٨٨ المتعلقة بالمقدار السام منه . ولقد أظهرت أبحاث العالم الألمانى (Flury) فى عام ١٩٢٩ أن سمية هذا الغاز تنخفض الى قدر كبير بارتفاع ماتحتويه المواد الغذائية من مواد سكرية أو بكتينية وان الجرعة السامة له تتوقف فى الواقع على المقدار المنفرد منه أى غير المتحد الموجود بالمادة الغذائية على حالة ثانى أكسيد الكبريت . ونذكر فيما يلى المقدار المسموح به من ثانى أكسيد الكبريت فى الفاكهة الجافة منسوباً إلى أجزاء فى المليون (يساوى الجزء الواحد فى المليون ملليجرام واحد فى كل كيلو جرام ويساوى كل ١٠٠٠ جزء فى المليون ٠,١ ٪) :

كندا (٢٥٠٠) ، سويسرا ومقاطعة نيويورك (٢٠٠٠) ، بريطانيا (٧٥٠ للزبيب فقط و ٢٠٠٠ فيما عدا ذلك) ، المانيا والنمسا والمجر (١٢٥٠) ، تشكوسلوفاكيا (١٢٥٠ للزبيب فقط ولا يصرح به فيما عدا ذلك) ، فرنسا (١٠٠٠) ، مقاطعة كاليفورنيا (٢٠٠٠ — ٢٥٠٠) اليابان (١٠٠٠ للمشمش ولا يصرح به فيما عدا ذلك) .

طرق تقدير ثانى أكسيد الكبريت بالمواد الغذائية الجافة :

وتنحصر فى طريقتين هما :

١ ــ طريقة التقطير ٢ ــ الطريقة الكمية

أولا ــ طريقة التقطير :

(١) المحاليل المعيارية :

١ ــ محلول يود $\frac{س}{١٠}$: ولتحضيره يضاف ١٢,٧ جرام من اليود النقى الى محلول مكون من ٢٥,٤ جرام من يودور البوتاسيوم (يوى) و ٢٠ سم^{٣} من الماء المقطر، ثم يذاب اليود فى المحلول بالتحريك الشديد ثم يرشح ويخفف المحلول المرشح إلى لتر واحد، وتقدر بعد ذلك قوته المعيارية بواسطة محلول ثيوسلفات الصوديوم (نمرة ٣) .

٢ ــ محلول نشاء : يستخدم النشاء عادة كدليل فى تقدير اليود بشرط أن يكون تركيزه فى المحلول كافياً ، فاذا كانت كبيرة فان محلول النشاء يتلون باللون الأخضر ، وإذا كانت متوسطة فانه يتلون باللون الأزرق، وإذا وجدت به إحدى أملاح البيكربونات فانه يتلون باللون الأحمر الفاتح. ولتحضير الدليل يمزج جرامان من نشاء البطاطس بماء بارد حتى تتكون عجينة لينة، ثم يضاف إليها ٢٠٠ سم^{٣} من ماء يغلى مع التحريك الشديد عند المزج ، ويترك بعد ذلك المخلوط عدة ساعات يرشح بعدها الجزء الصافى منه ، وتضاف إليه بضع نقط من الكلوروفورم لحفظه .

٣ ــ محلول ثيوسلفات الصوديوم $\frac{س}{١٠}$: ولتحضيره يوزن ٢٤,٨٢٢ جرام من بللورات ثيوسلفات الصوديوم النقى (ص$_{٢}$ كب$_{٢}$ ا$_{٣}$. ٥ بد$_{٢}$ ا) ثم تذاب فى الماء المقطر وتخفف إلى لتر واحد ، ثم يشبع هذا المحلول بغاز ثانى أكسيد الكربون ويترك لمدة أسبوع يرشح بعدها ثم تقدر قوته المعيارية باستخدام محلول يود معروف القوة أو باستخدام محلول فوق كرومات البوتاسيوم (بو$_{٢}$ كر$_{٢}$ ا$_{٧}$) معروف القوة وذلك حسب المعادلة الآتية :

$$بو_{٢}\ كر_{٢}\ ا_{٧} + ٦\ يوى + ٧\ بد_{٢}\ كب\ ا_{٤} = ٣\ ى_{٢} + كر_{٢}\ (كب\ ا_{٤})_{٣} + ٤\ بو_{٢}\ كب\ ا_{٤} + ٧\ بد_{٢}\ ا$$

ويستخدم هذا المحلول لتقدير اليود حسب المعادلة الآتية :

$$٢\ ص_{٢}\ كب_{٢}\ ا_{٣} + ى_{٢} \longrightarrow ص_{٢}\ كب_{٤}\ ا_{٦} + ٢\ ص\ ى$$

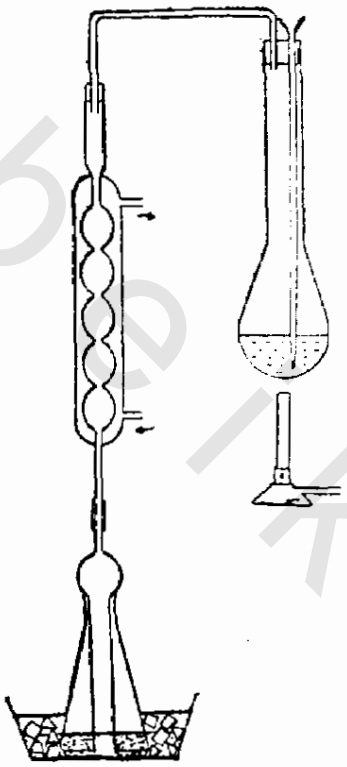
الطريقة : (١) يوزن ٣٢ جراماً من العينة وتوضع فى دورق كلداهل ذى سعة ٨٠٠ سم^{٣} متصل بمكثف .

(٢) يضاف ٣٠٠ سم^{٣} من الماء المقطر و ١٠ سم^{٣} من محلول بيكربونات الصوديوم (صبد ك ا$_{٣}$) قوة ١٠ ٪ ثم نقطتان أو ثلاث من زيت معدنى كالبرافين .

(٣) يحكم اتصال أجزاء الجهاز إلى بعضها .

(٤) ويوضع ٥٠ سم^{٣} من محلول يود حديث التقدير $\frac{س}{١٠}$ فى دورق استقبال ، ويضاف

إليها ٥٠ سم٣ من الماء المقطر مع غمر أنبوبة المكثف تحت سطح محلول اليود فى الدورق .



جهاز تقدير ثانى أكسيد الكبريت

(٥) يفصل المكثف عن دورق كلداهل ، ويضاف إلى محتويات الدورق ١٠ سم٣ من محلول حمض الكلوردريك المركز.

(٦) وبعد ذلك يوصل المكثف بدورق التقطير ويحكم اتصالها ببعض ، ثم تسخن محتويات الدورق حتى يتجمع ما يقرب من ١٥٠ سم٣ من الماء المكثف فى دورق الاستقبال خلال ساعة أو ساعة ونصف مع الحذر لمنع فوران محتويات الدورق عند التسخين .

(٧) يفصل دورق الاستقبال ، ويطفأ اللهب ، وتغسل أنبوبة المكثف بماء مقطر داخل الدورق .

(٨) تقدر كمية اليود الباقية بدون تفاعل ، باستخدام محلول $\frac{ص}{١٠}$ من ص$_{٢}$ ك$_{٢}$ ا$_{٣}$

(٩) وبعملية حسابية بسيطة تقدر كمية ك ا$_{٢}$ فى العينة ، مع العلم بأن السنتيمتر المكعب الواحد من محلول اليود $\frac{ص}{١٠}$ يتحد مع ٠,٠٠٣٢ جرام من ك ا$_{٢}$.

وتتلخص التفاعلات الكيمائية السابقة فى المعادلات الآتية :

١ — ك ا$_{٢}$ + ى$_{٢}$ + ٢بد$_{٢}$ ا = ٢ بد ى + بد$_{٢}$ ك ا$_{٤}$ (لليود المتحد)

٢ — ى$_{٢}$ + ٢ص$_{٢}$ ك$_{٢}$ ا$_{٣}$ = ص$_{٢}$ ك$_{٤}$ ا$_{٦}$ + ٢ ص ى (لليود المنفصل)

وتستخدم بيكربونات الصوديوم لتوليد غاز ك ا$_{٢}$ الذى يمنع أكسدة أيخرة غاز ك ا$_{٢}$ إلى ك ا$_{٣}$.

ص بد ك ا$_{٣}$ + بد كل = بد$_{٢}$ ا + ك ا$_{٢}$ + ص كل .

ثانياً — الطريقة الكمية :

(١) يوزن ٣٢ جراماً من العينة وتوضع فى دورق تقطير سعة ٨٠٠ سم٣ ، ثم يضاف إليها ٣٠٠ سم٣ من الماء المقطر .

(٢) يضاف إلى محتويات الدورق ١٠ سم٣ من محلول بيكربونات الصوديوم قوة ١٠٪ وكذلك ١٠ سم٣ من محلول حامض الكلوردريك المركز .

(٣) يوصل دورق التقطير بمكثف ينتهى بدورق استقبال يحتوى على ١٠٠ سم٣ من محلول البروم المركز (وفائدته أكسدة ثانى أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت) ،

ثم تسخن محتويات الدورق ويجمع السائل المكثف فى دورق الاستقبال حتى يتجمع نحواً من ٢٥٠ سم٣ .

(٤) يفصل دورق الاستقبال وتسخن محتوياته لطرد البروم الزائد ويكمل حجم السائل المتبقى إلى ٢٥٠ سم٣ .

(٥) يضاف ٥ سم٣ من محلول حامض الكلورودريك المخفف بنسبة ١ : ٣ إلى محتويات دورق الاستقبال ، ويسخن للغليان لترسيب ثانى أكسيد الكبريت على حالة كبريتات بمحلول كلورور الباريوم قوة ١٠ ٪ مع إضافة الكلورور ببطء شديد نقطة بنقطة .

(٦) يستمر فى غليان محتويات الدورق لعدة دقائق بعد بلوغ درجة الغليان ، ثم يترك الدورق ليبرد لمدة ١٢ ساعة .

(٧) ترشح محتويات الدورق خلال ورقة ترشيح عديمة الرماد ، وتحرق بعد ذلك فى فرن فى حرارة مرتفعة ، ويقدر بعد ذلك وزن كبريتات الباريوم المتكونة .

(٨) ولحساب مقدار ثانى أكسيد الكبريت فى المادة الجافة تستخدم المعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية لثانى أكسيد الكبريت} = \frac{\text{وزن كبريتات الباريوم} \times ٠,٢٧٤٤ \times ١٠٠}{\text{وزن العينة}}$$

حساب مقدار ثانى أكسيد الكبريت فى الفاكهة الجافة :

قد مر ذكر أهمية عملية الكبرتة فى صناعة التجفيف والمقدار المسموح به لثانى أكسيد الكبريت فى بعض الفاكهة بالبلدان الأجنبية ، وطرق تقديره فيها ، ويبين المثلان الآتيان طرق حساب مقداره :

مثال ١ : إذا استخدمت طريقة التقطير لتقدير ثانى أكسيد الكبريت فى عينة من الزبيب وزنها ٣٢ جرام ، وتطلب ذلك وضع ٤٠ سم٣ من محلول يود $\frac{ن}{١٠}$ فى دورق الاستقبال ، فاذا عودل المحلول اليودى المتخلف بدون تفاعل بعد إتمام التقدير بواسطة ٣٢,٦ سم٣ من محلول ثيوسلفات الصوديوم $\frac{ن}{١٠}$ فما هى عدد أجزاء ثانى أكسيد الكبريت فى المليون فى العينة ، وذلك إذا علم أن السنتيمتر المكعب الواحد من محلول اليود $\frac{ن}{١٠}$ يتحد مع ٠,٠٠٣٢ جرام من ثانى أكسيد الكبريت ؟

الحل : لما كان حجم المحلول اليودى المستخدم = ٤٠ — ٣٢,٦ = ٧,٤ سم٣

∴ مقدار ثانى أكسيد الكبريت فى العينة = ٧,٤ × ٠,٠٠٣٢ جرام

∴ يكون مقداره فى ١٠٠ جرام = $\frac{٧,٤ \times ٠,٠٠٣٢ \times ١٠٠}{٣٢}$ = ٠,٠٧٤ جرام

= ٤٧٠ جزء فى المليون

مثال ٢ : إذا استخدمت طريقة التقطير فى تقدير ثانى أكسيد الكبريت فى عينة من الفاكهة الجافة وزنها ١٦ جرام ، وإذا استخدم لذلك ٥٠ سم^٣ من محلول يودى ٠,٠٨٨ أساسى فى دورق الاستقبال ، وبعد انتهاء عملية التقطير عودل محلول اليود الباقى بمقدار ٢٠ سم^٣ من محلول الثيوسلفات $\frac{س}{١٠}$ فما هو عدد السنتيمترات المكعبة من اليود $\frac{س}{١٠}$ التى استخدمت لأكسدة ثانى أكسيد الكبريت فى دورق الاستقبال ، وما هو عدد الجرامات من ثانى أكسيد الكبريت فى العينة مقدرة بالنسبة المائة وكأجزاء فى المليون ؟

الحل : ٥٠ سم^٣ $\frac{٨٨}{١٠٠٠}$ س = ٥٠ × ٠,٠٨٨ $\frac{س}{١٠}$ = ٤٤ سم^٣ يود $\frac{س}{١٠}$

∴ مقدار اليود المستخدم فى الأكسدة = ٤٤ − ٢٠ = ٢٤ سم^٣ يود $\frac{س}{١٠}$

∴ مقدار ثانى أكسيد الكبريت فى العينة = ٢٤ × ٠,٠٠٣٢ = ٠,٠٧٦٨ جرام

∴ النسبة المئوية لتركيزه = $\frac{٠,٠٧٦٨ \times ١٠٠}{١٦}$ = ٠,٤٨ ٪

∴ عدد الأجزاء فى المليون = ٤٨٠٠ جزء فى المليون

(١٠) **التجفيف** : ويتلخص فى إزالة قدر كبير من رطوبة الخامات الطازجة المطلوب تجفيفها بواسطة التبخير الحرارى . وتستخدم فى هذا الغرض تيارات متجددة من الهواء تقوم بنقل الحرارة اللازمة للتبخير كما يستعمل جزء منها فى حمل ما يتبخر من رطوبة تلك المواد . وعلى العموم ينحصر تأثير رفع درجات الحرارة المستخدمة فى التجفيف فى زيادة المقدار المتبخر من الرطوبة وارتفاع الرطوبة النسبية للهواء المحيط بالمواد الغذائية حال تجفيفها . ويتوقف مدى ذلك التأثير على عوامل مختلفة أهمها مقدار الرطوبة بالخامات الطازجة والتركيب الكيمائى والطبيعى لها ونوع ما عوملت به تلك الخامات فى مرحلة إعدادها قبل التجفيف .

ويختلف مقدار الرطوبة بالخامات الغذائية ما بين ٧٠ — ٩٥ ٪ ومن المعتاد تبخير ٧٥ — ٨٥ ٪ من ذلك القدر فى عمليات التجفيف المتنوعة . وتنحصر سبل احتفاظ المكونات الصلبة لأية مادة غذائية بالرطوبة فيما يأتى : (ا) على حالة شعرية بين نسيج أليافها و (ب) فى داخل الخلايا وكذا (حـ) على حالة تشرب فوق سطح تلك المكونات أو (ى) على اتحاد سيّب (منفك) مع المكونات الذائبة وذلك على حالة تشبع مائى ويغلب (هـ) احتواء تلك الرطوبة على مواد ذائبة تعمل على خفض ضغط بخارها المائى .

وتنقسم طرق تبخير الرطوبة إلى نوعين :(١) التبخير فى درجة حرارة ثابتة(Isothermally) كنقطة غليان الماء مثلا حيث يستمر إضافة مقادير حرارية إلى الماء حتى يغلى . (٢) التبخير فى درجة حرارة غير ثابتة (Adiabatically) كالحالات التى يتم فيها التبخير عن سبيل ما يحمله الهواء مثلا (باعتباره واسطة حرارية) من الحرارة إلى سائل ما وبذلك يفقد قدراً من حمولته الحرارية أو بمعنى آخر أن هذه العملية تؤدى إلى تبريده .

وتنتمى عملية التبخير فى المجففات الصناعية ذات الانسياب الهوائى الصناعى إلى النوع الأخير ، وعلى ذلك يمكن حسابياً تقدير عدد الوحدات الحرارية البريطانية اللازمة لتبخير رطوبة المواد الغذائية المطلوب تجفيفها فى تلك المجففات ، على أساس أدنى مقدار منها يمكن عملياً وذلك بدقة تامة ، فى حين أنه لا يمكن تقدير حجم الهواء اللازم لحمل ما يتبخر من الرطوبة عند التجفيف بالضبط حيث يتوقف تماماً مقدار ما يوجد من بخار الماء فى حيز ما على مدى وجود أو غياب الهواء الجاف ذاته . ولما كان الهواء هو الواسطة فى طرد الرطوبة من تلك المجففات حتى يستمر التجفيف فانه من المعتاد الاكتفاء بحساب سعة الهواء لحمل الرطوبة .

ويزداد على العموم المقدار الحرارى اللازم لتبخير الرطوبة من المواد الغذائية بارتفاع مقدار تلك الرطوبة ، كما تزداد سعة العملية للتجفيف بانخفاض الرطوبة فى تلك المواد . فاذا أعطيت مادتان إحداهما تحتوى على ٩٠ ٪ من الرطوبة والأخرى على ٥٠ ٪ فقط فان المادة الأولى تتطلب تبخير نحو من ٩٠ رطل من الرطوبة لإنتاج عشرة أرطال فقط من المادة الجافة، فى حين أن المادة الثانية تتطلب تبخير نحو من ٥٠ رطل من الرطوبة لإنتاج ٥٠ رطل من المادة الجافة . ومعنى ذلك أن المادة الأولى تتطلب من الحرارة تسعة أضعاف ماتتطلبه المادة الثانية لإنتاج رطل واحد من المادة الجافة .

صوانى التجفيف : وتصنع من أنواع جيدة من الخشب الجاف الصلب المقاوم لفعل الحرارة المرتفعة ، ويفضل فى ذلك الخشب العزيزى ثم المسكى . وتتكون هذه الصوانى من براويز خشبية مستطيلة الشكل أو مربعة ، وتحاط بجانبين طوليين فقط ولا تركب عوارض بالجانبين العرضيين بل تترك حتى تكون بمثابة فتحات لمرور الهواء عند صف الصوانى فوق بعضها عند التجفيف الصناعى أو فى بعض مراحل التجفيف الشمسى ويجب ألا يقل عمق تلك الفتحات عن السطح العلوى للجوانب الطويلة للصوانى عن خمسة سنتيمترات . كما تقوى البراويز الخشبية بقطع خشبية فى زواياها . وتختلف الصوانى المستعملة فى عمليات التجفيف الشمسى عنها فى المجففات الصناعية . فيركب للنوع الأول قاع من الخشب بدون ترك فراغات بين قطعه ، ولا ينعم السطح المعد لنشر المواد الغذائية بل يترك على خشونته (لا يمسح بفارة النجارة) ،

ويكتفى بغسيله جيداً . والغرض من ذلك تسهيل فصل تلك المواد بعد أن تجف وكذا تيسير رفعها أو تقليبها عند تمزق أنسجتها . ويجب الاحتفاظ بالصوانى فى حالة نظيفة للغاية وغسيلها بعد كل استعمال ثم تجفيفها ثانية . وقد يستخدم فى غسيلها محلول مخفف من الصودا الكاوية مع غسيلها بعد ذلك بالماء الدافىء لإزالة المادة القلوية تماماً ، ثم يجرى تبخير الصوانى الخشبية بغاز ثانى أكسيد الكبريت وتجفيفها قبل التخزين حتى لا ينمو عليها العفن . وتصنع الصوانى المستخدمة فى عمليات التجفيف الشمسى من أحجام معيارية هى كالآتى : —

١ = حجم ٢ × ٣ قدم ، وتستخدم فى تجفيف العنب والخضروات .

٢ = « ٣ × ٦ « . وتستخدم فى تجفيف الخوخ والمشمش والتين والعنب البناتى والبلح .

٣ = « ٣ × ٨ « ، وتستخدم فى تجفيف الخوخ والكمثرى والمشمش .

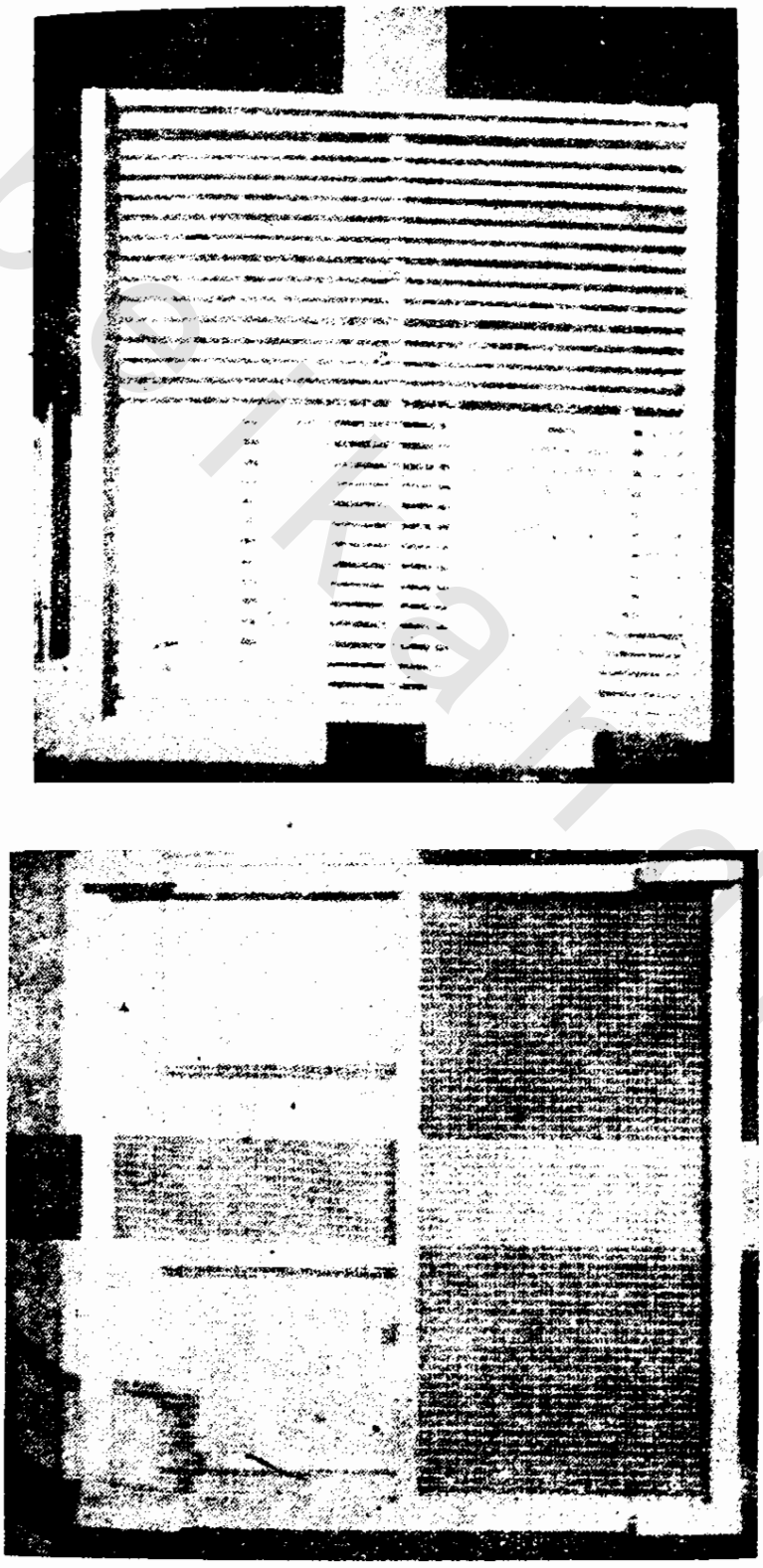
ويبين الجدول الآتى ما يتطلبه الطن الواحد وكذا محصول الفدان الواحد من الفاكهة من الصوانى السابقة :

النوع	٢ × ٣ قدم		٣ × ٦ قدم		٣ × ٨ قدم	
	للطن الواحد	للفدان الواحد	للطن الواحد	للفدان الواحد	للطن الواحد	للفدان الواحد
مشمش	٣٠ — ٤٥	١٥٠ — ٥٠٠	١٠ — ١٥	٥٠ — ١٦٦	٨ — ١١	٣٨ — ١٢٥
تين	١٥ — ٢٠	٣٠ — ٤٠	٥ — ٧	١٠ — ١٣	٤ — ٥	٨ — ١٠
عنب مسكات	٩٠ — ١٠٠	٣١٥ — ٣٥٠	٣٠ — ٣٣	١٠٥ — ١١٧	٢٤ — ٢٥	٨٠ — ٨٨
« سلطانين	١١٠ — ١٢٠	٥٢٠ — ٥٧٠	٣٧ — ٤٠	١٧٣ — ١٩٠	٢٨ — ٣٠	١٣٠ — ١٤٣
خوخ	٣٥ — ٤٥	٢٦٠ — ٣٤٠	١٢ — ١٥	٨٧ — ١١٣	٩ — ١١	٦٥ — ٨٥
كمثرى	٤٠ — ٨٠	٢٠٠ — ٤٠٠	١٣ — ٢٧	٦٥ — ١٣٠	١٠ — ٢٠	٥٠ — ١٠٠
بلح	٤٠ — ٥٠	٢٢٠ — ٤٥٠	١٣ — ١٥	٨٠ — ١٨٠	١٠ — ١٢	٦٠ — ١٥٠

ويبين الجدول الآتى متوسط حمولة الصينية الواحدة من الأحجام السابقة بالرطل :

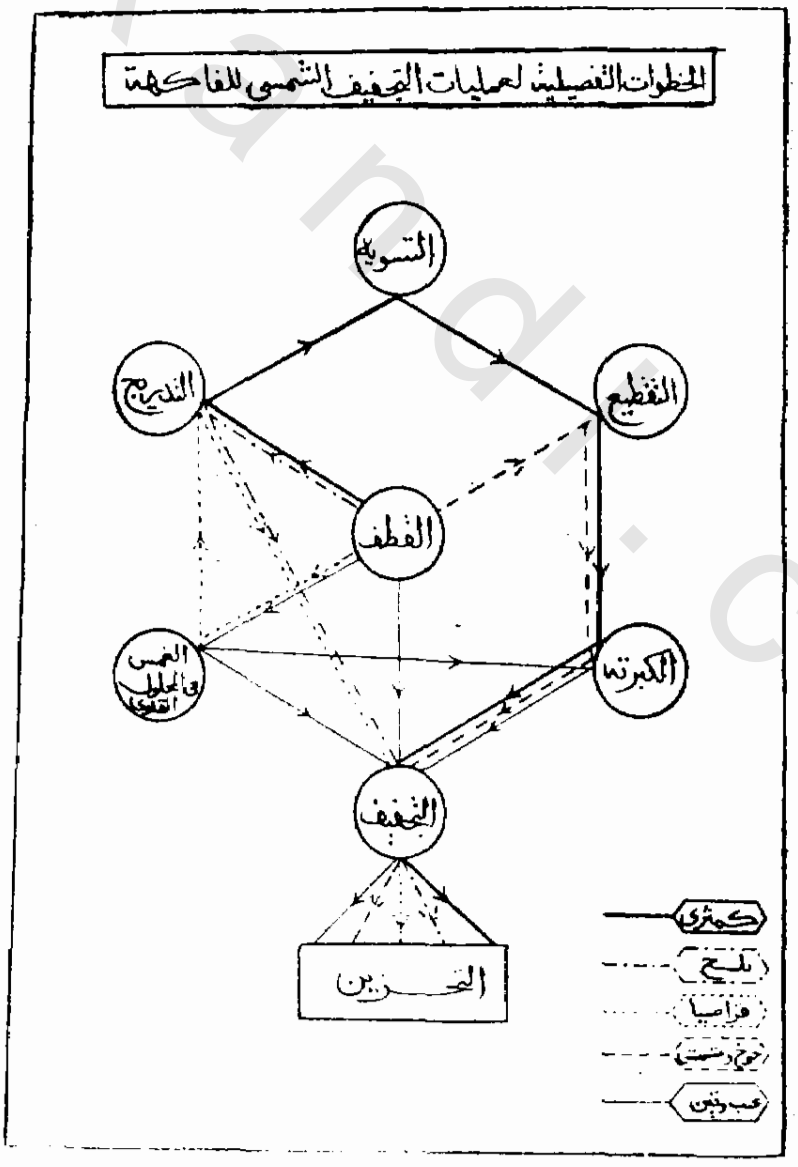
النوع	حجم ٢ × ٣ قدم	حجم ٣ × ٣ قدم	حجم ٣ × ٨ قدم
مشمش	١٠ — ١٢	٣٠ — ٣٦	٤٠ — ٤٨
تين	١٣ — ١٧	٤٠ — ٥٠	٥٣ — ٦٧
عنب	١٨ — ٢٢	٥٤ — ٦٦	٧٢ — ٨٨
خوخ	١٥ — ٢٠	٤٥ — ٦٠	٦٠ — ٨٠
كمثرى	١٨ — ٢٤	٥٤ — ٧٢	٧٢ — ٩٦
بلح	١٥ — ٢٠	٤٥ — ٦٠	٦٠ — ٨٠

وتصنع الصوانى المستخدمة فى المجففات من أحجام معيارية غالباً هى ٢,٥ — ٣ قدم فى العرض و٣ قدم فى الطول أو ٣ × ٣ قدم أو ٣ × ٦ قدم . ولا تختلف مواصفاتها عما سبق ذكره بالنسبة للصوانى المستعملة فى التجفيف الشمسى مع عدم تركيب أى قاع خشبى لها ويستبدل القاع فى هذه الحالة بالنسبة للفاكهة والخضروات الحمضية (الطماطم والراوند) بسدابات خشبية عرضها ٢ سنتيمتر تفصلها عن بعضها مسافات ضيقة لاتسمح بسقوط المادة الغذائية ، أو بقطع من الشبك المعدنى (٨ ثقوب فى البوصة المربعة الواحدة) المصنوع من معدن غير قابل للصدأ ويفضل فى ذلك معدن المونل (Monel metal) . يستخدم فى حالة الخضروات غير الحمضية شبك معدنى مجلفن (٨ ثقوب فى البوصة المربعة الواحدة) . ويتراوح ما يحمله القدم المربع الواحد من المواد الغذائية المختلفة ما بين ١ — ١½ رطل .



أنموذج لصينيتين مستخدمتين فى التجفيف الصناعى بالمجففات ذات النفق والعربات

طرق تجفيف الفاكهة والخضروات : تنقسم المواد الغذائية على وجه عام من وجهة التجفيف إلى قسمين رئيسيين . يشمل القسم الأول منهما الفاكهة والخضروات وهى مواد يتطلب تجفيفها استخدام أبسط الطرق المعروفة وأقلها نفقة نظراً لانخفاض ثمن موادها الجافة فى الأوقات العادية . وأما القسم الثانى فيشمل مجموعة متنوعة من الأغذية تحتوى على أنواع تتطلب عناية خاصة عند التجفيف فضلا عن أن ثمن موادها الجافة يسمح باستعمال طرق للتجفيف أكثر دقة وتكاليف عن منتجات القسم الأول ، ومثالها أغذية الافطار والمساحيق الحلوة والكيزين وجوز الهند والفلفل المستخدم فى صناعة البابريكا . وتنحصر أهم الطرق فى تجفيف الفاكهة والخضروات فى طريقتين رئيسيتين هما التجفيف الشمسى والمجففات الصناعية ذات النفق وسنتناول شرحهما فيما يلى :—



— التجفيف الشمسى : ويتحصر فى نشر الثمار بعد تجهيزها تحت أشعة الشمس الساطعة

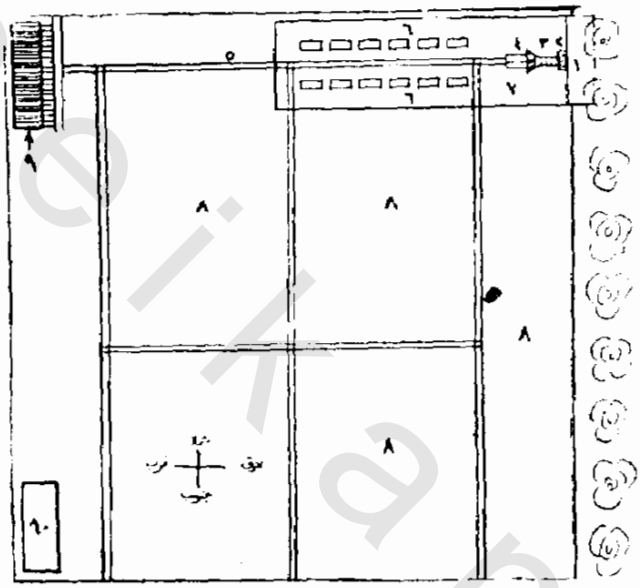
لمدة من الوقت كافية لطرد أكبر قدر ممكن من الرطوبة ثم إتمام تجفيف بعض أنواعها فى الظل. وبذلك يتوقف هذا النوع على حرارة الشمس لتبخير الرطوبة وعلى الهواء لحمل ما يتبخر منها. ونظراً لبطء حركة الهواء العادى وعدم تجدده ، بسرعة هواء المجففات الصناعية ، فان هذه العملية تتطلب وقتاً أطول عما يقتضيه التجفيف الصناعى .

كما وأن المواد الغذائية المجففة فى الشمس تتعرض لكثير من عوامل التلف كالتخمر أو تكرمل مادتها السكرية أو تغير فى لونها الطبيعى أو للتلوث بكثير من الأدران والأتربة أو إلى فتك الحشرات والطيور . وفى ذلك تمتاز عنها الطريقة الأخرى (أو طرق التجفيف الصناعى على وجه عام) . ولا شك هناك فى عدم حاجة القطر المصرى فى الوقت الحاضر للتوسع فى أعمال التجفيف الصناعى ، فان انخفاض مستوى المعيشة بالبلاد ورخص الأجور وتوفر جميع العوامل المناسبة للتجفيف الشمسى ، يقلل إلى حد كبير من أهميتها الاقتصادية بغرض إعداد منتجات الاستهلاك المحلى . وصناعة التجفيف الشمسى موجودة فعلا بالبلاد على نطاق كبير ، وقد تكون عملياتها أحياناً بدائية أو قذرة فى بعض الحالات ، غير أنها تتناسب مع انخفاض القوة الشرائية للسواد الأعظم من سكان هذه البلاد . ويحسن البدء بتنقيح تلك الطرق مع التغيير البطىء فى قواعدها ، وأن يكون المعول فى ذلك البساطة ورخص الوسائل . وتستخدم بمصر فى تجفيف البلح وبعض الخضروات الشعبية ، فى حين أنها تستخدم بالخارج فى تجفيف معظم أنواع الفاكهة ، فهى الطريقة التجارية المفضلة لتجفيف المشمش والسكمثرى والعنب (غير المكبرت) ، كما تستعمل فى تجفيف نصف المحصول العالمى للقراصيا المجففة ، وأغلب محصول الخوخ ملتصق النواة الجاف (ومقداره غير كبير) .

حوش التجفيف الشمسى : تجفف عادة معظم الفاكهة والخضروات فى فضاء منعزل يعرف بحوشة التجفيف (ويستثنى من ذلك العنب الذى يجفف غالباً بين الشجيرات) وكذا بعض أصناف التين ، وتختلف مساحة حوشة التجفيف باختلاف مساحة البساتين وأنواع الفاكهة التى تحتويها ، وتكفى عادة مساحة قدرها ½ — ١ فدان لكل عشرين فداناً من البساتين المثمرة ، وتقدر غالباً بواقع فدان واحد لكل ٢٠ فداناً ، ويفضل عند انتخاب موقعها اختيار البقاع القريبة من البساتين ذات المواقع القبلية على أن تكون بعيدة عن الأتربة ، والمحال الباعثة للروائح الكريهة كالاسطبلات ومكامر الأسمدة ومحال تربية الماشية والدواجن ، وكذلك مزارع خضروات الفصيلة الصليبية كالكرنب والقنبيط ، ويراعى أيضاً اجتناب المواقع ذات التربة السهلة المفككة كثيرة الغبار ، فتنتخب المواقع ذات التربة الصلبة المتماسكة ، وتروى لمنع تطاير الأتربة من سطحها ، ويفضل زراعتها ببعض المحاصيل الخضراء المستديمة كالبرسيم الحجازى أو

الحشائش كالنجيل على شرط أن تقطع سوق المحاصيل المرتفعة بمستوى سطح التربة قبل بدء موسم التجفيف . كذلك تراعى نفس هذه الاعتبارات عند تمهيد الطرق المتصلة بالحوشة بأن تقام بعيدة عن موضع هبوب الرياح المحملة بالأتربة . ويفضل غرس أشجار خشبية حول حوشة التجفيف لصد الرياح عنها . وتقام بالحوشات مظلات للتقطيع . ومبانى لحرق زهر الكبريت.

رسم تفصيلى لحوشة تجفيف



١ — رصيف القسلم
٢ — جهاز للغسيل
٣ — ناقل
٤ — جهاز للغمس فى المحاليل القلوية
٥ — شريط ديكوفيل
٦ — مناضد للتقطيع
٧ — مظلة التقطيع
٨ — فضاء للتجفيف
٩ — مخازن ومكاتب
١٠ — حجر الكبريتة

ومخازن ومكاتب ، ثم تقسم مساحتها الباقية بطرق ضيقة إلى شرائح مستطيلة تعد لرص صوانى التجفيف ، ويمد شريط ديكوفيل بينها لتسهيل نقل الصوانى من مكان لآخر .

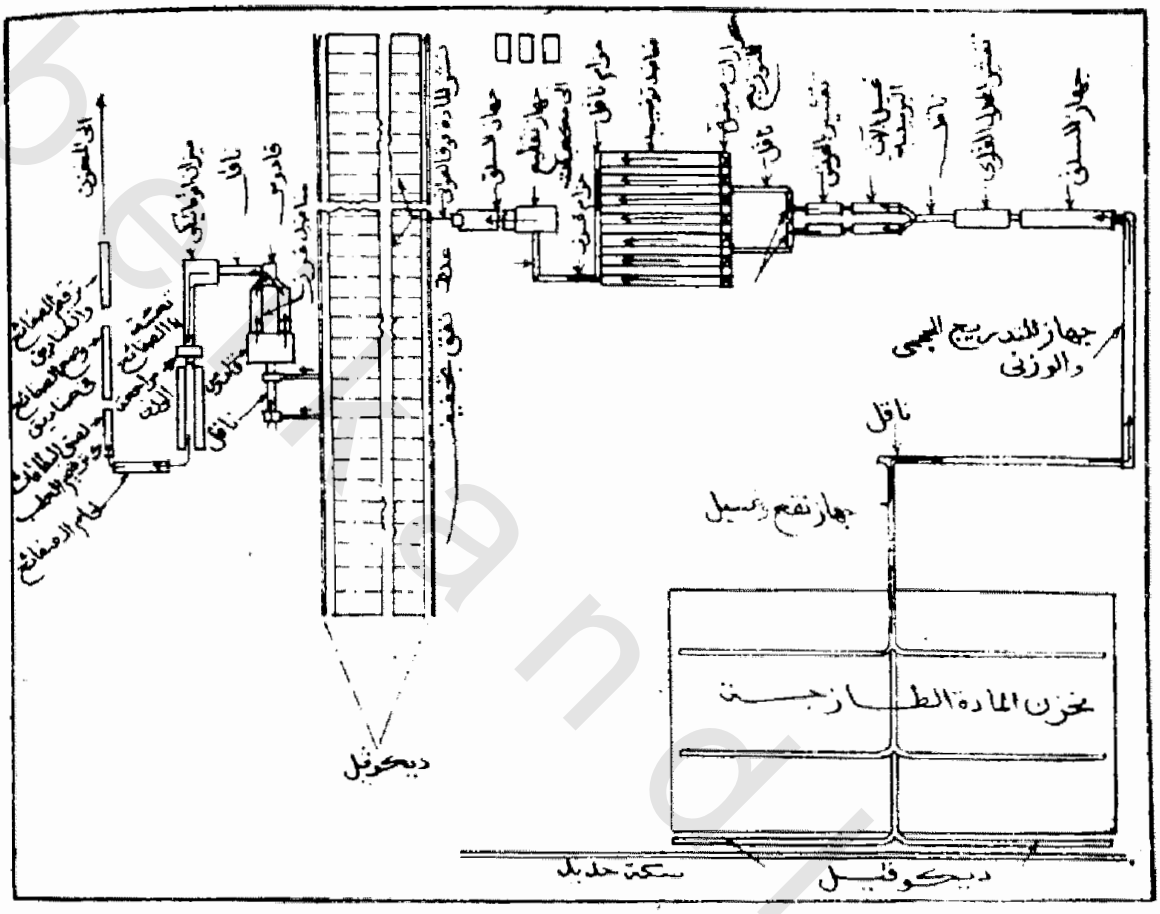
ب — التجفيف الصناعى : لاشك أن هذه الطريقة تفضل السابقة لارتفاع صفات وخواص ماتنتجه من المواد الجافة وخاصة الخضروات وبعض ثمار الفاكهة ، فضلا عن توفيرها لكافة الأسباب الصحية بخلاف التجفيف الشمسى ، كما تتميز بقلة الوقت الذى تستغرقه للتجفيف مما يخفض مدى تعرض المواد الغذائية للانحلال البكتريولوجى أو الكيمائى ولذلك تزداد غالباً نسبة التصافى عنها فى الطريقة الأخرى . ويمكن لمصر التوسع فى هذه الناحية لاعداد مواد جافة للأسواق الأجنبيـــة التى تتطلب مستوى مرتفع من الصفات والخواص فيما تستهلكه من المنتجات الغذائية .

موقع إقامة المجففات الصناعية : تنحصر الاعتبارات التى تحدد الموقع المناسب لإقامة المجففات الصناعية فيما يأتى :—

ا — توفر الخامات الطازجة بالقدر الكافى لسعة المجفف على أساس السنة الكاملة واليوم الكامل (٢٤ ساعة) ، ويشترط أيضاً توفر الأصناف الملائمة لعملية التجفيف .

(ب) توفر موارد المياه الصالحة (ولا تختلف اشتراطاتها عن مياه الشرب (راجع صحيفة ١٦٨) . (حـ) توفر درجة حرارة ورطوبة نسبية فى هواء المنطقة بحد يناسب عملية

التجفيف . (ى) توفر اليد العاملة المتدربة على أعمال الصناعات الغذائية . (ه) وجود نظام مناسب للتجارى بالمنطقة لصرف المياه المستعملة فى عمليات التحضير . (و) توفر طرق النقل والمواصلات . (ز) القرب من مدن تصلح لسكن الموظفين الفنيين . (ح) يجب فى حالة تجفيف



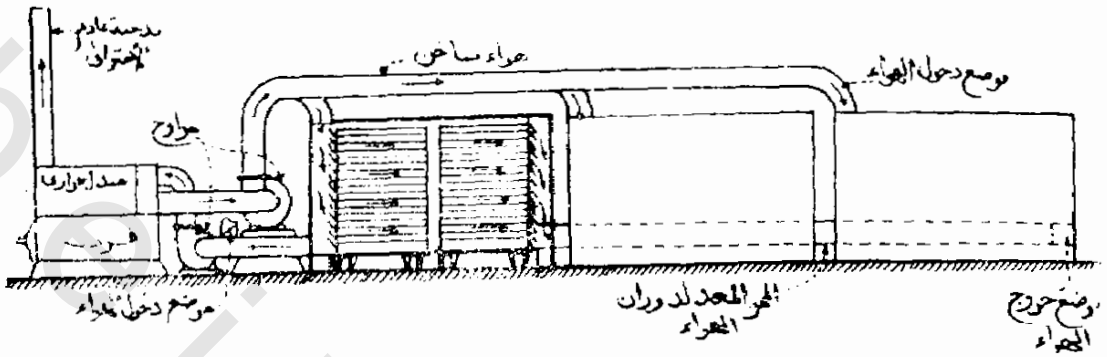
رسم توضيحى لتصميم مصنع كبير للتجفيف الصناعى

مواد غذائية ذات رائحة غير مقبولة كالبصل والكرنب، أن تقام المجففات بعيدة عن المساكن بمسافات تكفى لمنع وصول تلك الروائح إلى سكان المناطق القريبة . وتفضل لذلك المناطق الواقعة فى ضواحى المساكن . ويراعى فى حالة الاضطرار لتشييدها بالقرب من المساكن استخدام جهاز مناسب لامتصاص الروائح الغريبة يحتوى على مواد صالحة لهذا الغرض كالفحم البلدى النشط أو خلافه .

العوامل المختلفة التى تحدد اختيار نوع المجفف : وتنحصر فيما يأتى : (ا) شكل المادة الجافة : تستخدم المجففات ذات النفق المحدودة وغير المحدودة فى تجفيف الخامات الغذائية المطلوب تجفيفها على حالة شرائح أو حلقات أو مكعبات، كذلك تصلح المجففات ذات الحصر المتحركة فى أداء هذا الغرض . فى حين تستخدم المجففات ذات الاسطوانات فى إنتاج الرقائق، والمجففات ذات الرذاذ فى إنتاج المساحيق . غير أنه يمكن تحضير المساحيق الغذائية بطحن الخامات الغذائية

بعد تجفيفها فى المجففات ذات النفق أو ذات الحصر المتحركة أو الرحوية أو ذات الأسطوانات.

(ب) نوع المادة الغذائية المطلوب تجفيفها : وهو اعتبار يحدده حالة الطلب التجارى ومدى

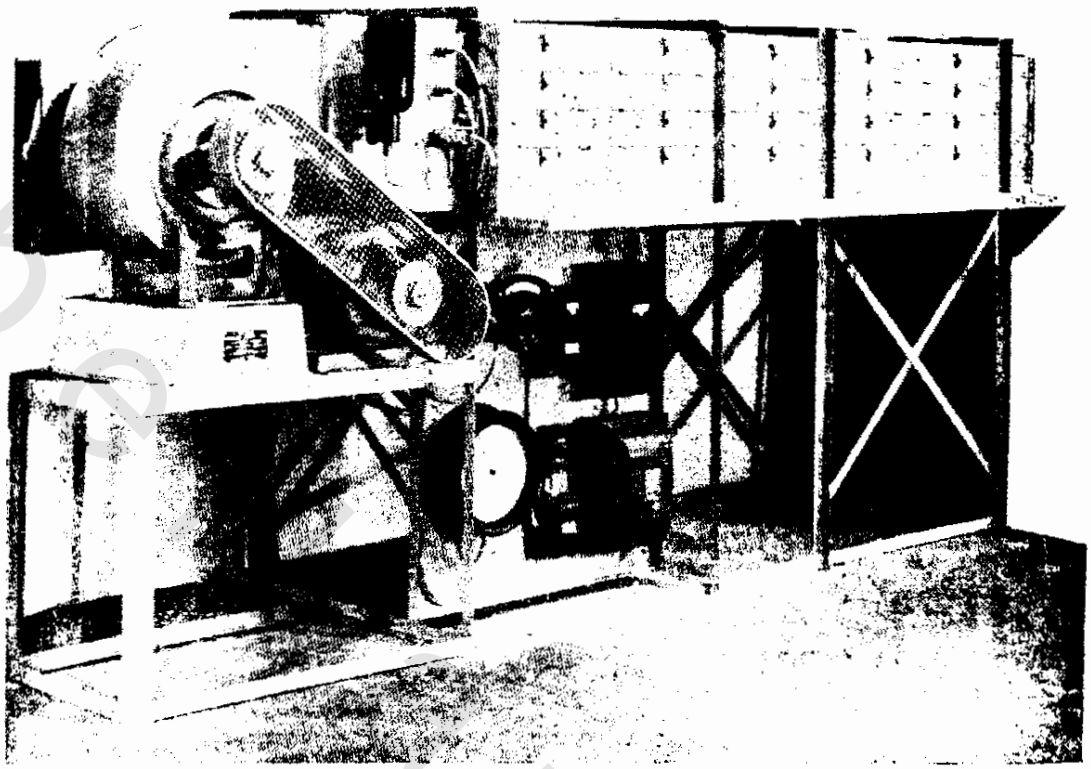


مجفف من النوع ذى النفق والعربات

مقسم بفواصل الى مقصورات

توفر المادة الخام . فمن المعتاد تجفيف الطماطم على حالة رقائق بالمجففات ذات الأسطوانات أو على حالة مسحوق بالمجففات ذات الرذاذ . كما وأن البصل وبعض أصناف الكرنب تتطلب استعمال كوارات للتجفيف فى المرحلة الأخيرة من تجفيفها .

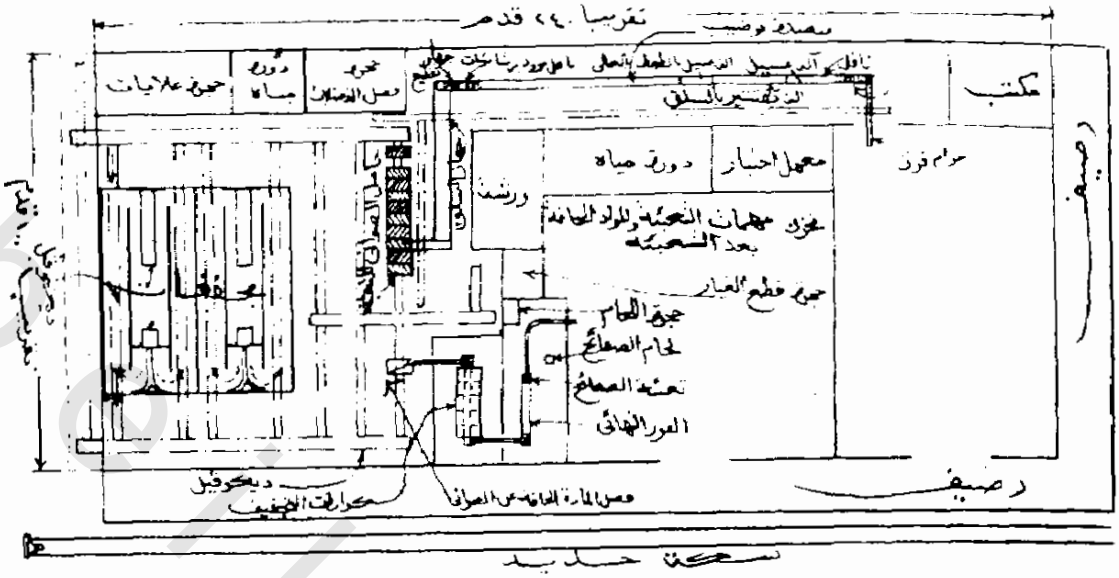
(حـ) السعة العملية للانتاج اليومى : يفضل فى حالة الانتاج الصغير (الذى لا يتجاوز عشرة طن من الخامات الطازجة فى اليوم الواحد) استعمال مجموعة من المجففات الصناعية ذات السعة المحدودة ، فى حين يفضل فى حالة الانتاج المتوسط والكبير (الذى يبلغ نحواً من أربعين طناً من الخامات الطازجة فى اليوم الواحد) استعمال المجففات ذات النفق غير المحدودة : (ء) طول يوم العمل : يتوقف نوع المجفف على عدد ورديات العمل باليوم الكامل (٢٤ ساعة) فتفضل الأنواع المحدودة فى حالة تشغيل عمال التجهيز ورديتين أو ثلاث ورديات فقط (على أساس ٦ ساعات للوردية الواحدة) فى حين تفضل الأنواع غير المحدودة فى حالة القيام بعمليات التجهيز طول اليوم الكامل أى فى حالة متلازمة مع التجفيف . (هـ) مدى تعدد الخامات الغذائية المطلوب تجفيفها : ان تصميم المجففات غير المحدودة يعدها لتجفيف مادة غذائية واحدة لفترة معينة طويلة . وعلى العكس فى ذلك المجففات المحدودة التى تصلح لتجفيف أنواع مختلفة من المواد الغذائية . وعلى العموم تزداد سعة المجففات عند قصر استعمالها على تجفيف مادة غذائية واحدة فى وقت معين . وتتميز الخضروات كمجموعة بتماثل القواعد العامة لتجفيفها مما يساعد على الاكتفاء بنوع معين من المجففات (وهو غالباً المجففات ذات النفق) فى تجفيفها . ونظراً لارتفاع مقدارما يتبخر من الرطوبة عند تجفيف الخضروات عن الفاكهة



مجفف من النوع ذى النفق معد لتجارب التجفيف الصناعى بكلية الزراعة

فان تجفيفها يتطلب استخدام أنواع من المجففات تختلف عما يتطلبه تجفيف الفاكهة .

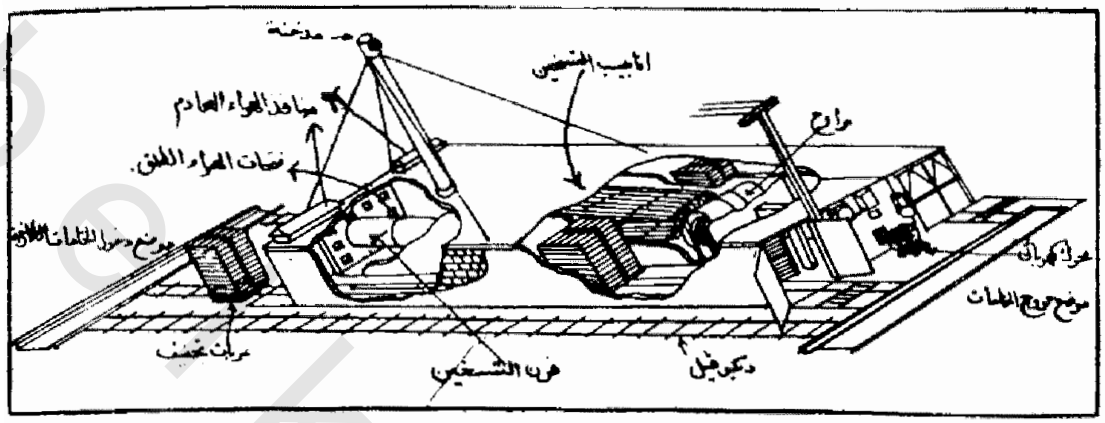
(و) درجة تركيز الرطوبة فى المواد الجافة : من المعتاد تجفيف الفاكهة إلى مقدار من الرطوبة يتراوح ما بين ١٦ — ٢٥ فى المتوسط والخضروات إلى ٥ — ٧ ٪ فى المتوسط . ولذلك تصلح فى هذا الغرض المجففات المحدودة وكذا ذات النظام الهوائى العكسى وذات المنافذ الوسطية لخروج العادم . كما تستخدم كوارات للتجفيف عند الرغبة فى خفض الرطوبة عن ٥ ٪ (وكذلك المجففات الفراغية) . (ز) الروائح النفاذة (الحريفة) . يراعى فى جميع الحالات التى تقضى بمنع نفاذ الروائح الحريفة إلى الأماكن المحيطة بمواقع المجففات استعمال المجففات الفراغية أو تنظيم دوران الهواء داخل المجففات العادية بحيث يتحرك داخلها حركة مقفلة وتزويد الأجهزة بمواد تمتص الرطوبة من الهواء . كما يمكن إمرار الهواء بعد خروجه (من المجففات العادية) داخل فحم بلدى نشط لامتصاص الرائحة الحريفة منه قبل انطلاقه للهواء الجوى . (ك) التخلص من البقايا : وهو اعتبار غير مباشر يتحكم فى اختيار نوع المجفف وكذا فى حجمه وخصوصاً فى حالة ضيق المسطح المعد لإقامة مصنع التجفيف. (ل) توفر اليد العاملة الفنية : تتطلب بعض المجففات كذات المنافذ الوسطية لخروج العادم توفر الدربة والمران الفنى فى العمال المشرفين على حركتها ، كذلك تتطلب المجففات المحدودة رقابة دقيقة ، فى



رسم توضيحى لمصنع تجفيف سعة ٥٠ طن من الخضروات الطازجة فى اليوم الواحد

حين تتميز المجففات ذات النظام الهوائى الموازن والعكسى ببساطة عملياتها . (م) مسطح الأرض اللازمة لإقامة المجفف : تتراوح تقريباً مساحة المسطح اللازم لاقامة المجففات ما بين ٥٠ — ١٠٠ قدم مربع لكل سعة تجفيف قدرها طن واحد من الخامات الطازجة غير المجهزة فى اليوم الكامل (٢٤ ساعة) ، وتشمل هذه المسطحات المساحات اللازمة لدخول المواد الغذائية إلى المجففات وخروجها منها . (ن) صفات المادة الجافة : تتأثر صفات المواد الغذائية الجافة إلى حد كبير بطريقة التجفيف ذاتها . فنجد أن المجففات الفراغية أو ذات النظام المجمد تحافظ على صفات وخواص الخامات الطازجة بقدر واضح عن جميع الطرق الأخرى . (ى) اعتبارات اقتصادية متنوعة : وتشمل : (١) تكاليف الانشاء ونفقات التشغيل : فتتطلب المجففات غير المحدودة تكاليف إنشائية أقل عن المجففات المحدودة وذلك على أساس سعة الانتاج فى كل منهما . كذلك تقل نفقات التشغيل فى الأنواع الأولى عن الأخيرة . فمثلا نجد أن الطن الواحد من الخضروات الجافة فى اليوم الكامل يتطلب غلاية تتراوح سعتها ما بين ٤ — ١٠ حصان بخارى فى المتوسط وان المجففات الأولى تستدعى سعة قدرها ٤ — ٦ حصان بخارى فى حين تتطلب المجففات الأخرى سعة قدرها ٧ — ١٠ حصان بخارى . وفضلا عن ذلك فان استمرار العملية فى الحالة الأولى يساعد على رفع السعة العملية للانتاج عن مجففات الأنواع الأخرى مما يؤدى بالتالى إلى خفض نفقات التشغيل لوحدة معينة من وزن الخامات الطازجة . (٢) استهلاك الجزء الثابت من رأس المال (تكاليف الانشاء) : ويجب ألا تقل المدة التى يتم بعدها استهلاكه عن عشرة سنوات . (٣) ثمن المواد الجافة وحالة الاقبال التجارى عليها : تتعرض المواد الغذائية الجافة وقت السلم إلى منافسة شديدة من المنتجات الغذائية

الأخرى . ولذلك يحسن مراعاة توفر أقصى قدر ممكن فيها من الصفات والخواص المميزة لخاماتها الطازجة على أن يتم تجفيفها بنفقات زهيدة تتفق مع السعر التجارى وحالة الطلب عليها.



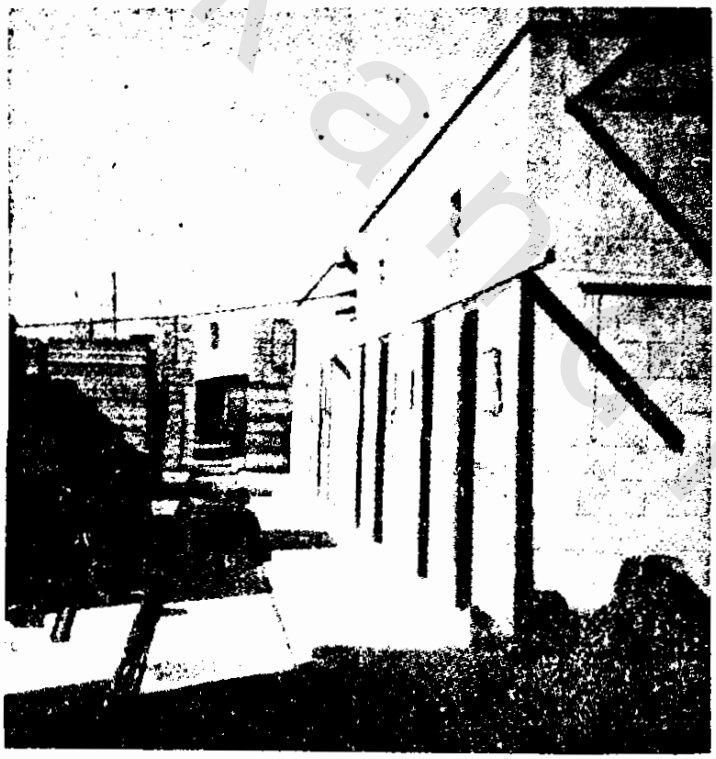
الشكل العام لمجفف من النوع ذوى النفق والعربات (يحتوى على نفقين للتجفيف)

مجففات النفق ذات العربات : تتميز هذه المجففات بميزات نوعية تعدها لأن تكون أوفق المجففات صلاحية لتجفيف الفاكهة والخضروات ، وتنحصر هذه المميزات فيما يأتى : (ا) كبر سعتها إذ لا تقل مقدار ما تجففه فى اليوم الكامل من الخامات الطازجة عن عشرة طن، وتتراوح سعة حجمها التجارى المعتاد ما بين ٣٠ — ٤٠ طن . (ب) عدم حاجتها إلى يد عاملة فنية ممتازة للاشراف على حركتها . (حـ) بساطة تصميمات انشائها إذا قورنت بالأنواع الأخرى. (ء) توفر الخامات المستعملة فى تشييدها . (هـ) انخفاض نفقات تشغيلها مما يمنع ارتفاع سعر منتجاتها الجافة عن المعدل التجارى العادى .

ويتلخص وصفها فى كونها مجففات يستخدم فيها الهواء الساخن المتحرك داخلها حركة جبرية بواسطة مراوح هوائية لتبخير الرطوبة من الخامات الطازجة بعد تجهيزها ونشرها فوق سطح صوانى للتجفيف محمولة فوق عربات يتراوح عددها ما بين ٦ — ١٥ أو أكثر ، فى حين يبلغ عدد الصوانى حجم ٣ × ٦ قدم فوق كل عربة ٢٢ صنية فى المتوسط أو ضعف ذلك العدد فى حالة استعمال الصوانى حجم ٣ × ٣ قدم . وبذلك تتعرض الخامات الطازجة لفعل الحرارة التى يحملها الهواء ، فضلا عن قيام الأخير فى نقل الرطوبة حال تبخرها لطردها للخارج. وعند العمل تنظم حركة هذه العربات حركة شبه آلية ، حتى تنتقل من أحد طرفى المجففات (موضع دخول الخامات الطازجة) إلى الطرف المقابل (موضع خروج المواد الجافة) . وفى ذلك تختلف حركة الخامات الطازجة فى هذا النوع من المجففات عنها فى المجففات ذات الحصر المتحركة ، إذ تتحرك هذه الحصر حركة لانهائية مستمرة غير متقطعة كالأولى . ويتكون

المجفف الواحد من نفق واحد أو اثنين للتجفيف أى لحركة العربات . ويقصد بالنفق طرقة (ممر) مستطيلة معدة لمرور العربات وانسياب الهواء الساخن ودورانه . ويزود النفق فى طرفيه ببابين خشبيين متينين ، كما تزود المجففات بمراوح هوائية (ضاغطة أو ماصة) وأفران لتسخين الهواء مباشرة (أو بأنابيب للتسخين غير المباشر) فضلا عن ترمومترات لبيان درجة الهواء الجاف (فى موضع دخول الهواء) وأخرى لبيان درجةالهواء الرطب(فى موضع خروجه).

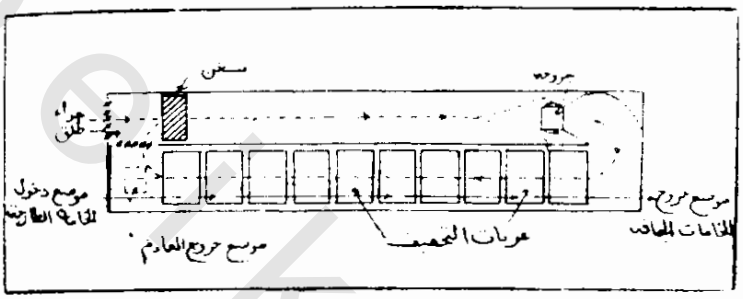
وتقام مبانى المجففات من مواد غير قابلة للاشتعال ، وأكثرها صلاحية للغرض هى قطع القرميد المجوف وقوالب الأسمنت وألواحه وتليها الألواح المعدنية المغطاة بالاسبستس. ويراعى فى البناء خلوه تماماً من الشقوق لمنع تسرب الهواء ، كما يجب أن تكون الأبواب محكمة القفل تغطى تماماً فتحات النفق (طرفيه). وتنتخب أفران التسخين ومداخن العادم وأنابيب التسخين (فى حالة التسخين غير المباشر) والمراوح والمحركات الكهربائية وجميع الأجزاء الرئيسية فى المجففات من أحجام وسعات عملية مناسبة وأن تكون من أنواع جيدة ، وأن يتم إقامتها بعناية تامة. كذلك يجب تزويد هذه المجففات بعدد كافى من الصوانى والعربات ومن المعتاد تقدير عددها بزيادة تتراوح ما بين ٥٠ — ١٠٠ ٪ عن القدر اللازم منها للعملية الواحدة . كما يجب تشييد هذه المجففات فوق فَرشة من الأسمنت المسلح على أن تحيط أيضاً ببنائها بعرض مناسب . وتنقسم مجففات هذا النوع بالنسبة لطريقة انسياب الهواء داخلها إلى الأقسام الآتية :—



منظر خارجى لمجففات صناعية

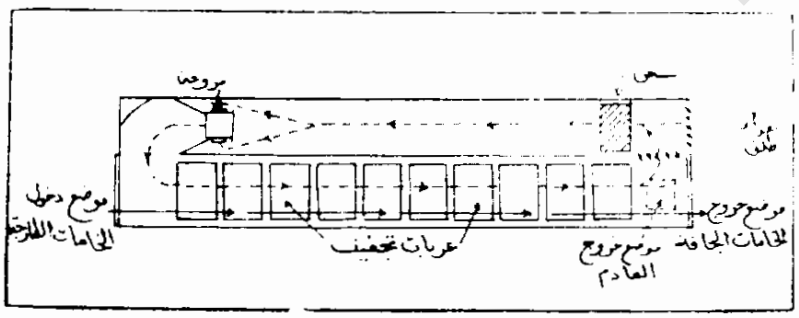
١ — المجففات ذات النظام الهوائى العكسى (Counter-current) : وتستخدم فى

تجفيف القراصيا والعنب فى كاليفورنيا كما تستعمل بنجاح كبير فى تجفيف كثير من الخضروات. وتتلخص طريقة انسياب الهواء بها فى مزج الهواء الطلق قبل دخوله بمقدار من الهواء الذى سبق دورانه فيها والمحمل بالرطوبة المتبخرة من المواد الطازجة حال تجفيفها (أى يحتفظ بقدر من الهواء المستعمل ويترك الباقى ليخرج إلى الهواء الجوى) . ثم ترفع درجة حرارة المخلوط إلى الدرجة القصوى الملائمة لعملية التجفيف ويدفع داخل الطرف الجاف للنفق (وهو موضع الخروج وتبلغ درجة حرارته اعلى درجة بالنسبة لجميع مواضع المجفف) ويترك لينساب نحو الطرف الرطب للنفق (وتبلغ درجة حرارته أقل درجة بالنسبة لجميع مواضع المجفف) حيث تزداد درجة حرارته انخفاضاً ورطوبته النسبية ارتفاعاً (أى يزداد تشبعه) كلما استمر فى حركته نحو الطرف الرطب للنفق (موضع الدخول) .



مجفف من النوع ذى النفق والعربات
(ذى نظام هوائى عكسى)

ب — المجففات ذات النظام الهوائى الموازن (Parallel current) : ولا تختلف فى تفصيلاتها عن النوع السابق غير أن المخلوط الهوائى فى هذه الحالة يدخل إلى نفق التجفيف من الطرف الرطب للمجففات (موضع دخول المواد الطازجة) ويتجه فى حركته نحو الطرف الجاف (موضع الخروج) وهو فى هذه الدورة يتوازن مع حركة انتقال المواد الغذائية داخل النفق . ويجب رفع درجة حرارة المخلوط الهوائى عن الدرجة اللازمة للتجفيف نظراً لما يفقده من الحرارة عند ملامسته للخامات الغذائية وهى فى أعلى حالة من الرطوبة . كذلك تكون درجة حرارة الهواء فى الطرف الجاف منخفضة نوعا ما والهواء مشبعاً بالرطوبة مما يؤدى إلى إضعاف سعة التجفيف ويقضى بالتالى إلى إنقاص مقدار ما تحمله صوانى التجفيف من المواد الغذائية .

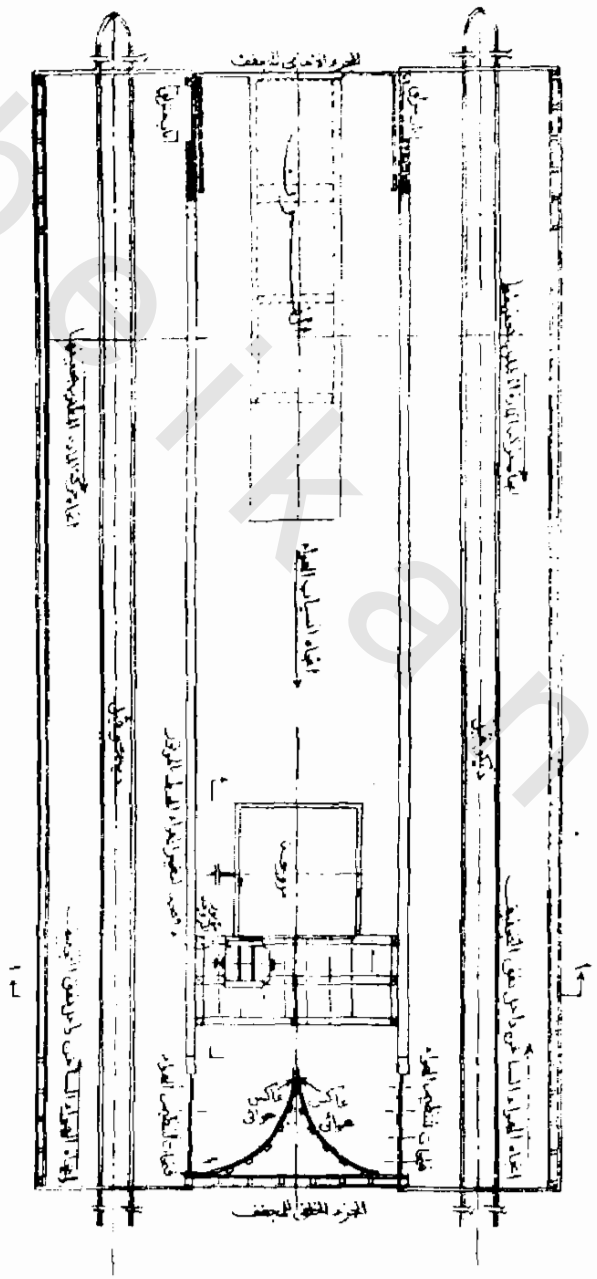


مجفف من النوع ذى النفق والعربات
(ذى نظام هوائى موازن)

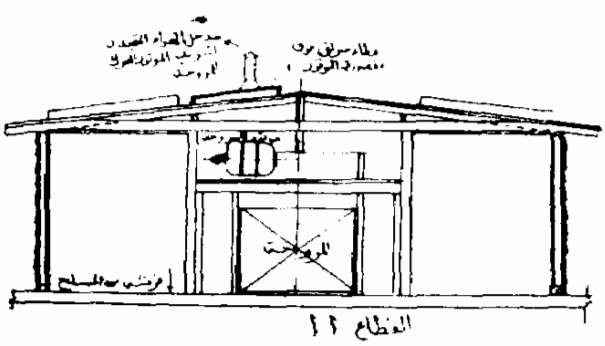
(د) المجففات ذات المنافذ الوسطية لخروج الهواء : (راجع الرسم بصحيفة ٤٧٩)

وتتميز بدخول المخلوط الهوائى الساخن إليها من الطرفين وخروج الهواء الحامل للرطوبة من موضع وسطى أو قريب منه. وفى هذه الحالة ينساب الهواء داخل المجففات فى حركة موازنة فى نصفها الرطب وحركة عكسية فى نصفها الجاف .

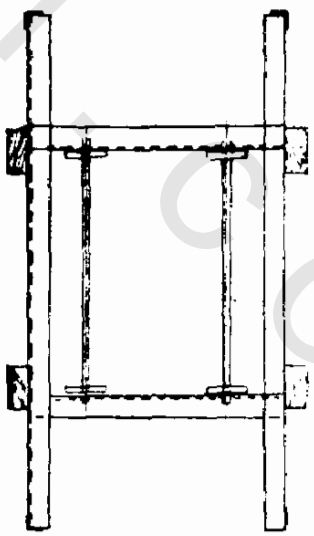
ملحوظة : نظراً لتبخر نحو من ٧٥ — ٩٠ ٪ من رطوبة بعض الخامات الغذائية وخصوصاً الخضروات فى المرحلة الابتدائية للتجفيف ونظراً المدة الطويلة التى يستدعيها تبخير القدر الأخير من الرطوبة (نحواً من ١٠ ٪ من رطوبة تلك المواد)والتى تصل أحياناً إلى ساعات طويلة قد تعادل ضعف أو ثلاث مرات قدر طول المرحلة الابتدائية للتجفيف .



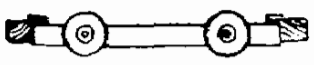
مسقط أفقى لمجفف من النوع ذى النفق والعربات وقطاع له

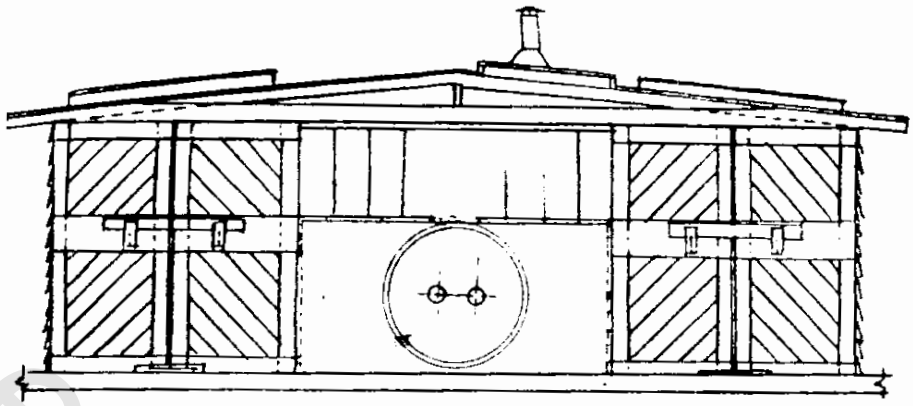


القطاع ١١

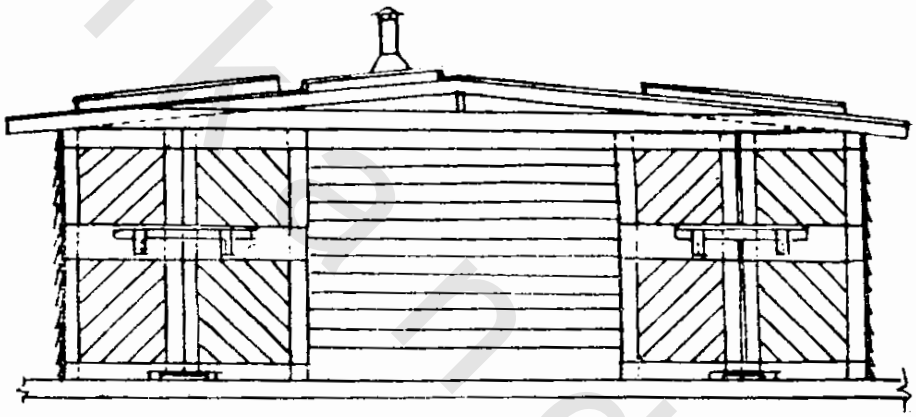


تصميم عربات نقل صوانى التجفيف

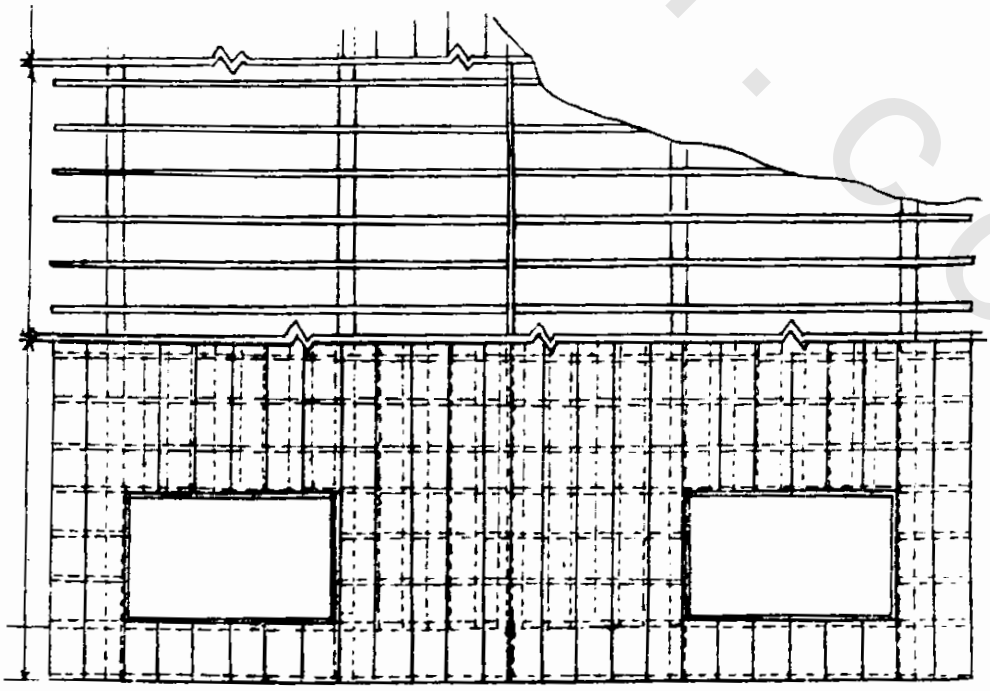




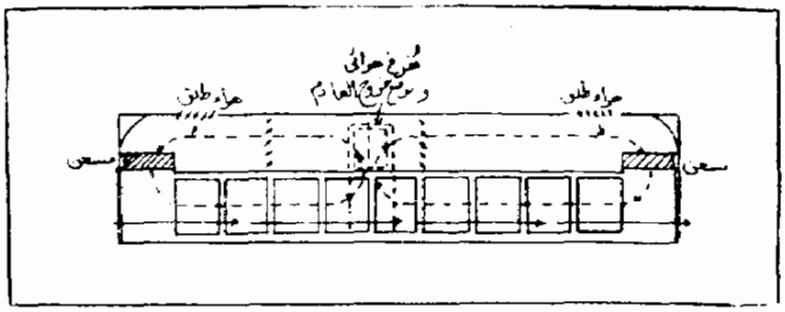
رسم يبين الجزء الأمامى للمجفف ذى النفق والعربات



رسم يبين الجزء الخلفى للمجفف ذى النفق والعربات

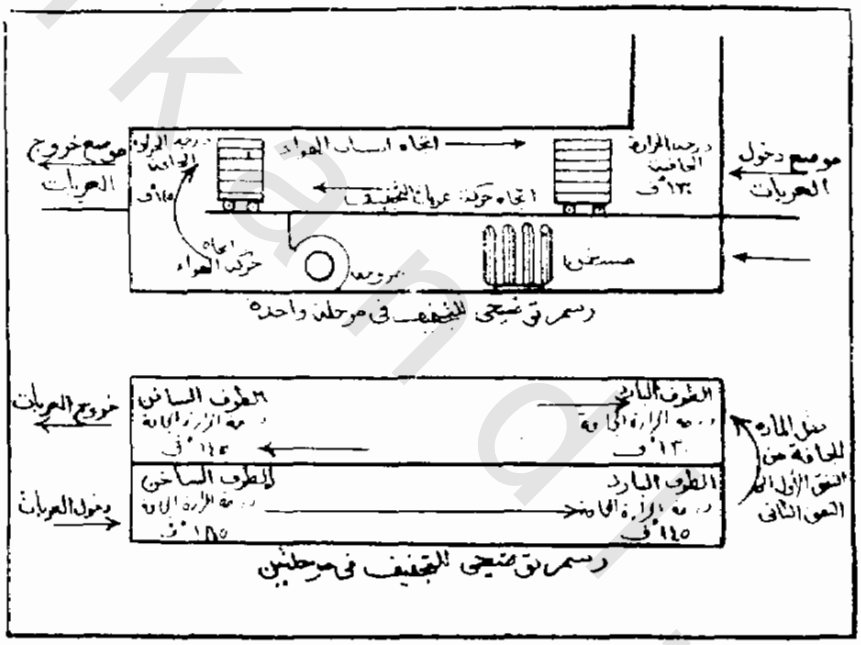


طريقة إقامة سقوف المجففات

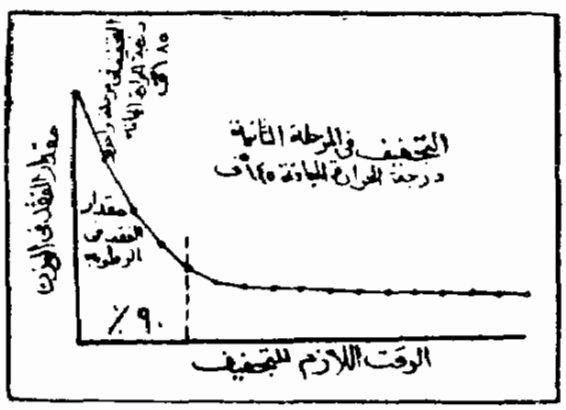


مجفف من النوع ذى النفق والعربات (ذى المنافذ الوسطية لخروج الهواء العادم)

ولما كانت هذه الظاهرة تتعارض مع السرعة التى تتطلبها عملية التجفيف للمحافظة على صفات وخواص الخامات الطازجة فضلا عن انقاصها للسعة العملية للمجففات ، فلقد أمكن الجمع بين النظامين العكسى والموازن لحركة الهواء معاً للتغلب على الصعاب السابقة . وفى هذه الحالة تجفف



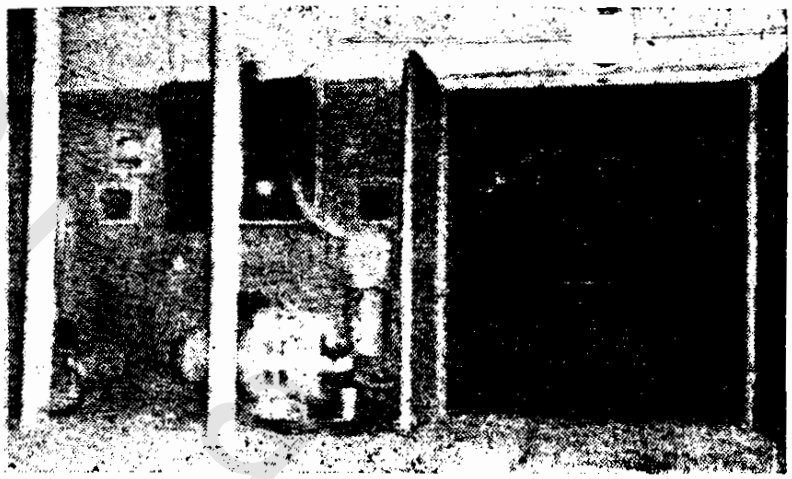
أولا الخامات الغذائية (الخضروات فقط غالباً) فى درجة مرتفعة من الحرارة لمدة قصيرة من الوقت على أن ينساب الهواء داخل نفقها انسياباً موازناً لحركة الخامات عند التجفيف . ثم تنقل إلى نفق آخر ينساب الهواء فيه انسياباً عكسياً لحركة الخامات . ويعرف مثل هذا النظام بالنظام الثنائى للتجفيف تميزا له عن نظم التجفيف العادية ذات النظام الأحادى .



تنظيم حركة الهواء داخل المجففات:

يراعى فى تصميم مجففات النفق ذات العربات حجم نفق التجفيف بالنسبة لحجم الصوانى ، ويجب تعادل مسطح القطاعين العرضى والطولى لحجر التجفيف مع حجم مجموعة الصوانى ، كما يجب ترك

مسافات ضيقة للغاية بين الصوانى وجدر النفق تكفى فقط لتحرك العربات المحملة بالصوانى. وتستخدم أحيانا حواجز مرنة مصنوعة من قماش سميك أو من المطاط لتنظيم حركة الهواء داخل النفق ولمنع تعرض الطبقات العلوية من الصوانى أو الطبقات القريبة من الجدران أو الأرض لتيارات هوائية شديدة دون المواضع الأخرى. كذلك يجب ترك مسافات بينية بين



نفق وبداخله عربة تحمل صوانى التجفيف (لاحظ طريقة ترتيب الصوانى والمسافات البينية)

الصوانى وبعضها بمقدار يتراوح ما بين ١ — ٢ بوصة. ويؤدى نقص تلك المسافات عن البوصة الواحدة إلى خفض سرعة مرور الهواء وخفض سرعة عملية التجفيف وعدم انتظامه بالتالى. فى حين تؤدى زيادتها عن البوصتين إلى زيادة حجم التيارات الهوائية وسرعة التجفيف عن الحد المناسب (مما قد يؤدى إلى حالات من الجفاف السطحى فى حالة الفاكهة)، غير أن نقص مدة التجفيف فى الحالة السابقة لا يوازى غالباً قيمة النقص الذى تتعرض له السعة العملية للمجففات.

المراوح الهوائية : تنقسم المراوح الهوائيه المستخدمة فى توليد التيارات الهوائية إلى نوعين وهما : المراوح الدافعة (Propeller fans) والمراوح التربينية (Turbine or Centrifugal fans) وتستخدم الأولى عادة فى الأجهزة الصغيرة وإلى حد معين فى الكبيرة على أن تقام بعدد مناسب لحجم المجففات وعلى شرط تنظيم مواضع تركيبها . بمعنى أن الجهاز الواحد فى هذه الحالة يقسم إلى وحدات صغيرة تحتوى كل منها على مروحة خاصة لتزويدها بحاجتها من الهواء . ويقتصر استخدام النوع الثانى على المجففات الكبيرة التى تستهلك مقادير كبيرة من الهواء، والتى يتطلب الهواء فيها دورة طويلة، ويتميز هذا النوع على وجه عام بصلاحيته التامة لتوليد تيارات هوائية منتظمة الحجم والسرعة منطلقة تحت دفع قوة كافية للتغلب على المقاومة

الاحتكاكية التى تتعرض لها أثناء مرورها بحجر التجفيف وهى المقاومة الناشئة عن المواد المراد تجفيفها والصوانى والعربات وفتحات التهوية وخلافها .

ويتوقف موضع إقامة المراوح بالمجففات الصناعية على رغبة الصانع . وتوجد طريقتان معروفتان لمرور الهواء بداخل المجففات وهما :

(ا) ضغط الهواء مباشرة بعد توليده خلال حجر التجفيف ، ثم استرجاعه ثانية بعد مروره فيها على أن يتم تسخينه قبل إرساله ثانية إلى الحجر ، ويلاحظ وضع المراوح فى مواقع مناسبة حتى يمر الهواء المستعمل بمصادر التسخين ، وحتى يتسنى تنظيم التوزيع الحرارى له عند ضغطه وإطلاقه فى حجر التجفيف ، فضلا عن أن هذا النظام يؤدى إلى حفظ هواء الحجر تحت ضغط مرتفع قليلا . يمنع مرور الهواء الخارجى إلى داخلها وامتزاجه بالهواء المسخن ، وقد يتعرض الهواء فى هذه الحالة للتلوث ببعض الغازات الناشئة عن احتراق مواد الوقود والتى قد تمتزج به خلال فتحات أو شقوق بجدران مصادر التسخين ، ويتسنى تلافى ذلك بامرار الهواء العادم الممتص خلال قطع رقيقة من قماش مبلل .

(ب) امتصاص الهواء مباشرة بعد مروره فى حجر التجفيف ، ثم ضغطه وإمراره إلى مصادر التسخين وتكرار العملية على هذا الوضع ، ويؤدى هذا النظام إلى تخفيف الضغط الداخلى لحجر التجفيف وتعريض الهواء فيها للامتزاج بهواء خارجى غير مسخن (الذى قد يمر إلى داخلها خلال فتحات أو شقوق بجدران حجر التجفيف) ، فضلا عن ضعف التوزيع الهوائى له ، ويتسنى معادلة عيوب هذه الطريقة باقامة المراوح داخل حجر التسخين وفصل مواضع فتحات الهواء بقطع رقيقة من قماش مبلل حتى يمر الهواء المسخن خلاله ، وحتى تتم تنقيته من الغازات الناتجة عن احتراق مواد الوقود فضلا عما يؤدى إليه هذا النظام من رفع الضغط الداخلى فى حجر التجفيف ومنع مرور الهواء الجوى الخارجى لداخلها .

ويتكون الضغط الهوائى الكامل للمراوح من جزئين رئيسيين : يعرف أولها بالضغط المتعلق بسرعة الهواء (Velocity Pressure) ، والآخر بالضغط المتعلق بالاحتكاك (Static Pressure) وهو الجزء المتعلق بمقاومة الاحتكاك حال مرور التيارات الهوائية ، ويتراوح مقدار الضغط الأخيرين ١ — ٢ بوصة من عمود مائى فى معظم المجففات الصناعية . ويتوقف مقداره الحقيقى على تصميمها ، فيؤدى مرور الهواء خلال ممرات ضيقة أو ملتوية أو طويلة أو خلال حواجز أخرى إلى زيادة قيمته الحسابية ، ولذلك يجب أن تكون جميع الممرات المتعلقة بالتسخين والتجفيف ومرور الهواء قصيرة ومستقيمة كلما أمكن ذلك عملياً ، ويجب أن يماثل مسطح القطاع العرضى لحجر التجفيف فى جميع الأجزاء ، وأن يكون هذا القطاع باتساع كاف مانع لارتفاع

سرعة الهواء عن ١٠٠٠ قدم طولى فى الدقيقة الواحدة ، كما يجب ألا يزيد مجموع المسطحات البينية المنحصرة بين الصوانى عند وضعها داخل المجففات (وهى المسطحات المعدة لمرور الهواء وتخلله بينها) عن ٦٠ ٪ من مساحة القطاع العرضى لحجم التجفيف .

مواد الوقود : وأكثرها صلاحية فى هذا الغرض هى الزيوت المعدنية (السولار) . كما يصلح أيضاً الفحم والخشب ، غير أن نفقات استعمالها تحد من استخدامهما اقتصادياً ، فضلا عن صعوبة تنظيم الحرارة حال استعمالها ما لم يقتصر على توليد بخار الماء (لاستخدامه كمادة ناقلة للحرارة) حيث يتسنى تنظيم مقداره ودرجة حرارته .

ويتميز التيار الكهربائى بسعته العملية الكبيرة وسهولة استخدامه فى هذا الشأن ، غير أن ارتفاع ثمنه يمنع استعماله تجارياً ولذلك يقتصر استخدامه على المجففات الصناعية الخاصة بالتجارب العلمية والعملية . ويبين الجدول الآتى السعة الحرارية لمواد الوقود المختلفة والكهرباء وهو :

مادة الوقود	الوحدة	الوحدات الحرارية البريطانية	مقدار الوقود اللازم لتوليد ٧٥٠,٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية
الزيوت	رطل	١٨٥٠٠	٤٠ رطل
الفحم	»	١٢٥٠٠	٦٠ »
الخشب	»	٧٥٨٩	١٠٠ »
غاز الاستصباح	قدم مكعب	٧٥٠	١٠٠٠ قدم مكعب
الكهرباء	كيلووات/ساعة	٣٤١٥	٢٠٠ كيلووات/ساعة

وسائل التسخين : وتنقسم إلى ثلاثة أقسام هى : التسخين المباشر ، والاشعاع الحرارى المباشر ، والاشعاع الحرارى غير المباشر .

ويقصد بالتسخين المباشر امتصاص الهواء المستخدم فى التجفيف لمقدار من الحرارة المتولدة عن احتراق مادة الوقود مباشرة بدون قيام جدران أو خلافها مانعة للاتصال المباشر ، وفى هذه الحالة تمتزج الغازات الناتجة عن احتراق مواد الوقود بقدر مناسب من الهواء . وأهم مزايا هذه الطريقة هى خفض نفقات الوقود وتكاليف إقامة المجففات الصناعية ، ونقص مصاريف صيانتها واستهلاكها ، كما تنحصر عيوبها فى شدة حاجتها لزيوت نقية قابلة للاحتراق التام وهى مواد مرتفعة الثمن تزيد تكاليف عملية التجفيف ، فضلا عن تعرض الثمار عند استعمال زيوت غير نقية للتلوث بمواد الوقود واتساخها بالسخام (الهباب) .

ويقصد بالاشعاع المباشر للحرارة رفع حرارة الهواء المستخدم فى التجفيف بملامسته مباشرة

لسطح جدران الأفران أو المداخن الحاملة لعادم مواد الوقود ، وهو أكثر وسائل التسخين انتشاراً فى هذه الصناعة . ويتميز بعدم تعرض المواد الغذائية حال تجفيفها للتلوث بمواد غير محترقة من الوقود ، وتنحصر أهم عيوبه فى شدة تعرض جدران المداخن المعدنية للتلف وخصوصاً الأجزاء الملامسة منها للحرارة المرتفعة مما يستدعى تغييرها من وقت لآخر، وتتيسر ملافاة هذه الحالة باستخدام مداخن ذات طول مناسب وسطح كاف مشع للحرارة ، أو باستخدام تيارات هوائية مدفوعة بداخلها بقوة مناسبة ويتسنى بذلك استغلال ٧٠ — ٨٠٪ من مجموع السعة الحرارية للأفران .

ويقصد بالاشعاع الحرارى غير المباشر تسخين الهواء بملامسته لأنابيب بخار الماء الساخن، ويتيسر فى هذه الحالة استخدام أية مادة مناسبة من الوقود ، وتنظيم حرارة الهواء بأجهزة آلية منظمة لدرجة حرارة البخار ، وتنحصر أهم عيوبها فى ارتفاع تكاليف إقامة مجففاتها ، وفى انخفاض السعة الحرارية العملية لمواد الوقود المستعملة فى توليد البخار الساخن إذ لا تزيد عن ٥٠ — ٦٠ ٪ من سعتها الفعلية .

تقدير الرطوبة النسبية لهواء المجففات : لما كان وزن بخار الماء الموجود بالهواء المشبع فى درجات مختلفة من الحرارة معروف المقدار ، فانه يمكن الحصول على وزنه فى الهواء فى درجة معينة من الحرارة إذا علمت قيمة الرطوبة النسبية التى تقدر بواسطة ترمومترين يعرف أحدهما بالترمومتر الجاف وموضعه بالطرف الجاف للمجففات والآخر بالترمومتر الرطب وموضعه بطرفها الرطب .

ولحساب مقدار الرطوبة المتبخرة من المواد الغذائية عند تجفيفها نورد المثال الآتى :

ماهو المقدار النظرى من الرطوبة المتبخرة من مادة غذائية بعد تجفيفها إذا علم أن درجة حرارة مخلوط الهواء هى ١٦٠° فرنهيتية ورطوبته النسبية ٢٠ ٪ عند بدء دخوله لحجرة التجفيف ، وأن درجة حرارته تبلغ ١٢٠° فرنهيتية ، ورطوبته النسبية ٦٥ ٪ عند خروجه منها ، مع العلم بأن معدل سرعته خلال التجفيف هى ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة الواحدة ؟

الحل : لما كان القدم المكعب من الهواء الجاف فى درجة قدرها ١٦٠° فرنهيتية و٢٠٪ رطوبة نسبية يحتوى على ٠,٠٤٤ رطل من بخار الماء ، فى حين أنه يحتوى فى درجة ١٢٠° فرنهيتية و٦٥ ٪ رطوبة نسبية على ٠,٠٥٠ رطل من بخار الماء ، بمعنى أن القدم المكعب الواحد من الهواء الجاف تزداد محتوياته من بخار الماء (وهى الرطوبة المتبخرة من المواد الغذائية حال تجفيفها) بواقع ٠,٠٥٠ - ٠,٠٤٤ = ٠,٠٠٦ رطل ، ولما كان القدم المكعب

الواحد من الهواء عند دخوله يحتوى على ٠,٠٦٠ رطل من الهواء الجاف ، كما وأن مقدار الماء المتبخر فى القدم المكعب الواحد من الهواء الجاف يبلغ ٠,٠٠٦ رطل ، فان مجموع الرطوبة المتبخرة من المادة الغذائية يبلغ ٠,٠٦٠ × ٠,٠٠٦ = ٠,٠٠٠٣٦ رطل من بخار الماء فى القدم المكعب الواحد من المخلوط الهوائى الذى تبلغ درجة حرارته ١٦٠° فرنهيتية ورطوبة نسبية قدرها ٢٠ ٪ ، وبالرجوع إلى معدل سرعة المخلوط الهوائى الأصلى فان مقدار التبخر النظرى للرطوبة فى الدقيقة الواحدة يساوى ٠,٠٠٠٣٦ × ١٠٠٠ = ٠,٣٦ رطل .

الجزء الحسابى المتعلق بتصميم مجففات النفق ذات العربات : يتوقف تصميم المجففات على وجه عام على بعض مبادىء حسابية للهندسة الكيمائية ، ويجب قبل البدء بتصميمها جلاء ثلاث اعتبارات هامة هى : (ا) نوع الخامات الغذائية (ب) نوع المادة الجافة المطلوب إنتاجها (حـ) طريقة التجفيف (تبعاً للاعتبارات التى مر ذكرها) . ويجب أن تتوفر فى المجففات السعة الكافية لتبخير الرطوبة بأقل تكاليف وأن يتم هذا التبخر فى أقل وقت وأن يتم طرد الرطوبة المتبخرة للخارج . كما يجب أن تتوفر فيها السعة العملية المطلوبة على أن تتفق فى ذلك مع عمليات تجهيز المواد الطازجة وإعدادها للتجفيف . وتقدر السعة العملية للمجففات على أساس نوع ومقدار الخامات الطازجة المطلوب تجفيفها . ولشرح الجزء الحسابى المتعلق بتصميم مجففات النفق ذات العربات نورد المثال الآتى وطريقة حساب المواصفات المختلفة المذكورة فيه :

ما هو مجموع مسطح الصوانى اللازمة لتجفيف مادة غذائية معينة ، وعدد العربات التى تتطلبها ، ومساحة الفراغ الهوائى فى القطاع العرضى لنفق التجفيف ، ومقدار الرطوبة المتبخرة ، ومقدار الحرارة اللازمة للتبخير ، ومقدار الحرارة المفقودة ، والسعة الحرارية ، ومقدار الحرارة المتولدة من احتراق الوقود المستخدم ، ومقدارها المنتقل بالهواء ، ومقدارها المحمول بالهواء الخارجى ، وحجم الهواء اللازم للتجفيف ، وسرعة حركته ، ومقدار الرطوبة النسبية فى الهواء الخارج من نفق التجفيف ، وذلك إذا علمت بأن المجفف ينتمى للنوع ذى النفق ، وأن الهواء يمر بداخله فى دورة غير كاملة ، أى بدون تجدد كامل ، وأن اتجاه مروره فيه عكسى بالنسبة لتحرك المواد الغذائية ، وأن السعة اليومية للمجفف هى سبعة أطنان ، وأن درجة حرارة الهواء الخارجى هى ٦٠° فرنهيتية ، وأن رطوبته النسبية عند التسخين إلى درجة حرارة قدرها ١٦٠° فرنهيتية تبلغ ٢٠ ٪ ، كما تبلغ قيمة الفقد فى الحرارة ٣٥° فرنهيتية عند مروره بالنفق ، وأن الرطوبة النسبية فى الهواء الخارج من النفق تتراوح بين ٦٠ — ٦٥ ٪ ، وأن مدة التجفيف هى ٢٥ ساعة ، وأن نسبة التجفيف هى ٢,٨٥٧ : ١ .

الحل :

١ — مسطح الصوانى اللازمة للتجفيف : ويقدر تبعاً للمعادلة الآتية :

$$\frac{\text{وزن المادة الغذائية المعدة للتجفيف خلال ٢٤ ساعة بالأرطال} \times \text{طول مدة التجفيف مقدرة بالساعات}}{\text{وزن المادة الغذائية فى القدم المربع الواحد} \times ٢٤ \text{ ساعة}}$$

ويكون مسطح الصوانى اللازمة لتجفيف سبعة أطنان من المادة الغذائية فى المثال (مع افتراض وزن المادة فى القدم المربع الواحد هو ثلاثة أرطال) $= \frac{٧ \times ٢٠٠٠ \times ٢٥}{٣ \times ٢٤} =$ ٤٨٦١ قدم مربع .

٢ — عدد العربات : يبلغ مسطح الصوانى على العربة الواحدة من عربات التجفيف على أساس أن الصنية الواحدة منها مربعة الشكل، وأن طول ضلعها الواحد يبلغ ثلاثة أقدام ، وأن عدد صفوفها على العربة الواحدة اثنان ، وأن عدد طبقاتها ٢٥ صنية . القيمة ٣ × ٣ × ٣ × ٢٥ أى ٤٥٠ قدم مربع ، ويكون عدد العربات اللازمة لتجفيف المادة الغذائية هو ١١ وهو العدد المناسب منها لموازنة المسطح اللازم من الصوانى (الذى يبلغ ٤٨٦١ قدم مربع) وتكون قيمة المسطح فى هذه الحالة ٤٩٥٠ قدم مربع وهو أقرب رقم للقيمة المطلوبة .

٣ — مساحة الفراغ الهوائى فى القطاع العرضى لنفق التجفيف : إذا كان عمق الارتفاع بين كل صنيتين متلاصقتين من صوانى التجفيف المصففة فوق بعضها بداخل نفق التجفيف هو ثلاث بوصات ، وإذا كان سمك الصينية الواحدة هو بوصة واحدة فان عمق ارتفاع الفراغ الهوائى بينهما يبلغ تبعاً لذلك بوصتين ، وتكون مساحته مساوية لطول ضلع الصنية × ارتفاع الفراغ الهوائى ، وجملة مسطح الفراغ الهوائى يساوى $\frac{(٢ \times ٣٦ \times ٢ \times ٢٥)}{١٤٤} =$ ٢٥ قدم مربع

٤ — مقدار الرطوبة المتبخرة : لما كانت نسبة التجفيف هى ١:٢,٨٥٧ فان الرطل الواحد من المادة الغذائية المعدة للتجفيف يحتوى على ٠,٦٥ رطل من الماء ، وتكون جملة الرطوبة فى سبعة أطنان منها تساوى ٧ × ٢٠٠٠ × ٠,٦٥ = ٩١٠٠ رطل ، ويمثل هذا الرقم جملة الرطوبة التى يجب تبخرها خلال ٢٤ ساعة ، أى أن مقدار الرطوبة المتبخرة فى الدقيقة الواحدة يجب أن يكون ٦,٣٢ رطل .

٥ — مقدار الحرارة اللازمة لتبخر الرطوبة : تبلغ قيمة الحرارة الظاهرية اللازمة لرفع درجة حرارة الرطل الواحد من الرطوبة ١٠٠° فرنهيتية (١٦٠ — ٦٠ درجات فرنهيتية) ١٠٠ وحدة حرارية بريطانية .

وتبلغ الحرارة الكامنة لتبخير الرطل الواحد من الرطوبة فى درجة ١٠٠ فرنهيتية ١٠٣٥,٦ وحدة حرارية بريطانية ، وفى درجة ٢٠٠ فرنهيتية ٩٧٧,٨ وحدة حرارية بريطانية ، وتقدر فى الحالات العادية على أساس ١٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية ، وعلى ذلك تبلغ الحرارة التى يتطلبها تبخير الرطل الواحد من الرطوبة ١٠٠ + ١٠٠٠ = ١١٠٠ وحدة حرارية بريطانية .

ولما كان مقدار الرطوبة المتبخرة فى الدقيقة الواحدة يبلغ ٦,٣٢ رطل ، فان مقدار الحرارة التى يجب استعمالها فى تبخيرها فى الدقيقة الواحدة يبلغ تبعاً لذلك ٦,٣٢ × ١١٠٠ = ٦٩٥٢ وحدة حرارية بريطانية فى المتوسط ، ويمثل هذا المقدار القيمة النظرية لها إذ تتوقف القيمة الحقيقية على مدى احتفاظ المجفف بالحرارة بدون فقد جزء منها .

٦ — مقدار الحرارة المفقودة : ويصعب تقديرها بالضبط غير أن العوامل المؤدية إلى فقدها تنحصر فيما يأتى :

(ا) عدم اكتمال احتراق مادة الوقود .
(ب) تسربها إلى غازات العادم .
(ج) الاشعاع خلال جدران المجففات .
(د) ملامسة الهواء الجوى من منافذ أو شقوق أو الأبواب حال فتحها أثناء التجفيف .
(ه) نقل المواد الساخنة والصوانى والعربات من حجر التجفيف .
(و) التغيير الحتمى لجزء من الهواء الساخن .

٧ — السعة الحرارية : وهى النسبة بين مقدار الحرارة المستخدمة فعلا فى تبخير الرطوبة من المواد المراد تجفيفها وبين مقدار الحرارة المتولد باحتراق مادة الوقود ، وتنسب هذه السعة للمائة ، وتقدر تبعاً للمعادلة الآتية (على أساس أن مقدار الحرارة اللازمة لتبخير رطل واحد من رطوبة المواد المراد تجفيفها هو ١١٠٠ وحدة حرارية بريطانية) هى :

$$\text{السعة الحرارية} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر بالأرطال} \times ١١٠٠ \text{ وحدة حرارية بريطانية}}{\text{مجموع وزن الوقود} \times \text{مقدار الحرارة المتولدة بالوحدات الحرارية البريطانية}} \times ١٠٠$$

وتتكون السعة الحرارية للمجففات من مجموع السعتين الحراريتين للمسخن وحجر التجفيف (بعد تقدير كل منها على حدة) ، وتدل السعة الحرارية للمسخن على النسبة بين مقدار الحرارة المتولد عن احتراق مادة الوقود وبين مقدار الحرارة المحمولة بالهواء إلى حجر التجفيف ، كما تدل السعة الحرارية لحجر التجفيف على النسبة بين مقدار الحرارة المحمولة إليها بالهواء من المسخن وبين مقداره اللازم لتبخير الرطوبة من المواد المعدة للتجفيف ، ويجب ألا تقل السعة الحرارية

لحجر التجفيف فى المجففات المنتمية لنوعى النفق والمقصورات ، التى تحتفظ بجزء كبير من الهواء الساخن بعد استعماله فى التجفيف ، عن ٤٠ — ٥٠ ٪ .

وتتوقف السعة الحرارية الكاملة للمجففات على نوع التسخين المستخدم، ويبين الجدول الآتى السعة الحرارية المفترضة هنا والتى يجب تقديرها عملياً بالضبط عند تصميمها وهو .

نوع التسخين	السعة الحرارية		
	لحجر التجفيف (النفقية وذات المقاصير)	للمسخن	للمجفف الكامل
التسخين المباشر	٤٠ — ٥٠ ٪	٩٠ — ١٠٠ ٪	٣٦ — ٥٠ ٪
الإشعاع «	٤٠ — ٥٠ ٪	٨٠ — ٩٠ ٪	٣٢ — ٤٥ ٪
الإشعاع غير المباشر	٤٠ — ٥٠ ٪	٦٠ — ٧٠ ٪	٢٤ — ٣٥ ٪

٨ — مقدار الحرارة المتولدة عن احتراق الوقود : وتتوقف على نوع المسخن المستخدم ، فاذا فرضت تبعيته لنظام الاشعاع المباشر وكانت مادة الوقود المستخدمة هى زيت السولار مثلا فان السعة الحرارية للمجفف الكامل تبلغ فى هذه الحالة تبعاً للجدول السابق ٣٢ ٪ على الأقل من المقدار الكامل للحرارة المتولدة عن احتراق الوقود ، ويكون مقدار الحرارة اللازمة لتبخير الرطوبة من المواد الغذائية هو $\frac{\text{مقدار الحرارة اللازم لتبخير الرطوبة}}{٠,٣٢}$ أى أنه يساوى فى هذا المثال $\frac{\text{٦٩٥٢ وحدة حرارية بريطانية فى الدقيقة الواحدة}}{٠,٣٢} =$ ٢١٧٢٥ وحدة حرارية بريطانية فى الدقيقة الواحدة فى المتوسط .

فاذا فرض بأن الجالون الواحد من مادة الوقود المستعملة يعطى ١٤٨٠٠ وحدة حرارية بريطانية فان مقدار الوقود اللازم احتراقه فى الساعة الواحدة هو ناتج المعادلة الآتية :

$$\frac{٢١٧٢٥ \times ٦٠}{١٤٨٠٠} \text{ أى } ٩ \text{ جالونات}$$

٩ — مقدار الحرارة المنتقل بواسطة الهواء : يتضح من الجدول السابق أن السعة الحرارية المفترضة لمسخن من النوع الاشعاعى المباشر هى ٨٠ ٪ فتكون جملة الحرارة المنتقله بالهواء إلى المواد هى ٢١٧٢٥ وحدة حرارية بريطانية × ٠,٨٠ = ١٧٣٨٠ وحدة حرارية بريطانية .

١٠ — مقدار الحرارة المحمولة بالهواء الخارجى : يضاف عادة ١٠ ٪ إلى مقدار الحرارة اللازمة لتبخير الرطوبة حتى تعادل هذه الاضافة مقدار الفقد فى الحرارة الناشىء عن تسرب

الهواء للخارج ، ولما كان مقدار الحرارة اللازمة لتبخير رطل واحد من رطوبة المواد الغذائية هو ٦٩٥٢ وحدة حرارية بريطانية فى الدقيقة الواحدة فان ١٠ ٪ منه يساوى ١٧٣٨ وحدة حرارية بريطانية فى الدقيقة الواحدة وتصبح بذلك جملة الحرارة اللازمة فى الدقيقة الواحدة لتبخير رطل واحد من الرطوبة مقداراً قدره ٨٦٩٠ وحدة حرارية بريطانية .

١١ — حجم الهواء اللازم للتجفيف : ويقدر بالمعادلة الآتية :

$$\text{حجم الهواء} = \frac{\text{مقدار الحرارة اللازمة لتبخير رطل واحد من الرطوبة بالوحدات الحرارية البريطانية}}{\text{قيمة النقص فى درجة الحرارة} \times [(\text{وزن الهواء الجاف بالرطل فى القدم المكعب الواحد} \times ٠,٢٤) + (\text{وزن بخار الماء بالرطل فى القدم المكعب الواحد} \times ٠,٤٧٥)]}$$

ويساوى تبعاً للمثال :

$$\frac{٨٦٩٠}{٣٥ \times [(٠,٠٥٩٨ \times ٠,٢٤) + (٠,٠٠٢٦ \times ٠,٤٧٥)]}$$

= ١٦٠٠٠ قدم مكعب فى الدقيقة الواحدة .

١٢ — سرعة حركة الهواء : لما كانت مساحة الفراغ الهوائى فى القطاع العرضى لنفق التجفيف تساوى ٢٥ قدماً مربعاً فان سرعة حركة الهواء المار بالنفق هو $\frac{١٦٠٠٠}{٢٥}$ أى ٦٤٠ قدم طولى فى الدقيقة الواحدة .

١٣ — مقدار الرطوبة النسبية فى الهواء الخارج من نفق التجفيف : يحتوى الهواء المار إلى حجرة التجفيف فى درجة حرارة قدرها ١٦٠° فرنهيتية ورطوبة نسبية قدرها ٢٠ ٪ على ٠,٠٥٩٨ رطل من الهواء الجاف و٠,٠٠٢٦ رطل من بخار الماء وذلك فى القدم المكعب الواحد منه . ولما كان مقدار التبخر فى الهواء يبلغ ٦,٣٢ رطل رطوبة فى كل ١٦٠٠٠ قدم مكعب منه فان مقدار الرطوبة المتبخرة فى القدم المكعب الواحد منه تكون $\frac{٦,٣٢}{١٦٠٠٠}$ أى ٠,٠٠٠٤ رطل من بخار الماء وتكون جملته فيه ٠,٠٠٢٦ + ٠,٠٠٠٤ = ٠,٠٠٣٠ رطل (على افتراض إحكام بناء المجفف) . ولما كان وزن الهواء الجاف فى القدم المكعب الواحد من الهواء هو ٠,٠٥٩٨ رطل ، فان مقدار الرطوبة فى الرطل الواحد من الهواء الجاف يكون $\frac{٠,٠٠٣٠}{٠,٠٥٩٨}$ = ٠,٥٠٠ رطل من بخار الماء . ولما كان مقدار الفقد فى درجة الحرارة هو ٣٥ درجة فرنهيتية أى أن درجة حرارة الهواء حال خروجه من حجر التجفيف هى ١٢٥° فرنهيتية ، فان الرطوبة النسبية للهواء فى هذه الدرجة وعند احتوائه على مقدار من الرطوبة قدره ٠,٠٥٠ رطل من بخار الماء تبلغ تبعاً لذلك ٥٦ ٪ .

السعة العملية للمجففات : وتتوقف على عدد العربات المحملة بالمواد المعدة للتجفيف داخل

النفق وعلى سرعة الهواء وحمولة الصوانى ودرجة حرارة الهواء فى الطرف الساخن للمجففات وتزداد سرعة التجفيف أى تنخفض طول مدة التجفيف بانقاص عدد العربات عما تسعه المجففات بمعنى أن إنقاص عدد عربات مجفف من ١٤ عربة مثلا إلى ٧ أو ٨ عربات فقط يؤدى إلى خفض طول الوقت الذى يتطلبه التجفيف فى الحالة الأولى وهكذا . وتبلغ عادة درجة حرارة الهواء (فى المجففات ذات النظام الهوائى العكسى) المستخدم فى تجفيف الجزر فى الطرف الساخن ١٥٠° — ١٥٥° فرنهيتية وفى الطرف البـــارد ١٢٢° — ١٢٥° فرنهيتية . وللبطاطس ١٤٠° — ١٤٥° فرنهيتية و ١٢٠° — ١٢٨° فرنهيتية على التوالى وللبصـل والكرنب ١٣٠° — ١٤٠° فرنهيتية فى الطرف الساخن وحوالى ١٠٠° — ١١٠° فرنهيتية فى الطرف البارد.

الوقت اللازم للتجفيف : ويتوقف على الاعتبارات التى سبق ذكرها بالنسبة للسعة العملية للمجففات ، كما يتوقف على حجم قطع المواد المطلوب تجفيفها وحمولة كل صينية تجفيف وطريقة التجفيف بمعنى ما إذا كان نظام التجفيف ثنائياً أو أحادياً (راجع صحيفة ٤٧٩) ويحسن دائماً اختبار كل مجفف قبل استعماله تجارياً ووضع نظام دقيق لطريقة إدخال العربات إلى نفقه على حالة متقطعة أى على فترات محددة من الوقت تسمح باتمام ملء النفق بعد فترة معينة ثم خروج العربات وتعويضها بعربات أخرى من موضع الدخول ، ونورد (على سبيل التمثيل فقط) الجدول الآتى :

رقم التجربة	وقت دخول العربة للمجفف		الفترات الزمنية بين دخول العربات بالدقائق	طول مدة التجفيف	
	دقيقة	ساعة		دقيقة	ساعة
١	٠٠	٧	٠٠	٠٠	٤
٢	١٠	٧	١٠	٣٦	٤
٣	٢٢	٧	١٢	٥٠٠	٤
٤	٣٧	٧	١٥	١١	٥
٥	٥٦	٧	١٩	٢٨	٥
٦	١٩	٨	٢٣	٤١	٥
٧	٤٥	٨	٢٦	٥١	٥
٨	١٥	٩	٣٠	٥٧	٥
٩	٤٨	٩	٣٣	٠٠	٦
١٠	٢٤	١٠	٣٦	٠٠	٦

ويبين الجدول الآتى الوقت اللازم لتجفيف بعض الخضروات والفاكهة فى درجات مختلفة من الحرارة وذلك عند استعمال مجفف من النوع ذى النظام الهوائى العكسى (تبلغ سرعة الهواء ٥٠٠ قدم طولى تقريباً) .

خضروات	درجة الحرارة الجافة القصوى فرنهيتية	متوسط الوقت اللازم للتجفيف بالساعات	الرطوبة فى المادة الجافة ٪	فاكهة	درجة الحرارة الجافة القصوى فرنهيتية	متوسط الوقت اللازم للتجفيف بالساعات	الرطوبة فى المادة الجافة ٪
اسفناخ	١٨٠	٦	٤	تفاح	١٦٠	٦ — ١٠	لاتزيدعن ٢٤
بنجر	١٦٥	٧½	٥	تين	١٤٠ — ١٥٠	١٠ — ٢٠	١٥ — ٢٤
بصل	١٣٥	٧½	٤	خوخ	١٥٥	١٥ — ٢٤	١٥ - ٢٠
بطاطس	١٥٠	٦	٦	عنب	١٦٠	١٥ — ٢٠	١٥ — ٢٠
بطاطا	١٦٥	١٠½	٧	مشمش	١٥٠	١٥ — ٢٠	١٥ — ٢٥
جزر	١٦٥	٨	٥	كمثرى	١٥٠	١٥ — ٢٤	١٠ — ١٥
كرنب	١٤٥	٦	٤	قراصيا	١٦٠	٢٠ — ٣٠	١٥ — ٢٠

١١ — تقدير النقطة النهائية للتجفيف : وتنحصر الطرق المستعملة فى هذا الشأن فى قسمين :

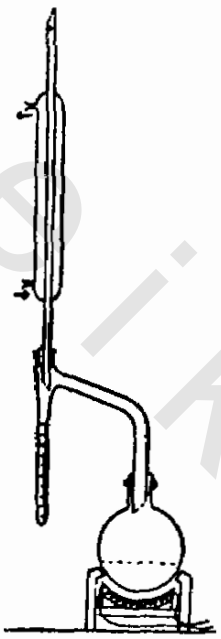
يشمل القسم الأول منهما سبل تتوقف على الخبرة العملية وطول المران بمعنى أن يقوم العامل المشرف على التجفيف بالحكم على ختام العملية عن سبيل انتخاب بضع قطع من المادة وتركها لتبرد فى الهواء الجوى العادى واختبار لدانتها أو تقصفها وجفافها . وأما القسم الثانى فيشمل طرق تقدير الرطوبة بوسائل سريعة أو بسبل كيمائية دقيقة .

تقدير الرطوبة فى المواد الغذائية الجافة : نظراً لأهمية مقدار الرطوبة فى المواد الجافة نورد فيما يلى بعض الطرق المستخدمة فى تقديرها وهى :—

أولا — طريقة التقطير لويجاندوبوليس (Wiegand & Bullis Distillation Method) وتستخدم غالباً فى تقدير الرطوبة بالفاكهة الجافة وتتلخص فيما يأتى : —

الأدوات : (١) سخان كهربائى سعة ٣٣٠ وات مغطى بسطح من الصينى ، يتراوح قطره بين ٩ — ٩½ سنتيمترات حتى يحيط تماماً بدورق التقطير . (٢) دورق تقطير من زجاج يتحمل الحرارة المرتفعة ، مستدير القاعدة قصير الرقبة ، يختلف قطره بين ٩½ — ٢٠ سنتيمتراً تقريباً . (٣) مكشف ليبج بطول قدره ٤٠ سنتيمتراً ، وتقرب سعة أنبوبته الداخلية الوسطى من ست ملليمترات . (٤) مجمع تقطير (Distillation Trap) لجمع السائل المتكشف ، ويتكون من أنبوبة مقسمة إلى عشر أقسام

الطريقة : (١) تخلط المادة ببعضها جيداً ثم تؤخذ منها عينة وتفرم جيداً بآلة يدوية لفرم اللحم ثلاث مرات مع مزج العينة ببعضها بعد كل مرة . (٢) ثم يوزن بعد ذلك ٢٥ جراماً منها مع مراعاة دقة الوزن إلى ٠,١ من الجرام الواحد ، وتفرش على سطح ورقة ترشيح لا يزيد سمكها عن ١,٥ ملليمتراً وتغطى بورقة مماثلة .



جهاز التقطير

(٣) ثم تلف العينة وورقتى الترشيح على حالة لفافة أسطوانية رفيعة ، وتقطع إلى أجزاء لاتزيد عن السنتيمتر بمقص كبير ، ويفضل القيام بذلك فوق فوهة الدورق مباشرة . (٤) ثم يضاف ٢٠٠ سنتيمتر مكعب من التولين إلى محتويات الدورق ، وتثبت أجزاء الجهاز إلى بعضها مع استخدام صمامات من المطاط منعاً لتسرب الأبخرة للخارج . (٥) ثم يمرر تيار من الماء البارد بسرعة شديدة فى المكثف ، ويسخن بعد ذلك حتى الغليان (١١٤° مئوية) ، ثم يترك التولين ليغلى نصف ساعة بالضبط بعد بدء الغليان ، مع حفظ درجة الحرارة ثابتة خلال فترة الغليان . (٦) ثم يوقف التسخين ، ويترك الجهاز ليبرد عدة دقائق حتى يتجمع السائل المكثف داخل المجمع ، وتمسح الجدران الداخلية للأنبوبة الوسطى للمكثف بسلك رفيع ينتهى طرفه بقطعة صغيرة من المطاط حتى يتم جمع البقايا السائلة العالقة بها . (٧) ثم يقرأ حجم الماء المكثف تحت سطح انفصال السائلين المكثفين (الماء والتولين) ، بواسطة التدريج المبين على مجمع التقطير ، وتضرب القيمة الناتجة فى الرقم ٤ ، ويدل حاصل الضرب على النسبة المئوية للرطوبة ، وتستخدم هذه الطريقة بكثرة فى المعامل الصناعية لضيق الوقت الذى تستدعيه ، كما تستخدم فى معامل المربيات وما ماثلها ، وفى تقدير رطوبة عسل النحل ، والزبدة ، والمارجارين والزيوت . وقد ساعدت سهولة تفاصيلها ورخص أجزاء جهازها على انتشارها فى صناعة التجفيف وبعض الصناعات الغذائية الأخرى ، غير أنه توجد أسباب هامة تمنع استخدامها فى التقديرات الدقيقة ، لارتفاع درجة غليان التولين ، وتعرض المواد السكرية للتحلل والتبلور ، والاحتفاظ بجزء من الرطوبة مما يخفض أهميتها فى العمليات الدقيقة ، فضلا عن كبر وزن العينة التى تتطلبها عملية التقدير ، وسرعة التهاب مادة التولين .

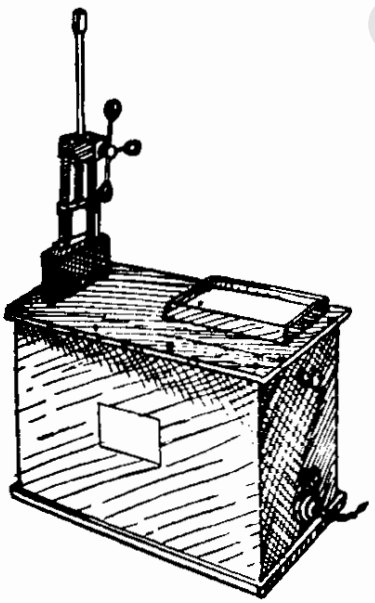
ثانياً : طريقة التقطير لتقدير الرطوبة فى الخضروات الجافة لويلسون وسوجيهارا

(Wilson & Sugihara Distillation method)

وتتلخص فى خلط المادة ببعضها جيداً ثم تؤخذ منها عينة وتفرم جيداً بمفرمة (Waring) ،

ثم يوزن منها بالضبط ٢٥ جرام وتوضع داخل دورق للتقطير قصير الرقبة مستدير القاع سعة ٥٠٠ سم٣ مزود بمكثف ارتدادى وبجمع للتقطير (المستعمل فى الطريقة السابقة) . ويجب قبل العمل مقارنة نتائج هذه الطريقة بنتائج الطريقة الكمية الدقيقة (المبينة بعد) لتقدير الوقت المضبوط للتقطير ، فيضاف ١٥٠ سم٣ من مخلوط التولين والزيلين بواقع ١ : ١ إلى العينة الموضوعة داخل الدورق ثم يسخن حتى الغليان بواسطة مسخن كهربائى (بعد تسجيل الوقت الذى بدأ فيه الغليان) ويستمر فى التقطير ويقرأ حجم الماء المتقطر (والمتجمع فى بجمع التقطير) على فترات منتظمة طولها ثلاث دقائق . ثم يسجل الوقت النهائى للتقطير عندما يتساوى حجم الماء فى بجمع التقطير مضروباً فى الرقم ٤ مع مقدار الرطوبة التى سبق تقديرها بواسطة الطريقة الكمية الدقيقة . ثم يحسب الوقت الكامل منذ بدء الغليان حتى اكتمال عملية التقطير تبعاً لنتيجة الطريقة الكمية ويكون الفرق بينهما هو الوقت المعيارى لتقدير الرطوبة بالتقطير ، ثم تكرر العملية للتثبت من قيمة ذلك الوقت .

وبذلك يمكن استخدام هذه الطريقة مباشرة فى تقدير رطوبة خضار معين بالتقطير للوقت المعيارى الذى سبق توقيته بالضبط . ويجب أن يلاحظ أن هذه الطريقة نوعية بالنسبة لكل خضار وبالنسبة لوقت جمعه وكذا بالنسبة للمسخن الكهربائى حيث يتغير الوقت المعيارى اللازم للتقطير الكامل فى كل حالة .



جهاز كهربائى لتقدير الرطوبة

ثالثاً : توجد فى الوقت الحاضر أجهزة كهربائية مختلفة لتقدير رطوبة الفاكهة الجافة عن سبيل قياس قوة التوصيل الكهربائى وهى غير صالحة لتقدير رطوبة الخضروات الجافة لشدة انخفاض مقدارها التى تبلغ فى المتوسط نحواً من ٥٪ بخلاف رطوبة الفاكهة الجافة التى تتراوح ما بين ١٥ — ٢٥٪ .

رابعاً : كذلك يوجد فرن كهربائى صغير يسخن إلى درجة ٢٣٥ فرنهيتية يصلح لتجفيف المادة المختبرة خلال ثلاث دقائق فقط ، غير أن نتائجه غير دقيقة ويتطلب ضبطه معايرته بنتائج الطريقة الكمية الدقيقة .

خامساً : الطريقة الكمية الدقيقة : وتتلخص فى وزن ٥ — ١٠ جرامات من العينة بعد فرمها جيداً بآلة لفرم اللحم ، ثم تنشر فوق طبق معدنى معروف الوزن يبلغ قطره نحواً من

٨,٥ سنتيمتراً ومزود بغطاء ، ثم تجفف العينة فى درجة ٧٠ مئوية تحت ضغط قدره ١٠٠ ملليمتر من الزئبق . ويراعى إمرار قدر ضئيل من الهواء إلى الفرن أثناء التجفيف بعد إزالة رطوبته مع وضع الأطباق فوق أرفف الأفران مباشرة ، حتى يتم تبخر ما تحتويه العينة من الرطوبة ، ثم ترفع الأطباق بعد ١٦ — ١٨ ساعة وتترك لتبرد فى مجفف ، ثم توزن ثانية وهى مغطاة ، ويدل النقص فى الوزن على مقدار الرطوبة ، وتستخدم الطريقة الآتية عند تقدير الرطوبة فى المواد الغذائية كثيرة السكر كالزبيب : توزن خمس جرامات من العينة ويضاف إليها جرامان من الاسبستس الخفيف الذى سبق تجفيفه ووزنه مع الطبق المعدنى ، ويمزج الاسبستس بالعينة جيداً بماء ساخن ، ثم تبخر على حمام مائى حتى تجف نوعاً ، ثم يجرى التجفيف فى الفرن الكهربائى كما سبق بيانه .

سادساً : الطريقة الكمية السريعة : وتتلخص فى وزن ٥ — ١٠ جرامات من العينة ، وتنشر فوق طبق معدنى معروف الوزن ومزود بغطاء ذى قطر يبلغ نحواً من ٨,٥ سنتيمترات ، ثم تجفف العينة فى فرن مسخن بالهواء الساخن إلى درجة ١٠٠° مئوية لمدة أربع ساعات ، ثم يترك الطبق ليبرد فى مجفف ثم يوزن ، ويدل الفرق فى الوزن على مقدار الرطوبة .

وتتميز طرق التقدير الكمية بدقتها عن الطريقة الأولى لعدم استخدام مواد ذات درجة غليان مرتفعة كالتولين والزيلين تعمل على انحلال المواد الغذائية ، كما أن درجة الحرارة المستخدمة فيها وهى ١٠٠° مئوية أو ٧٠° مئوية لا تساعد على انحلال المواد السكرية ، ويفضل بطبيعة الأمر استخدام الفرن الكهربائى تحت تفريغ هوائى قدره ٣٠ بوصة حيث يتسنى طرد رطوبة المادة الجافة فى درجة ٧٠° مئوية مع الاحتفاظ تماماً بالتركيب الكيمائى للمواد السكرية ، فضلا عن انعدام الوجهة الخطرة فى استعمال مواد سريعة الالتهاب كما فى طرق التقطير ، وصغر وزن العينة .

غير أن هذه الطرق لا تصلح لتقدير الرطوبة فى المواد الغذائية التى تحتوى على مواد كيمائية تتحلل فى درجة تقل عن ١٠٠° مئوية كسكر الفركتوز الذى يتحلل فى درجات من الحرارة أكثر ارتفاعاً عن ٧٠° مئوية ، أو فى المواد الغذائية التى تحتوى على مواد طيارة تتبخر فى درجة غليان الماء ، مما يزيد الفقد عند التجفيف (ويتكون فى هذه الحالة من الرطوبة والمواد الطيارة) أو فى المواد الغذائية السائلة ، وتستخدم فى هذه الحالة مواد سريعة الامتصاص (كالرمل أو الاسبستس) توضع فى أطباق التجفيف . وكذلك يصعب استخدام الطريقة الكمية لتقدير الرطوبة فى المواد الغذائية كثيرة السكر ، تبعاً لخواصها الايجروسكوبية ، كما يؤدى احتواء المواد الغذائية لسكريات غير نقية سريعة الامتصاص للأكسيجين (عند

التجفيف) إلى تكوين أحماض وبعض مواد أخرى . وقد تحتفظ بعض السكريات كالمالتوز واللاكتوز والرافينوز بماء التبلور تحت ظروف خاصة عند التجفيف . وبذلك لا يتم تبخر الرطوبة من المواد الغذائية . كما يؤدى عدم توازن المقدار المتبخر من رطوبة الطبقات السطحية وما يعوضها من رطوبة الأجزاء الداخلية إلى احتراق الطبقات الأولى وعدم اكتمال عملية التجفيف . وعلى العموم يفضل دائماً استخدام الطريقة الكمية تحت التفريغ الهوائى لتقدير رطوبة المواد الجافة .

حساب الرطوبة والمواد الصلبة الذائبة فى المواد الغذائية الجافة :

نظراً لأهمية إلمام المشتغل بصناعة التجفيف بالطرق الحسابية المتعلقة بتقدير الرطوبة فى المواد الجافة نذكر فيما يلى أربع أمثلة نموذجية :

١ — فاكهة ما تركيبها الكيماوى كالآتى : ماء ٧٥,٦٠٪ ، كربوايدرات ١٧,٤٪ ، بروتين ٠,٧٪ ، ألياف ٥,٨٪ ، رماد ٠,٥٪ ثم جففت هذه الفاكهة حتى بلغت الرطوبة بها ٢٠٪ فما هى النسبة المئوية للمواد السابقة فى الفاكهة الجافة ؟

٢ — إذا كانت النسبة المئوية للمواد الصلبة غير الذائبة فى عينة من الزبيب هى ١٪ ، وكانت الكثافة لمقدار ٢٠٠ سم مكعب من الماء المقطر المستعمل فى غسيل خمس جرامات من العينة هى ١,٠٠٧ ، فما هى النسبة المئوية للرطوبة فى الزبيب . بفرض أن المواد الذائبة هى مواد سكرية فقط .

٣ — جففت فاكهة طازجة تحتوى على رماد قدره ٠,٥٪ فى فرن كهربائى تحت ضغط ١٠٠ ملليمتر من الزئبق ، فوجدت أن النسبة المئوية للرماد فى الفاكهة الجافة الخالية تماماً من الرطوبة هى ٠,٧٥٪ ، فما هى رطوبة الفاكهة الطازجة ؟

٤ — تحتوى عينة من فاكهة طازجة على ٥٠٪ مواد سكرية و ٢٠٪ رطوبة ، فما هى النسبة المئوية للمواد السكرية التى تحتويها بعد التجفيف عندما تصل النسبة المئوية للرطوبة بها إلى ١٠٪ ؟

حل مثال نمرة ١ :

مقدار المواد الصلبة فى المادة الطازجة = ١٠٠ — ٧٥,٦ = ٢٤,٤ جرام

ولما كانت النسبة المئوية للرطوبة فى المادة بعد التجفيف قد أصبحت ٢٠٪ أى أن درجة التركيز المئوية للمواد الصلبة فى هذه الحالة ارتفعت إلى مقدار ٨٠٪ .

∴ درجة التركيز المئوية للمواد الكربوايدراتية = $\frac{١٧,٤٠ \times ٨٠}{٢٤,٤}$ = ٥٧,٠٥

ويمكن إيجاد درجة التركيز المئوية للمواد الأخرى على أساس التناسب السابق .

حل مثال نمرة ٢ :

لما كان الوزن النوعى للماء المقطر = ١

فان وزن ٢٠٠ سم٣ من الماء المقطر = ٢٠٠ × ١ = ٢٠٠ جرام

ووزنه بعد غسيل العينة = ٢٠٠ × ١,٠٠٧ = ٢٠١,٤ جرام

ويكون وزن المواد الذائبة فى العينة = ٢٠١,٤ — ٢٠٠ = ١,٤ جرام

وتكون النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة فى العينة = $\frac{١,٤ \times ١٠٠}{٥}$ = ٢٨

وتكون النسبة المئوية للمواد الصلبة الكاملة فى العينة = ٢٨ + ١٠ = ٣٨

∴ النسبة المئوية للرطوبة فى الزبيب = ١٠٠ — ٣٨ = ٦٢

حل مثال نمرة ٣ :

إذا رمزنا بالحرف س لمقدار الرطوبة فى ١٠٠ جرام من الفاكهة الطازجة .

فيكون وزن الفاكهة الطازجة = ١٠٠ جرام .

∴ وزن الفاكهة الجافة = (١٠٠ — س) جرام.

ولما كان $\frac{\text{وزن الفاكهة الطازجة}}{\text{وزن الفاكهة الجافة}} = \frac{\text{وزن الرماد فى الفاكهة الجافة}}{\text{وزن الرماد فى الفاكهة الطازجة}}$

∴ $\frac{١٠٠}{(١٠٠ - س)} = \frac{٠,٧٥}{٠,٥}$

وتكون س = ٣٣,٣٣ جرام .

أى أن النسبة المئوية للرطوبة فى الفاكهة الطازجة هى ٣٣,٣٣ .

حل مثال نمرة ٤ :

نفرض أن وزن الفاكهة الطازجة = ١٠٠ جرام .

∴ وزن المادة قبل التجفيف = ١٠٠ — ٢٠ = ٨٠ جرام .

∴ وزن المادة بعد التجفيف = ١٠٠ — ١٠ = ٩٠ جرام .

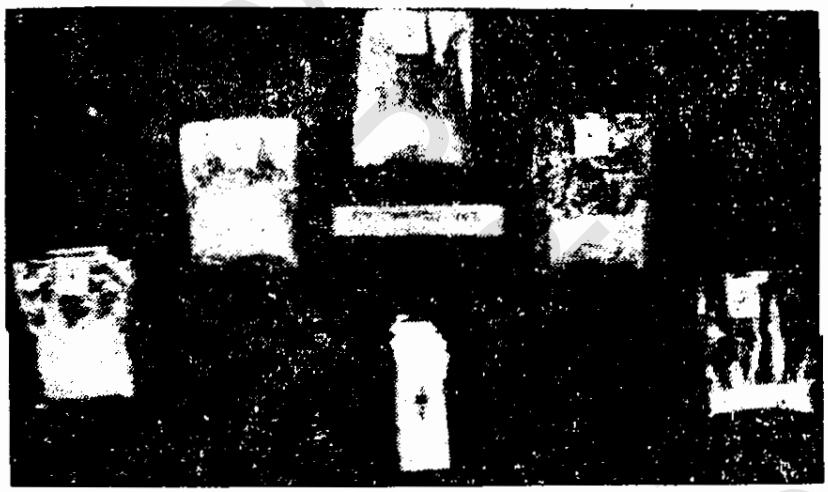
∴ وزن المواد السكرية فى المادة الجافة = $\frac{٥٠ \times ٩٠}{٨٠}$ = ٥٦,٢٥٪

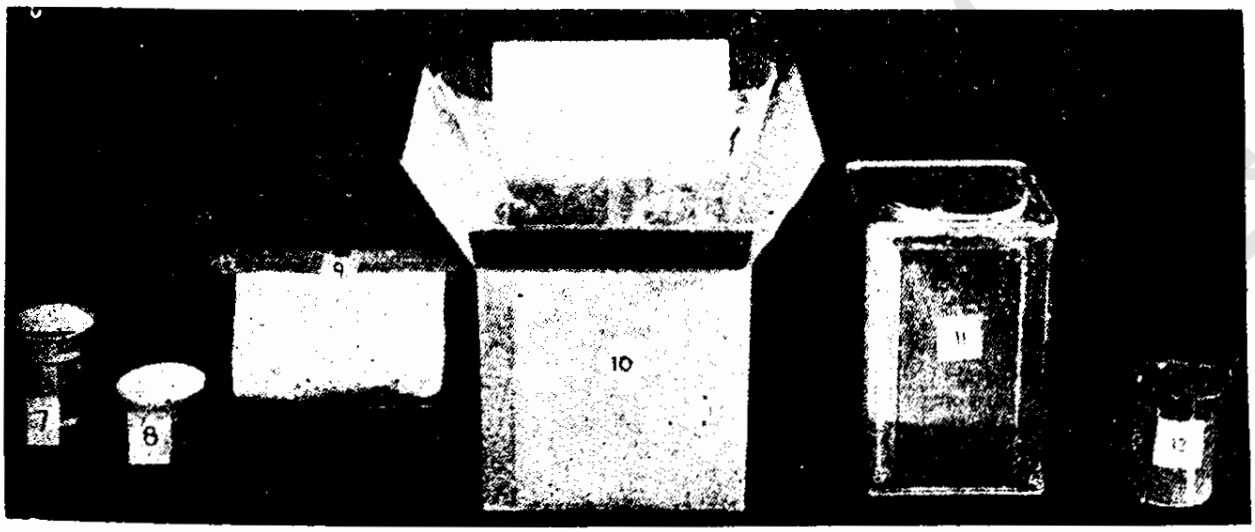
١٢ — جرف المواد الجافة من صوانى التجفيف : يجب تفريغ المواد الجافة عن صوانى التجفيف بعد الانتهاء من تجفيفها مباشرة ، ويستعان على ذلك عادة بقطعة معدنية يتراوح

عرضها مابين ١٠ — ١٢ بوصة تستخدم كجاروف لقشطها عن سطح الصوانى . ويكلف عادة بأداء هذه العملية عامل يقف بالقرب من موضع خروج المواد الجافة من المجففات أو من كومات صوانى التجفيف الشمسى .

١٣ — فرز المواد الجافة : لا يسمح عادة أن يتجاوز المقدار التالف أو المعيب من المواد الجافة المعدة للتسويق عن ٢ ٪ . ويتم عادة فرز المواد الجافة فوق حزام فاتح اللون يتحرك حركة لانهائية بطيئة ، وتفرز الأجزاء السوداء والمحروقة وغير المقشورة والتى لم يكمل جفافها وغيرها من العيوب النوعية بالنسبة للمادة الجافة . وتستخدم فى أداء هذه العملية إضاءة صناعية قوية وقد يستعان أحياناً بالأشعة فوق البنفسجية فى هذا الغرض .

١٤ — التعبئة : يجب أن تكون العبوات المستعملة فى تعبئة المواد الجافة صالحة تماماً للمحافظة على ما تحتويه من المواد الجافة تحت أقسى ظروف التخزين والتصدير . ويجب أن تتوفر فى هذه





صورتان توضحان وسائل متنوعة لتعبئة المواد الجافة

العبوات اشتراطات هامة تنحصر فيما يأتى : أن تكون غير منفذة للرطوبة أو للهواء ، غير صالحة لقرض الحشرات والهوام ، صلبة فى مرونة تمنع تهشم محتوياتها ، زهيدة التكاليف ، قليلة الوزن . وأفضلها الصفائح الكبيرة حجم خمسة جالونات ذات الغطاءات الملعقية أو ذات الغطاءات المعدة للقفل المزدوج كالعلب الصفيح المعتادة ، وتعبأ كل صفيحتين منها فى صندوق خشبي متين الجوانب ، وتبلغ سعتها من المواد الجافة المختلفة (بالرطل) كالآتى :

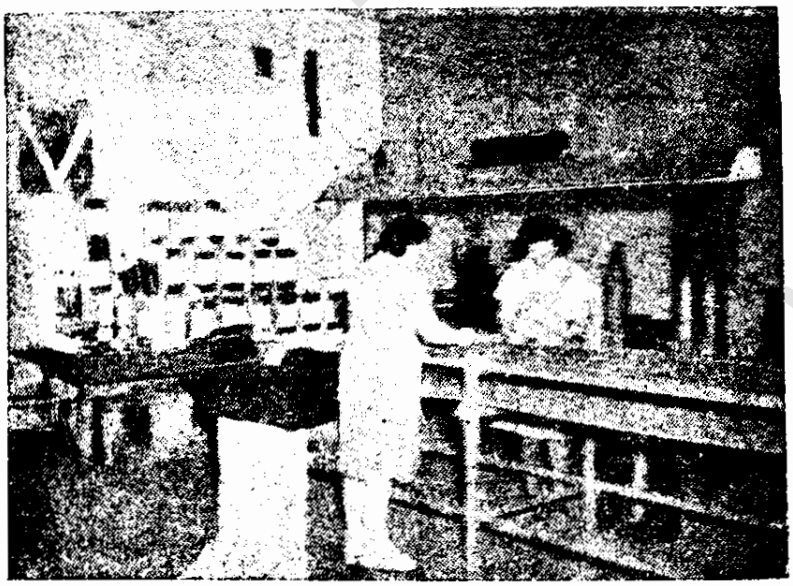
(ا) خضروات : بنجر (٨ — ١٧) كرنب (٥) جزر (٨ — ١٧) بصل (٩ — ١٢) بطاطس (١٠ — ١٦) بطاطا (١٢) مسحوق طماطم (٢٧) .

(ب) فاكهة : تفاح (١٢) مشمش (٢٨) قراصيا (٣٦) .

ويبلغ عدد الصفائح (سعة ٥ جالون) اللازمة لتعبئة المواد الجافة الناتجة عن تجفيف ١٠ طن من الخضروات الطازجة (على أساس وزنها قبل التهيئة) كالآتى :

بنجر (١٤٤ — ٣٠٦) كرنب (٢٠٠ — ٣٠٠) جزر (٩٠ — ١٥٥) بصل (١١٠ — ١٩٠) بطاطس (١٩٠ — ٣٨٠) بطاطا (٣١٠ — ٤٢٠) طماطم (٣٠) .

ويشترط خلخلة هواء الصفائح بعد تعبئتها وإحلال غاز متعادل بدلا عنه كغاز ثانى



منظر داخل الحجرة المعدة لتبعئة المواد الجافة فى أحد مصانع التجفيف بالولايات المتحدة

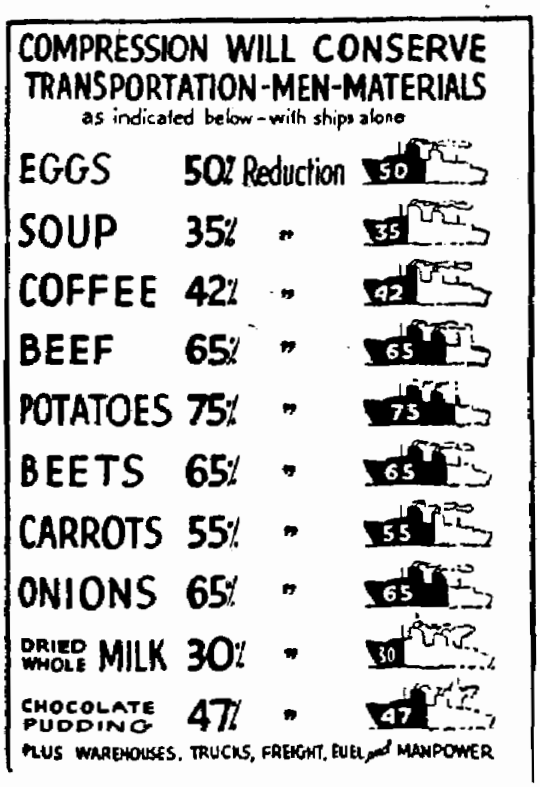
أكسيد الكربون أو الأزوت ويغلب استعمال الغاز الأول ، ويجب ألا يزيد مقدار غاز الأكسيجين المتبقى بجو العبوات عن ٢٪ منعاً لأكسدة لون المواد الجافة . وتتلخص الطرق الأمريكية المستعملة فى هذا الشأن بالنسبة لغاز ثانى أكسيد الكربون فى استعمال سائله المضغوط (داخل الأسطوانات) وتركه ينساب خلال أنبوبة فيتحول إلى الحالة الغازية بالقرب من قاع الصفائح

طارداً بالتالى الهواء للخارج بسبب ثقله عنه . كما يستعمل فى هذا الغرض قطع من الثلج الجاف (ثانى أكسيد الصلب) توضع قبل التعبئة فوق قاع الصفائح ثم تملأ بالمواد الجافة ولا تثبت غطاءاتها تماماً إلا بعد أن يتم طرد الهواء وخروج الجزء الزائد من غاز ثانى أكسيد الكربون (منعاً لتكوين حالة ضغط داخل الصفائح) . وتتلخص الطرق الكندية فى تفريغ هواء الصفائح المعبأة إلى ٢٩ بوصة من الزئبق ثم معادلة التفريغ بغاز ثانى أكسيد الكربون أو الأزوت .

ولا تزال قيد البحث العلمى عبوات مختلفة مصنوعة من الورق المقوى والسيلوفان والورق المطلى بالأسفلت وورق كرافت وأكياس مصنوعة من ورق زيتى أو مطلى بشمع البرافين وخلافها . وتفضل عنها الصفائح للاعتبارات التى سبق ذكرها . غير أنه يمكن فى حالة ضغط المواد الجافة على حالة قوالب استعمال ورق السيلوفان أو أوراق معدنية كالألومنيوم فى لف تلك القوالب بعد تحضيرها ، ويغلب استعمال الطرق الأخيرة فى تعبئة ثمار الفاكهة الجافة . ويمكن استعمالها فى حالة الخضروات الجافة المعدة للتسويق المحلى على شرط ألا يطول عهد تخزينها منعاً لامتصاصها قدراً من رطوبة الجو وتعرضها بالتالى عند ارتفاع محتوياتها من الرطوبة إلى التلف .

ويشترط فى حجر التعبئة أن تكون مضاءة إضاءة قوية ، وأن تكون مهواة ، تتوفر فيها كافة الاشتراطات الصحية ، وأن تكون جميع منافذها مغطاة بالشبك المعدنى الدقيق ، وأن تصنع أرضيتها من البلاط الأسمنتى ، وأن تكون جدرانها مدهونة على الأقل بدهان زيتى مناسب ، وألا يسمح بأى تشقق فى أرضيتها وكذا الجزء السفلى من جدرانها منعاً لتوالد الحشرات والهوام .

١٥ — ضغط المواد الجافة : يلجأ أحياناً إلى ضغط المواد الجافة إلى قطع صغيرة أو كبيرة تحت ضغط ايدروليكى تتراوح قيمته مابين ١٥٠ — ١٥٠٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة وذلك رغبة فى إنقاص حجم تلك المواد إلى أدنى حد ممكن عملياً لتوفير فراغات سبل



صورة توضح تأثير ضغط المواد الجافة وتوفير فراغات الشحن

النقل كالسفن وخلافها زمن الحروب أو لخفض مقدار الهواء بين جزيئاتها أو لحاجة الطلب التجارى عليها .

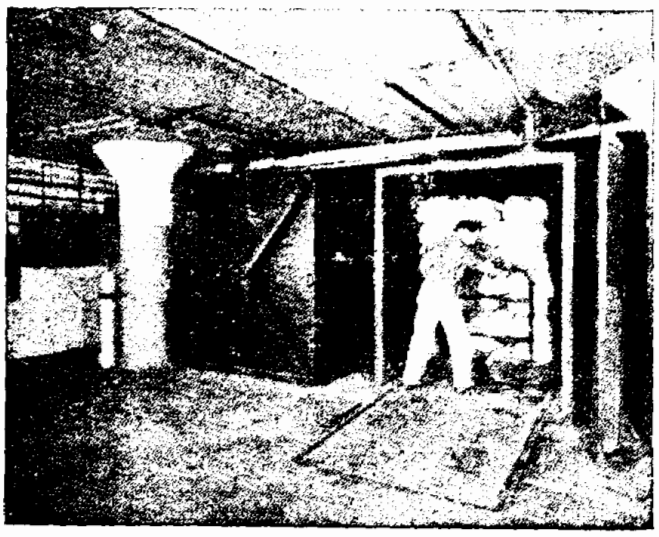
ولضغط هذه المواد تسخن بعض أنواعها فى هواء رطب أو جاف مسخن إلى درجة ١٥٠ فرنهيتية ثم تضغط مباشرة كما قد تنقل مباشرة بعد تجفيفها وهى لازالت ساخنة إلى آلات الضغط لضغطها فى قوالب . كما قد تعامل بالبخار الحى دقيقة واحدة أو أقل وتضغط ثم تجفف القوالب فى درجة ١٥٠ فرنهيتية لمدة لا تتجاوز ثلاث ساعات . ويمكن تعبئة تلك القوالب وخصوصاً الكبيرة على حالة قطعة واحدة فى صفائح على شرط إنقاص قطرها عن قطر الصفائح بقدر ضئيل يسمح بتعبئتها فيها بسهولة . وتتراوح نسبة الحجم الأصلى للمواد الجافة إلى حجمها بعد الضغط ما بين ١,٦ — ١٠ ٪ تبعاً لنوعها وطريقة تحضيرها ومقدار ما تحتويه من الرطوبة .

صورة توضح تأثير ضغط المواد الجافة على الحجم النهائى (تسعة أرطال بطاطس تعطى ١٨ أوقية جافة تضغط إلى اثنى عشر باكو صغير)

١٦ — التخزين : تخزن الفاكهة الجافة غالباً داخل مخازن مهواة فى كوارات مفتوحة أو فى صناديق ، على أن تبخر الثمار عند طول مدة التخزين بغاز مناسب لقتل الحشرات وبويضاتها ويتم التبخير داخل حجر مقفلة أو فى أسطوانات معدة لهذا الغرض . ولا تتعرض عادة الخضروات عند طول التخزين إلى فتك الحشرات بسبب قلة ما تحتويه من الرطوبة ، غير أنها تتعرض فى تلك الحالة إلى ازدياد محتوياتها من الرطوبة وتلف لونها وطعمها فى النهاية . ولذلك يفضل تخزين الخضروات الجافة داخل أوانى كبيرة مقفلة غير منفذة للرطوبة ، كما يحسن أحياناً خلخلة هوائها وإحلال غاز متعادل مكانه .

١٧ — التبخير : من الثابت أن الحشرات لا تفتك بالفاكهة الجافة عند انخفاض مقدار ما تحتويه من الرطوبة إلى ١٠—١٢٪ ، ولكن نظراً لاحتوائها عادة على مقدار يتراوح ما بين ١٥—٢٥٪ فانها تتعرض بشدة لفتك حشرات المخازن المعروفة وبعض الحشرات الأخرى فانه يجب تبخيرها بغاز مناسب . كذلك تتعرض بعض أنواع الفاكهة الطازجة إلى كثير من الإصابات الحشرية فى حقول إنتاجها مما يتطلب تبخيرها قبل التجفيف . ولم يعرف للآن المقدار الحقيقي للرطوبة فى الخضروات الجافة الذى تمتنع عنده تعرض تلك المواد لفتك الحشرات ، ويحتمل أن تكفى لهذا الغرض درجة من التركيز قدرها ٧٪ فى البطاطس الجاف و ٥٪ للخضروات الأخرى .

وأهم هذه الغازات هو ثانى كبريتور الكربون ويستخدم بواقع ٢٠ رطل لكل ١٠٠٠ قدم مكعب لمدة ٢٤ ساعة تحت الضغط الجوى المعتاد فى درجة ٢٠ مئوية ، ويقتصر استعماله بالنسبة لسرعة اشتعاله على الأماكن التى لا يخشى احتراقها . وتنحصر الغازات الأخرى أو مخاليطها المستخدمة فى هذا الشأن فيما يأتى (ومقاديرها موضحة على أساس حجم قدره ١٠٠٠ قدم مكعب) : أكسيد الاثيلين بواقع رطلين ، أكسيد الاثيلين وثانى أكسيد الكربون بواقع ٢٠ رطلا ، بروموور الميثيل وثانى أكسيد الكربون بواقع ٢٠ رطلا ، بروموور الميثيل وثانى أكسيد الكربون بواقع ٢ رطلا . فورمات الميثيل وثانى أكسيد الكربون بواقع ٣٠ رطلا ، كلورور بيكرين بواقع رطل واحد ، ثانى كلورور الايثيلين وثالث كلورور الكربون بواقع ٢٠ رطلا ، حامض الهيدروسيانيك السائل أو أحد المواد المكافئة له بمقدار رطل وربع . ويفضل التبخير تحت تفريغ هوائى قدره ٢٨ بوصة من الزئبق حتى يزداد انتشار الغاز فى الأجزاء الثمرية ، وحتى تقل مقاومة الحشرات لانخفاض تركيز الأكسيجين داخل أسطوانات التبخير ، فضلا عن عدم تعرض العمال المشتغلين بالتبخير للاختناق بالغاز المستعمل بعد انتهاء العملية لاحتواء تلك الأسطوانات على مضخات ماصة طاردة للغاز بعيداً عن أماكن التجفيف .

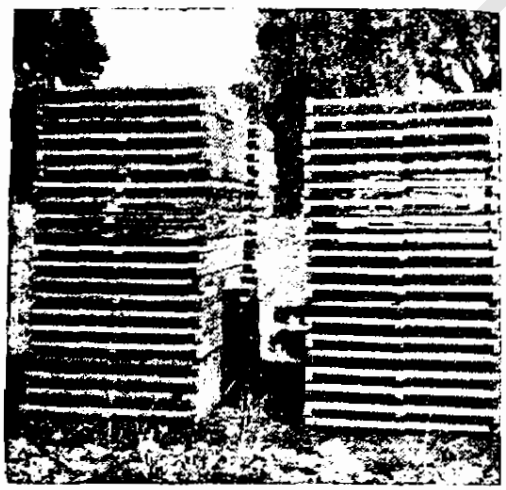


جهاز لتبخير الفاكهة الجافة تحت تفريغ هوائى

التجفيف الشمسى للفاكهة :

أولا — العنب : تقطف عناقيد العنب بعد اكتمال النضج بمقصات خاصة ، ثم تنشر على صوانى التجفيف بين صفوف الشجيرات . وتعرض العناقيد لأشعة الشمس المباشرة عشر أيام ، ثم تقلب من أعلا لأسفل ، ثم تعرض ثمار الطبقات السفلية للشمس لمدة أسبوع آخر أو أكثر حتى تبلغ حداً كافياً من التجفيف . ثم تصف الصوانى فوق بعضها فى طبقات لمدة أسبوع أو أسبوعين حتى تتعادل الرطوبة بثمار الصينية الواحدة ، وفى هذه الحالة تبلغ نسبة التجفيف للعنب نحواً من ٣,٥ : ١ . ثم تعبأ الثمار فى صناديق خشبية كبيرة (صناديق الترطيب) ، حيث تخزن بداخلها إلى حين إعدادها للتعبئة النهائية ، والغرض من التخزين هو تنظيم توزيع الرطوبة بجميع الثمار المعبأة بها ، وتشون الصناديق فى مزارع الانتاج ، أو تشحن تواً إلى محطات التعبئة .

ويفضل فى المناطق التى لا يتيسر فيها التجفيف السريع ، أو التى تخشى فيها الأمطار المبكرة ، وكذلك فى حالة الأصناف المتأخرة فى النضج ، غمس الثمار داخل محاليل قلوية حتى تزيل غطاءها الشمعى ، وتعمل على تشقق سطحها ، فتتعرض أنسجتها اللحمية لتأثير الشمس مباشرة ، وبذلك يتم التجفيف فى وقت قصير ، ويتكون المحلول القلوى المستخدم بكاليفورنيا من الماء والصودا الكاوية بقوة ١,٠ — ٧,٥ ٪ ، وفى المتوسط ٥,٠ ٪ (كما قد يتكون من الماء والصودا الكاوية وبيكربونات الصوديوم) ويسخن المحلول للغليان ، وتغمس العناقيد فيه ٣ — ٦ ثوانى ، ثم تغسل جيداً بالماء لإزالة آثار المادة القلوية العالقة بها ، ويفضل أحياناً استعمال طريقة الغمس الزيتى ، التى تتلخص فى تحضير محلول قلوى من الماء وبيكربونات الصوديوم بواقع ٣٦ جرام من البيكربونات للتر الواحد من الماء ، وإضافة قدر يسير من زيت الزيتون إليه على أن تتم عملية الغمس فيه فى درجة الحرارة العادية ولمدة خمس دقائق فى المتوسط ، ولا تغسل الثمار فى هذه الحالة بل تجفف مباشرة ، وفائدة هذه العملية هى إزالة الطبقة الشمعية ، وتتميز الثمار فى هذه الحالة بلونها الفاتح وبلمعة سطحها .



صوانى محملة بالعنب ومصففة فى الظل

وتتكون المحاليل القلوية المستخدمة فى هذا الغرض فى استراليا ، من الماء والصودا الكاوية ويتراوح تركيزها بين ٣ — ٤ ٪ ، وتسخن للغليان وتغمس الثمار فيها ١,٥ — ٢ ثانية ، وقد تستخدم الصودا الكاوية فى تحضير المحاليل القلوية المذكورة بواقع ٣½ — ٤½ ٪ ، وتسخن فى هذه الحالة إلى درجة تتراوح بين ١٩٠° — ١٩٦° فرنهيتية ، والغمس للمدة السابقة ، ويراعى فى كلا الحالتين غسيل الثمار جيداً بالماء لازالة آثار المادة القلوية ، كذلك تستخدم باستراليا طريقة الغمس الزيتى ، فيحضر محلول من كربونات البوتاسيوم قوة ٥ ٪ ثم يضاف إليه قدر مناسب من زيت الزيتون ، وتغمس فيه الثمار فى درجة الحرارة العادية لمدة أربع دقائق تقريباً .

ويشير الأستاذ على صادق اخصائى العنب بوزارة الزراعة إلى استعمال أحد محلولين ، يتكون الأول منهما من الماء ورماد الفحم ، بواقع أربع أرطال من الأول ورطلين من الثانى ، مع التسخين حتى الغليان ثم تركهما يبردان لترسب المواد العالقة ، فيفصل الجزء الرائق ، ويستعمل فى إزالة الغطاء الشمعى عن الثمار بغمسها فيه ، وهى تغلى لمدة ثوانى قليلة ، ويتكون الثانى منهما من الماء والصودا الكاوية بواقع ١٠٠ لتر من الأول و٧٥٠ جرام من الثانى ، والتسخين حتى الغليان والغمس ثوانى قليلة .

ولا تبخر ثمار العنب عادة بغاز ثانى اكسيد الكبريت إلا بكميات قليلة ، تبعاً لحالة الأسواق ورغبة المستهلكين ، ويستخدم هذا النوع بكثرة فى أعمال المخابز ومصانع الحلوى ، ويبلغ مقداره فى المتوسط فى الزبيب الناتج ٣٠٠ جزء فى المليون (ويقابله فى الثمار الأخرى مقداراً يتراوح بين ١٥٠٠ — ٢٠٠٠ جزء فى المليون) .

ثم تخزن الثمار فى صناديق خشبية نظيفة حتى تعد للتعبئة النهائية ، ويراعى التخزين فى أماكن مقفلة غير معرضة للهواء الجوى ، على أن تزود بأجهزة مناسبة لتنظيم حرارتها ورطوبتها النسبية . ولإعداد الثمار للتعبئة النهائية يجرى تجهيزها بفصل الأعناق ، وفرزها إلى أحجام مختلفة وتنظيفها وإزالة بذورها (فى حالة الأصناف البذرية) .

وتتكون آلات التدريج من غرابيل مرتبة فى طبقات متوازية ، يحتوى كل منها على فتحات لمرور الثمار ، بحيث يضيق قطر الفتحات السفلية عن العلوية . لفصل الأحجام الكبيرة أولا فالأصغر وهكذا ، وتدرج ثمار العنب البناتى إلى ثلاث درجات ، وهى الممتازة فالمنتخبة والقزمة ، وتدرج ثمار المسكات إلى درجات كرون (Crown) واحد واثنين وثلاث وأربع ترتيباً تصاعدياً تبعاً لكبر الحجم ، ولا تدرج عادة الأصناف الأخرى ، ثم تفرز الثمار بعد التدريج لفصل التالف والمهشم منها ، وتنقل إلى آلات لنزع الأقماع العنقية ، ومنها إلى آلات

للتنظيف ، تتركب من أسطوانات من الشبك المعدنى الدقيق ومزودة من الداخل بمضارب معدنية وفرش لفصل الأجزاء الصلبة العالقة بالثمار ، ومن المعتاد نضح الثمار برذاذ من الماء لغسيلها وتنظيفها بحالة ملائمة . وتفصل بذور زبيب المسكات بامرارها داخل آلات تحتوى على مجادل ذات نتوءات لفصل البذور ، على أن ترطب الثمار الجافة بماء مغلى أو بالبخار، حتى تلين أنسجتها ليتسنى فصل بذورها .

ويجب الاحتفاظ بتركيز الرطوبة فى ثمار الزبيب فى نطاق لا يزيد عن ١٦٪ حتى لاتتلف (تعسل)، بسبب ارتفاع محتوياتها السكرية ، ولذلك يراعى تقدير رطوبتها من وقت لآخر .

ويعبأ عادة الزبيب فى علب من الورق المقوى سعة رطل ، كما تستخدم عبوات ذات رطلين وأربعة أرطال ونصف رطل ، وتعبأ المقادير الكبيرة فى صناديق خشبية سعة ٢٥ رطل ، وتبخر عادة الثمار بعد التعبئة باحدى الغازات المناسبة لقتل الحشرات التى قد تكون ملوثة لها .

صناعة الزبيب فى سوريا وشرق الأردن : تنتخب المساطيح المعدة لنشر الثمار بالقرب من مبانى القرى ، أى فى مكان أمين لا يطرقه اللصوص أو متشردو البدو ، وتحضر هذه المساطيح بتكسير ما يعلوها من المدر بالنوارج ثم رصفها بالمندلة ، ويعد بجانب المسطاح وعاء كبير من الخشب يختلف حجمه باختلاف وزن الثمار الطازجة المعدة لصناعة الزبيب ، ويصب داخل الوعاء نحواً من ٣٠٠ لتراً من الماء فى المتوسط ثم يضاف إليها مقدار من القلى (الايلى) ، وهو رماد نبات الشنان (Salicornia herbacea) (راجع طريقة التخليل السورية فى باب التخليل للالمام بتركيبه الكيمائى) ، بواقع ٦٠٠ جرام منه و ٢٠٠ جرام من زيت الزيتون لكل مائة لتر من الماء .

وكثيراً ما يستبدل القلى بالرماد المتخلف عن احتراق الأحطاب أو بنبات الطيون (Inula viscosa) ، ثم يغلى المحلول وتغمس عناقيد العنب داخله لمدة من الوقت ، وترفع بعد ذلك وتنشر على أرض المسطاح المعد للتجفيف ، والغرض من هذه العملية هو تشقيق الثمار تشقيقاً دقيقاً حتى تزداد سرعة التجفيف . فضلا عن إزالة الأتربة والأدران عن سطحها ، وإكساب الزيت لها لمعة وبريقاً ، ومن المعتاد تعويض ما يفقد من الزيت بمقدار مناسب من وقت إلى آخر . وتنشر عناقيد العنب بعد ذلك على المسطاح ثمانى أيام فى المتوسط ، حيث تتعرض لأشعة الشمس المباشرة فتجف إلى زبيب ، وعند ذلك تنقل إلى مخازن حيث تعد للتسويق ، ويقوم عادة صاحب الكروم بفرز الثمار وانتخاب الممتازة منها لاستهلاكه الشخصى ، وتعرف هذه الثمار بالزبيب (المنقى) وتبلغ نسبته نحواً من ٥٪ ، ونسبة تجفيف العنب فى تلك البقاع ٤ : ١ فى المتوسط ، ويفضل إعداد الزبيب فى الجزء الأخير من موسم العنب ،

أى ابتداء من حوالى منتصف شهر سبتمبر ، حتى تكون الثمار مكتملة النضج .

وقد يعمد البعض إلى غمس ثمار العنب فى مستحلب من الماء والزيت فقط ، وفى هذه الحالة تزداد طول مدة التجفيف . كذلك تستخدم الثمار التالفة والصغيرة فى تحضير عسل الزبيب (الدبس) ، وذلك بكمرها وجمع العسل المنفصل عن الثمار بالضغط الشديد .

ثانياً — التين : تنحصر البلدان الهامة المشتغلة بصناعة التين الجاف فى تركيا وولاية كاليفورنيا ، وتنعدم هذه الصناعة فى القطر المصرى لخلوه من الأصناف الصالحة للتجفيف .

وتشتهر منطقة أزمير بتركيا بصنفها الأزميرلى المعروف ، وقد أدخلت ولاية كاليفورنيا زراعته منذ عام ١٨٨٠ ، وتمكنت من دراسة خواصه المختلفة ، وأكثرت من زراعة التين البرى (Caprifig) ، لاستعمال لقاحه فى تلقيح ثمار التين الأزميرلى الذى ينتقل إليها بواسطة حشرة البلاستوفوجا ، كما استوردت هذه الولاية أيضاً ثمار تين الأدرياتيك من إيطاليا فى عام ١٨٦٥ ، ولم يعترض تكاثرها الصعاب التى منيت بها ثمار تين الأزميرلى ، وهو صنف أدكن لوناً وأرق قشرة وأقل حلاوة عن الصنف الأخير ، غير أنه صالح للغاية فى صناعة التجفيف ، ويكون نحواً من ٥٠٪ من مجموع ما يجفف فيها من هذه الفاكهة .

تجفيف التين فى تركيا : تترك الثمار على الأشجار حتى تنضج تماماً فتسقط على الأرض ، ثم تجمع وتنشر فى طبقة واحدة على سطح حلفاء جافة ، وتقلب يومياً وترفع من المناشر بعد جفافها (أى بعد يومين إلى أربع أيام) ، ثم تعبأ فوق بعضها فى كومات داخل مخازن مسقوفة حتى تتماثل محتوياتها من الرطوبة ، ثم تفرز إلى درجات وصفية وحجمية ، وتعبأ للتسويق داخل أقفاص صغيرة أو فى علب من الورق المقوى ، أو على حالة قوالب تلف بورق السلوفان .

تجفيف التين فى ولاية كاليفورنيا : تسقط ثمار التين عندما يتم نضجها على الأرض ، ولذلك تمهد سطح الأرض تحت الأشجار منعاً لتهشمها عند السقوط ، كما تفرش أحياناً بمواد لينة كالقماش أو الخيش ، ويتجنب ضرب الثمار بعصا أو بأداة مماثلة لاسقاطها ، وتجمع الثمار (بعد سقوطها على الأرض) مرة أو مرتين فى الأسبوع على الأقل ، ويراعى عدم الابطاء بجمعها حتى لا تتعرض للفساد البكتريولوجى ، أو للتلوث بالأتربة والأدران .

وتنقسم طريقة التجفيف فى تلك الولاية إلى نوعين : تتلخص الأولى فى تعبئة الثمار فى أكياس (سعة خمسين رطلا) حتى ثلث سعتها أو نصفه ، ثم تربط فتحتها جيداً وتترك بعد ذلك راقدة على أحد جوانبها على الأرض بالقرب من الأشجار حتى يتم جفاف الثمار مع تقليبها مرة كل ٢ — ٣ أيام ، ثم تخزن حتى التعبئة . وتتلخص الثانية فى نشر الثمار على صوانى التجفيف

فى طبقات رقيقة ، ثم تعرض لأشعة الشمس غير الساطعة لمدة يومين أو ثلاث ، ثم تصف الصوانى فوق بعضها حتى تجف الثمار تماماً ، ويفرز التالف منها أثناء التقليب .

تعبئة ثمار التين الجاف على حالة قوالب

وتتميز الثمار الجافة بكثافة قوام لحمها ومشابهته لقوام المربى ، ومن الصعب تحديد المدة الحقيقية للتجفيف لاختـــلاف تركيز الرطوبة بالثمار عند سقوطها على سطح الأرض ، ومن المعتاد تعبئة ثمار التين الجاف فى تلك الولاية فى قوالب صغيرة زنة ١٥٠ — ٢٠٠ جرام ، أو كعبوات كبيرة فى صناديق خشبية زنة ٢٥ رطل ، أو على حالة حبال من الرافيا تربط إليها من موضع أعناقها ، كما تحضر منها فى الوقت الحاضر أقراص مربعة صغيرة من الثمار المهروسة تستخدم كملين ، ويراعى قبل التعبئة غمس الثمار داخل ماء ساخن دقيقة واحدة إلى دقيقتين لغسيلها ولرفع محتوياتها من الرطوبة ، ولزيادة مرونة أنسجتها ، حتى يتسنى تحوير شكلها تبعاً لنوع التعبئة ، كذلك تقطع عادة الثمار (المعدة للكبس على حالة قوالب أو داخل صناديق خشبية) إلى نصفين تقريباً بدون فصلهما لاختبار مدى تلوث الجزء الداخلى من الثمار بالحشرات ، ولفرز التالف منها .

وتحضر من ثمار التين (علاوة عن ذلك) عجينة تستخدم فى أعمال المخابز والحلوى ، وذلك بغمس الثمار داخل ماء يغلى أو بتعريضها للبخار حتى تلين أنسجتها ليتسنى هرسها جيداً ، وعلى عكس ذلك تجفف الثمار اللينة حتى يتبخر قدر من رطوبتها المرتفعة . ثم تهرس الثمار بآلات للفرم ثم تضغط إلى قوالب أو داخل صناديق خشبية سعة ٢٥ — ٥٠ رطل .

ويندر تبخير الثمار بغاز ثانى أكسيد الكبريت ، وتقتصر هـذه المعاملة على ثمار التين الأبيض كالأدرياتيك وبمقادير محدودة ، ولقد ازداد استعمال محلول بيروأ كسيد الايدروجين كمادة لتبييض الثمار البيضاء أو الفاتحة فى السنين الأخيرة ، وفى هذه الحالة تغمس الثمار عدة ثوانى داخل المحلول ثم ترفع ويصفى عنها محلول الغمس دون غسيلها ، ثم تعبأ داخل صناديق عدة أيام حتى يتم تبييضها بفعل البيروأ كسيد المحيط بسطحها ، ويراعى فى هذه الحالة إتمام عملية الكبرتة أو التبييض قبل التعبئة مباشرة .

كذلك قد تغمس الثمار فى محاليل ملحية لازالة الزغب المحيط بها ، وذلك قبل الكبرتة والتبييض (فى حالة استعمال إحداهما) ، ويتكون المحلول الملحى فى هذه الحالة من ٤٠ جرام من ملح الطعام و ٢ — ٣ جرامات من بيكربونات الصوديوم ولتر واحد من الماء ثم يغلى هذا المحلول وتغمس الثمار فيه لمدة ٤٥ — ٩٠ ثانية تبعاً للصنف وما يحتويه من الرطوبة ، وتنحصر فوائد هذه المعاملة فى إزالة الزغب عن الثمار وقتل الحشرات وتليين أنسجة الثمار وزيادة الوزن الجاف .

التدريج : نورد فيما يلى بياناً بالدرجات الحجمية المستخدمة فى كاليفورنيا وهى :

أولا : الثمار السوداء (كتين ميشون) ودرجاتها هى :

(ا) الثمار الممتازة (Fancy) : وتشمل الثمار التى يزيد قطرها عن $\frac{٣٤}{٦٤}$ من البوصة .

(ب) « المنتخبة (Choice) : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٣٤}{٦٤}$ من البوصة .

(حـ) « المعيارية (Standard) : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٢٨}{٦٤}$ من البوصة .

ثانياً : الثمار البيضاء (كاليمرنا والادرياتيك) ودرجاتها هى :

(ا) الثمار الممتازة : وتشمل الثمار التى يزيد قطرها عن $\frac{٤٤}{٦٤}$ من البوصة .

(ب) « المنتخبة : « « « يبلغ « $\frac{٤٢}{٦٤}$ « « .

(حـ) « المعيارية : « « « « « $\frac{٣٤}{٦٤}$ « « .

التلوث الحشرى لثمار التين الجافة : تتميز ثمار التين الجاف عن جميع الفاكهة الجافة الأخرى بشدة التعرض للاصابات الحشرية والبكتريولوجية والميكانيكية ، ويرجع الجزء الأكبر من فساد هذه الثمار إلى التلوث الحشرى ، وينقسم مصدره إلى نوعين : يرجع الأول إلى مصادر طبيعية أثناء تكونها الثمرى ، والثانى إلى مصادر عرضية داخل محال التعبئة ، وأهم أنواع هذه الحشرات هى :

١ — خنفساء الفاكهة الجافة (Dried Fruit Beetle) : وتصيب الثمار الطازجة والجافة جزئياً ، وتتطلب مقدار مرتفع من الرطوبة ، ولذلك تترك الثمار بعد جفافها بعد وضع بيضها ، وتتغذى يرقاتها عند الفقس على الثمار الجافة ، مكتفية بالقدر الصغير من الرطوبة التى تحتويها .

٢ — ذباب الخل (Vinegar Fly) : ويصيب الثمار الطازجة ونصف الجافة ، وهى فى هذه الحالة حشرات طفيلية تتغذى على الثمار التالفة وتزيد بذلك مدى فسادها .

٣ — خنفساء داركلنج الصغيرة (Small Darkling Beetle) : وتصيب الثمار نصف الجافة وموطنها الطبيعى التربة الزراعيـــة المحيطة بجذوع الأشجار ، وتتغذى على الأجزاء السطحية من الثمار .

وتنحصر الطرق الناجعة لوقاية الثمار منها فى جمع الثمار على فترات متقطعة لا يزيد طولها عن ثلاثة أيام ثم فى تغطية الثمار أثناء التجفيف بقماش مناسب ، والتبخير بغاز ملائم قبل الشحن إلى محال التعبئة . وتكفى هذه الطرق لخفض مدى تلوثها الحشرى فى هذه المحال أيضاً ، مع اتخاذ الطرق المناسبة لمنع تلوثها من مصادر أخرى .

وترجع أسباب التلوث الحشرى للثمار الجافة داخل محال التعبئة إلى الأنواع الآتية :

١ — فراش الحبوب (Indian Meal Moth) : وهى أهم حشرات المخازن التى تصيب ثمار الفاكهة الجافة على اختلاف أنواعها ، ويعتبر طور اليرقات لها كالطور النشط حيث يشتد فتكها للثمار .

٢ — فراش التين الجاف (Fig Moth) : ويصيب ثمار التين الجافة فقط .

٣ — فراش الثمار الجافة (Dried Fruit Moth) : ويصيب جميع الثمار الجافة .

٤ — سوسة الحبوب (Saw toothed Grain Bettle) : وتصيب ثمار التين الجافة فقط .

١ — خنفساء الدقيق المتشابهة (Confused Flour Beetle) : وتصيب جميع الثمار الجافة .

ويرجع نحواً من ٩٠ ٪ من مجموع الاصابات الحشرية لثمار التين إلى الحشرات السابقة .

وتنحصر طرق الوقاية فى تبخير الثمار الجافة ، بعد تخزينها داخل صومعات صغيرة محكمة القفل حال تخزينها مباشرة ، ثم على فترات قصيرة منتظمة وخصوصاً عقب كل اتصال للثمار المخزنة بالهواء العادى عند تخزين أو إخراج ثمار جافة ، وليس لطريقة التعبئة داخل الصومعات تأثير كبير على عملية التبخير ، إذ يمكن تعبئتها على حالة (سائبة) أو داخل صناديق أو فى أكياس . ويفضل عند النقل استعمال الصناديق للتعبئة على وجه عام ، ومن المعتاد تبخير الثمار داخل الصومعات المخزنة فيها على أن تكون محكمة غير منفذة للهواء ، ويجب إعدام الثمار التالفة عقب الفرز وتجنب تشوينها بجوار محال التعبئة ، حتى لاتتكاثر الحشرات وتكون موطناً صالحاً للاصابة .

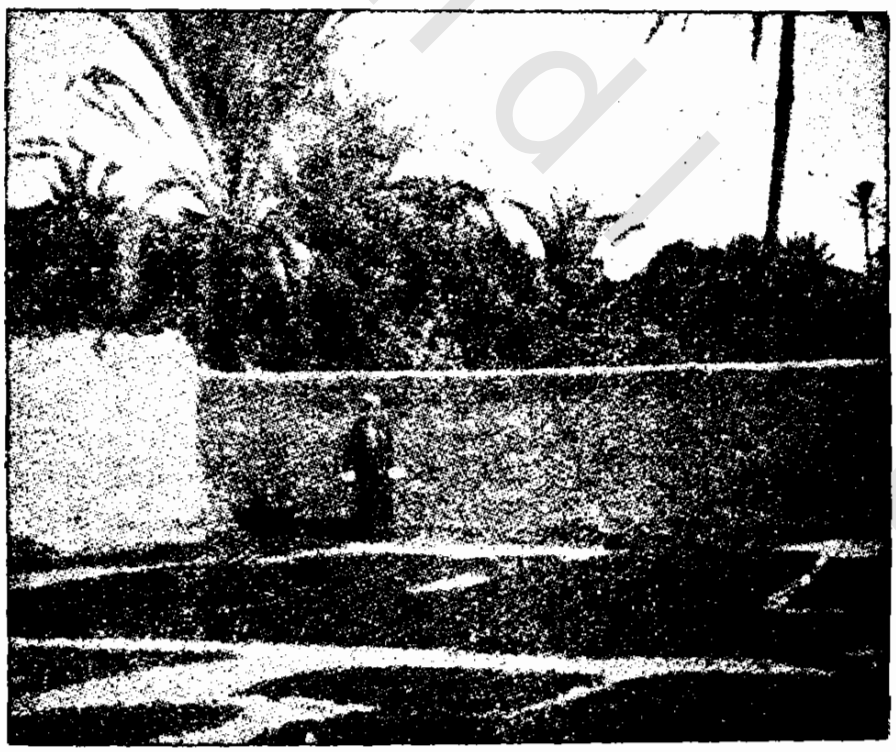
صومعات لتخزين ثمار التين الجاف

ومن المعتاد أن يتم تسلم الثمار الجافة فى محال التعبئة على أساس مدى خلوها من الاصابات

الحشرية ، وذلك على اعتبار قدره ٩٠ ٪ واستقطاع ٢½ ٪ من الثمن عند انخفاض درجة نقاوتها عن الحد السابق ورفضها فى حالة بلوغها درجة قدرها ٧٠ ٪ ، فمثلا إذا كانت النسبة المئوية للثمار المصابة فى الشحنة الواحدة هى ٢٠ ٪ ، أى أن الثمار السليمة فى هذه الحالة تبلغ ٨٠ ٪ فان المقدار المستقطع فى هذه الحالة يكون ١٠ × ٢½ = ٢٥ ٪ ويكون الدفع على أساس ٧٥ ٪ من الثمن الأصلى المتفق عليه .

كذلك يفضل فى الوقت الحاضر تبخير الثمار الطازجة (عدا الداكوتا لقلة تعرضها للاصابات الحشرية) بمجرد قطعها وقبل البدء فى تجفيفها .

ثالثاً — البلح : تعتبر طريقة تجفيف البلح فى مصر كالطريقة المثلى التى تتفق مع مستوى المعيشة فيها ، غير أنها تتطلب بعض التحسين البسيط ، وتتلخص فى جمع الثمار من النخيل على دفعات متفاوتة (٣ — ٤ دفعات) ثم يؤخذ البلح لتنشيره فى المنشر ، ويتكون المنشر من فضاء محاط بحطب الذرة كسياج لمنع العابرين عن دخوله ولمنع تعرض الثمار أثناء التجفيف للأتربة ويقيم البعض سياجاً من الطوب النىء حول مناشرهم كما قد يستخدمون فى هذا الغرض فضاء



حوشة تجفيف محاطة بسور من الطوب النىء

مناسب داخل منازلهم . وينظف المنشر قبل العمل ثم يفرش بالحصر أو بالخوص أو الحلفاء أو الزلط أو بالأبراش وتنشر الثمار عليها فى طبقة واحدة ثم تترك معرضة لأشعة الشمس

نحواً من الأسبوع الواحد (يتوقف طول المدة الحقيقية على حالة الجو ونوع الثمار ومدى اكتمال النضج) ، ثم تقلب الثمار عند انتهائها ، لتجفيف الأجزاء الأخرى لمدة مماثلة .

تجفيف ثمار البلح على مفارش من الأبراش

تم تجمع الثمار وقت الظهر بعد جفافها وهى ساخنة ، وتكوم أكواماً صغيرة داخل المنشر لمدة يومين حتى تتعادل الرطوبة بها (حتى يعرق البلح على بعضه) ، ويؤدى جمع الثمار فى أكوام إلى احتفاظ الثمار الداخلية بحرارتها مدة من الوقت تكفى لإنضاج أجزائها التى لم يتم نضجها .

ثم تفرز الثمار إلى درجتين تتميز الأولى بنضجها الكامل وخلوها من التلف نسبياً ، وتتميز الثانية بجفافها الشديد وتجعدها ، وتستخدم الأولى فى عمل البلح الكبيس فتعبأ تدريجياً داخل سلال موضوعة فى حفر بأرض المنشر تعرف باسم (البركة) ويكبس البلح داخلها بالأقدام ، مع إزالة أقماع الثمار قبل الكبس ، وتعرض ثمار الدرجة الثانية للبيع باسم الحشفة وثمنها ضئيل .

تنقيح طريقة تجفيف البلح : تنحصر الاعتبارات الهامة التى يحسن الأخذ بها لتهذيب الطريقة المحلية لتجفيف البلح فيما يأتى :

١ — من المعتاد نشر ثمار البلح فى مناشر التجفيف على قطع من الزلط أو على شرائح من

الجريد أو مفارش من الحلفا أو العراجين الجافة للبلح أثناء التجفيف للتلوث بكثير من الأدران والأوساخ والأتربة . ويتيسر تنقيح المواد السابقة بصناعة صوانى من الجريد كالنوع المستخدم فى المخابز ، وتبلغ أبعاد الصينية الواحدة اللازمة للتجفيف نحواً من ١٥٠ سنتيمتراً فى الطول و٧٥ سنتيمتراً فى العرض ، ويتراوح عدد الجريد اللازم لصناعتها بين ٣٨ — ٤٠ جريدة . وتبلغ تكاليف صناعة الصينية الواحدة نحو القرش الواحد ، ويتراوح ثمن المائة الواحدة من الجريد بين ١٠ — ١٢ قرشاً . ويبلغ عدد صوانى التجفيف المصنوعة من الجريد اللازمة لمنشر تبلغ مساحته ٤٠٠ متراً مربعاً (قيراطين ونصف) نحواً من ٢٠٠ صينية ، وتتطلب ثمار النخلة الواحدة نحواً من ١٥ — ٢٠ صينية من الصوانى المذكورة ، وتتراوح مدة التجفيف بين ١٠ — ٢٠ يوماً .

٢ — ضرورة رش المناشر بالماء وكذا الجزء المحيط بها منعاً لتصاعد الأتربة .

٣ — عدم نزع أقماع الثمار حتى لا تنفذ إليها حشرات الثمار الجافة خلال الفتحات الضيقة الرفيعة التى تتركها هذه العملية .

طريقة محسنة لتجفيف البلح

٤ — تعبئة ثمار البلح فى حالة نظيفة فى صناديق مناسبة من الخشب الرقيق أو الورق المقوى مع دهان الثمار بزيت معدنى كالبرافين ، لاكسابها لمعة وبريقاً ، وكبس البلح بمكابس خشبية بسيطة بدلا عن استعمال الأقدام فى هذا الغرض .

٥ — مقاومة حشرات البلح بتغطية السباطط بقطع من قماش مناسب ، وتغطية الثمار أثناء التجفيف بقطع من القماش .

تجفيف البلح فى واحة سيوه : يبلغ عـدد نخيل البلح المثمر فى واحة سيوه نحواً من ١٠٠٠٠٠ نخلة ، وجملة محصوله السنوى نحواً من ١,٦٨٠,٠٠٠ أقة ، وأهم أصنافه هى العزاوى فالفريحى ، فالصعيدى (السيوى) ، فالغزاوى . وتتلخص طريقةالتجفيف فى قطع ثمار الصعيدى قبل النضج ، والفريحى بعد تمام النضج ، ثم نشرها على مساطيح من جريد النخل لمدة ١٥ يوماً تقريباً ، حتى تجف وتباع على هذه الحالة إلى التجار البدو ، أو تخزن فى كومات حتى البيع ، ويقوم التجار بعد ذلك بكبسها كبلح كبيس ، ثم تعبأ داخل زنابيل مصنوعة من سعف النخيل المجدول ، ومن ثم تنقل إلى مناطق وادى النيل المختلفة .

تجفيف البلح فى الواحات البحرية : تنحصر الأصناف المهمة للبلح فى الواحات البحرية فى الصعيدى ، والجعجع ، والفريحى ، والسلطانى . ويبلغ محصولها على التوالى نحواً من ٣١١٠,٩٥,٣٠٠٠٠,٧٥,٠٠٠ قنطاراً . ويستهلك منها محلياً مقدار الربع ويصدر الباقى إلى مريوط والفيوم والمنيا وأسيوط .

وتنحصر طريقة تجفيف البلح الصعيدى فى قطف الثمار قبل النضج أو بعد اكتمال نضجها على النخيل ، وتقطع معظم الثمار وهى خضراء أى قبل أن يكتمل نضجها خشية السرقة ، ثم ينشر البلح فى مناشر (مساطيح) على جريد النخل ويقلب يومياً فى الشمس ، حتى يبلغ الدرجة المناسبة من الجفاف ، فيفرز التالف منه والمصاب بآفات حشرية ويعرف بالحشف ، ويستهلك عادة محلياً ، وتعبأ الثمار السليمة فى أبراش من سعف النخل المجدول . وتتراوح مدة التجفيف عادة بين ١٠ — ١٥ يوماً ، وتنحصر طريقة تعبئته فى كبسه داخل الأبراش ثم تغطيته بطبقة من العجوة لحفظ رطوبته ومنع تسرب الأتربة والرمال إليه .

ويترك البلح الصعيدى على النخيل حتى يتم نضجه ثم ينشر فى الشمس لمدة تتراوح بين ٥ — ٧ أيام ، ثم تجرى تعبئته كما مر ذكره .

وتنحصر طريقة تجفيف البلح السلطانى والجعجع والفريحى فى ترك الثمار على النخيل حتى يكتمل نضجها ، ثم تجفيفها تحت أشعة الشمس .

ويبدأ بقطف الثمار فى أوائل شهر اكتوبر حتى منتصف شهر نوفمبر ، وينتهى موسم التجفيف فى الواحات فى أواخر هذا الشهر .

تجفيف البلح فى العراق : إن أهم أصناف بلح التجفيف فى العراق المصدر من منطقة البصرة هى : الاستعمران ، والحلاوى ، والخضراوى ، والزهيدى ، والمصدر من المنطقة الشمالية هى : الزهيدى ، والكستاوى ، والخضراوى . وتبلغ قيمة البلح المصدر من العراق للخارج نحواً من ٢ — ٣ مليون من الجنيهات فى العام الواحد .

وتتكون نخيل العراق من الأصناف الآتية : الاستعمران بواقع ٤٥٪ ، والحلاوى ٣٢٪ ، والخضراوى ٨٪ ، والدعيرى ٤٪ ، والزهيدى ٣٪ ، وأصناف أخرى ٨٪ ، وأعلاها ثمناً هى ثمار الحلاوى . والخضراوى ، ويليها الاستعمران ، والدعيرى ، ثم الزهيدى ؛ وتصدر معظم ثمار الحلاوى من منطقة (شط العرب) معبأة فى صناديق خشبية سعة ٦٨ رطل صافى إلى الولايات المتحدة الأمريكية ، حيث تعبأ ثانية فى صناديق من الورق المقوى سعة ٢٨٠ جرام من ثلاث طبقات .

ويبين الجدول الآتى التركيب الكيمائى لأصناف البلح الخضراوى والكستاوى والزهيدى النامية بالعراق :

الصنف	النسبة المئوية			
	الرطوبة	السكريات المختزلة	السكروز	السكريات مقدرة كسكر محول	التنين
الخضراوى . .	١٣,٩	٧٤,٢٠	صفر	٧٤,٢٠	صفر
الكستاوى . .	١٥,٥	٧٧,٢٠	١,٥٢	٧٨,٨٠	صفر
الزهيدى . .	١٧,٧	٨٣,٤٠	٠,٧٦	٨٤,٢٠	صفر

وتترك الثمار عادة على النخيل حتى تجف ، فتقطع السباطط وتجمع الثمار فى كومات كبيرة ، ويقوم البعض فى حالات قليلة ، وخصوصاً فى حالة الثمار الممتازة فى الطعم ، بجمعها فى حالة الترطيب ثم تجفيفها ، وتعبأ الثمار بعد ذلك تبعاً للصنف والدرجة فى عبوات متنوعة هى : الأكياس ، فالأبراش ، فالجلود ، فالصناديق المصنوعة من الورق المقوى سعة رطل ، فالصناديق الخشبية سعة عشرة أرطال وسعة ٦٨ رطل صافى .

وتتلخص الصفات المهمة لثمار البلح المعدة للتصدير من العراق فيما يأتى :

١ — الحلاوى : وثماره كثيرة التجعد من النوع الطرى الصالح للتجفيف ، ولونها أسمر فاتح ، ويتراوح مجموع صادراته بين ٦٠,٠٠٠ — ٧٠,٠٠٠ طن فى العام الواحد ، وتستورد الولايات المتحدة منه حاجتها ، كما يصدر جزء كبير منه لانجلترا .

٢ — الخضراوى : وثماره طرية غير أنها أكثر جفافاً عن الحلاوى والاستعمران ، ولونها أسمر داكن مائل للحمرة ، وتكون نحواً من سدس صادرات البصرة ، وهو أفضل أصناف البلح المصدرة من العراق للخارج ، ويميل البعض إلى تفضيل ثماره عن ثمار دجلة نور النامية فى تونس والجزائر ، وتخلط عادة الدرجات الرديئة منه بثمار صنف الاستعمران .

٣ — الاستعمران : وهو صنف طرى ، وتستعمل ثماره النامية بالمناطق الغدقة فى تحضير عسل البلح (الدبس) ، وتتميز ثمار المناطق الجافة بلونها القرنفلى الداكن ، ويقل طعمها عن الحلاوى والخضراوى ، ويميل قليلا نحو الملوحة . وتخلط ثماره عادة ببعض الأصناف الأخرى ، ويغلب عدم تعبئتها على حدة ، ويكون هذا الصنف نحواً من ثلث صادرات البلح من البصرة .

٤ — الكستاوى : وتقرب صفاته من ثمار الخضراوى ، وينمو بكثرة حول بغداد .

٥ — الزهيدى : وثماره سمراء مائلة للصفرة الفاتحة ، وطعمها غير مقبول ، وهى أرخص الأصناف بالعراق وأعلاها فى السكر المحول ، وتعبأ كبلح كبيس فى أبراش أو غلافات جلدية ، وتستخدم فى صناعة العرق ، ويصدر منها جزء كبير إلى بلدان الخليج الفارسى وبلاد العرب .

تجفيف البلح فى الولايات المتحدة : أدخلت زراعة النخيل فى بعض أنحاء الولايات المتحدة كولايتى فلوريدا وكاليفورنيا منذ قرن تقريباً كنبات للزينة بواسطة إرساليات التبشير الإسبانية ، ولم تبدأ زراعتها الاقتصادية هناك إلا منذ ١٨٩٠ — ١٩٠٠ ، حيث زرعت لأول مرة ، فى وادى النهر المالح (Salt River Valley) بولاية أريزونا ، فسائل من نخيل مستوردة من القطر المصرى وبلاد الجزائر ، ثم أنشئت محطات للتجارب لدراسة زراعة النخيل فى كل من أريزونا فى عام ١٨٩٩ ، وكاليفورنيا فى عام ١٩٠٤ ، وتكساس فى عام ١٩٠٧ .

وأهم أصناف النخيل التى ثبت نجاح زراعتها فى الولايات المتحدة هى الصعيدى ، ودجلة نور ، والجارز فى وادى كوتشيلا (Cœchella Valley) والوادى الامبراطورى (Imperial Valley) بولاية كاليفورنيا ، والحلاوى والخضراوى والمقطوم والحيانى فى وادى النهر المالح بولاية أريزونا (نظراً لانخفاض درجة حرارته عن الواديين السابقين) ، ولا تزال المساحة المنزرعة بهذه الأصناف دون كفاية حاجة الاستهلاك المحلى فى تلك البلاد ، ولذلك تستورد فى العام الواحد من العراق ثمار البلح الحلاوى بمبلغ يقرب من ١٠٠,٠٠٠ جنيه .

ويبين الجدول الآتى التركيب الكيمائى لأهم أصناف البلح المنزرعة بالولايات المتحدة وهو :

الصنف	الرطوبة	النسبة المئوية			
		المسكر المختزل	السكروز	للسكريات الكاملة	للتنين
البرحى	١٩,٧	٧٢,٥٣	٠,٣٨	٧٢,٩٣	صفر
دجلة نور	١٩,٣	٤٠,١٠	٣٥,٨٦	٧٧,٣٠	٠,٢٠
الحلاوى	٢١,٦	٧٢,٦٢	٠,٢٥	٧٢,٨٨	صفر
الخضراوى	٣١,٦	٧٠,٦٣	٢,٣٦	٧٣,١١	٠,٠٥
الزهيدى	١٧,٧	٧٤,٢٥	١,٦٣	٧٥,٩٥	صفر

وتنضج أصنافاً قليلة من البلح فى شهر يولية ، غير أن الموسم الرئيسى للنضج يبتدىء فى سبتمبر وينتهى فى نوفمبر ، ويجفف فى بدء الموسم عادة البلح الرطب ، غير أنه نظراً لارتفاع حرارة مناطق النخيل واختلاف الأصناف ، تتعرض ثمار منها كدجلة نور إلى شدة الجفاف، مما يؤدى إلى خفض خواصها التجارية ، ولذلك يفضل قطفها قبل اكتمال النضج وإنضاجها بعد ذلك صناعياً ، كما تترك ثمار بعض الأصناف على النخيل حتى تنضج تماماً وحتى تكتمل خواصها الثمرية ، وتجفف مثل هذه الثمار مباشرة بعد القطف فى مجففات هوائية فى درجة تتراوح بين ١١٠° — ١٢٠° فرنهيتية لمدة من الوقت ، حتى تنخفض الرطوبة إلى مقدار يتراوح بين ٢٢ — ٢٥ ٪ .

وتتلخص طريقة إنضاج الثمار صناعياً فى تعبئة الثمار داخل صناديق غير عميقة ثم تخزينها فى حجر للترطيب فى درجة حرارة قدرها ٩٦° فرنهيتية ورطوبة نسبية قدرها ٥٠ ٪ ، ثم تجفف بعد ذلك ، وتعبأ فى علب من الورق المقوى أو فى صناديق خشبية سعة ٥٠ رطل ، وتقتصر التعبئة الأولى على الدرجات الممتازة المعدة للاستهلاك العادى ، والثانية على الدرجات الثانوية وتعد لأعمال المخابز والحلوى .

ومن المعتاد خف الثمار أثناء تكونها الخضرى بواقع ٣٠ شمراخ للسباطة الواحدة ، وعشر ثمرات للشمراخ الواحد ، وتجمع الثمار على دفعات قصيرة كل (٢ — ٣ أيام) ، ثم تبخر مباشرة بغاز مناسب كثانى كبريتور الكربون بواقع ١٤ جرام للقدم المكعب الواحد لمدة تتراوح بين ١,٥ — ٢ ساعة تحت تفريغ هوائى قدره ٢٨ بوصة من الزئبق لقتل جميع الحشرات وبيضها الملوثة للثمار ، وتعقم الثمار عند اكتمال التجفيف فى درجة قدرها ١٧٠° فرنهيتية لمدة ساعة واحدة ، ثم تعبأ بعد الفرز والتدريج ، ويفضل دائماً تبخير الرسائل المعبأة .

رابعاً — المشمش : تجمع عادة الثمار باليد ويسمح فى حالات قليلة كالنضج المبكر ، لشدة الحرارة ، بضربها بعصا لتسقط على الأرض فتجمع ، ثم تعبأ فى صناديق وتشحن توا إلى حوش التجفيف حيث تفرز فرزاً أولياً ثم تقطع إلى نصفين طوليين ، وتفصل منها البذور الحجرية ثم تنشر على صوانى التجفيف وتفرز ثانية لفصل التالف منها ، وكذا الأخضر والمصاب حشرياً أو فطرياً ، وتنقل الصوانى إلى حجر الكبرتة ، حيث تعامل بغاز ثانى أكسيد الكبريت ، الناتج عن حرق زهر الكبريت ، بواقع ثلاث أرطال لكل ١٢٠٠ رطل من الثمار لمدة تتراوح بين ٣ — ٤ ساعات . حتى يتراوح تركيز الغاز بأنسجة الثمار بين ١٥٠٠ — ٢٠٠٠ جزء فى المليون (٠,١٥ — ٠,٢ ٪) .

ثم تنقل الصوانى إلى فضاء الحوش ، حيث تعرض لأشعة الشمس ٣ — ٧ أيام فى المتوسط أى حتى تصبح نصف جافة تقريباً ، ثم تصف الصوانى فوق بعضها فى مكان ظليل ويترك الجانب المفتوح منها معرضاً لهبوب الرياح ويتم جفافها عادة بعد ٤ — ٥ أيام من حين تشوينها فى الظل وتبلغ نسبة التجفيف فى هذه الحالة ٥ : ١ .

وتتوقف طول مدة التجفيف على قوة أشعة الشمس ودرجة حرارتها ثم تخزن داخل صناديق خشبية لتنظيم توزيع الرطوبة بالثمار الجافة وتفصل بعد ذلك إلى الدرجات الحجمية الآتية :

(ا) درجة إكسترا ممتازة (Extra Fancy) : وتشمل الثمار التى يزيد قطرها عن ٤٨/٦٤ من البوصة .

(ب) الدرجة الممتازة (Fancy) : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها ٤٨/٦٤ من البوصة .

(حـ) درجة إكسترا منتخبة (Extra Choice) : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها ٤٤/٦٤ من البوصة .

(د) الدرجة المنتخبة (Choice) : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها ٤٢/٦٤ من البوصة .

(هـ) الدرجة المعيارية : وتشمل الثمار التى يقل قطرها عن ٤٢/٦٤ من البوصة .

ثم تغسل الثمار جيداً وتجفف بالهواء الساخن ، ثم تعبأ فى صناديق خشبية سعة ٢٥ — ٥٠ رطل أو فى علب من الورق المقوى سعة رطلين أو ثلاثة أو خمسة أرطال .

الطريقة السورية لتجفيف المشمش : تعرف الثمار الجافة للمشمش فى سوريا (بالنقوع) ، وتتلخص طريقة التجفيف فى قطف الثمار الناضجة ، ونشرها على مسطاح من القش تحت أشعة الشمس أربعة أيام ، ثم تضغط باليد وتترك يومان آخران ثم يضغط على أطرافها بالأصابع ، ثم تترك يومان أو أكثر فى الشمس حتى تجف تماماً ، فتجمع وتباع لتجار الجملة الذين يقومون بطلائها بقليل من الدبس (العسل) ، لاعتقادهم بتأثيره الحافظ ثم تجفف ثانية فى

الشمس حتى يجف الدبس (كما قد تخزن مباشرة بعد التدبيس) وتبلغ نسبة التجفيف نحواً من ٥ : ١ .

خامساً — الخوخ : وتستخدم فى ذلك الثمار الفرك على أن تكون ذات حجم كبير، ودرجة تركيز مرتفعة من المواد السكرية ، وتقطف الثمار بعد نضجها وتلونها ، على أن تكون صلبة غير لينة ، ثم تفصل قشورها بمحلول قلوى مناسب ، أو بماء يغلى ، أو بالسكين (وقد لا تقشر) ، ثم تقطع إلى نصفين طوليين وتفصل منها البذور الحجرية ، وتنشر على صوانى التجفيف وتنقل مباشرة إلى حجر الكبرتة ، حيث تعامل بغاز ثانى أكسيد الكبريت الناتج عن حرق ثلاثة أرطال من زهر الكبريت لكل ١٢٠٠ رطل من الثمار لمدة تتراوح بين ٣ — ٤ ساعات ، ويجب أن يبلغ تركيز الغاز بالثمار ١٥٠٠ جزء فى المليون (٠,١٥ ٪) حتى لا يدكن لونها .

ثم تنتقل الثمار إلى الحوش لتجف فى الشمس بعد ٣ — ٦ أيام ، حتى تصبح نصف جافة ، ثم تصف الصوانى فوق بعضها ويترك الجانب المفتوح منها معرضاً لهبوب الرياح فى مكان ظليل فتجف الثمار تماماً بعد ثمانية أيام من حين التشوين فى الظل ، ثم تفرز لفصل التالف منها ، وتعبأ داخل صناديق للترطيب حتى ينتظم توزيع الرطوبة فى جميع أجزاء الثمار الجافة فيها ، ثم تدرج بعد ذلك إلى الدرجات الحجمية الآتية :

ا — درجة اكسترا ممتازة : وتشمل الثمار التى يزيد قطرها عن $\frac{٥٨}{٣٢}$ من البوصة .

ب — الدرجة الممتازة : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٥٨}{٣٢}$ من البوصة .

حـ — درجة اكسترا منتخبة : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٥٠}{٣٢}$ من البوصة .

د — الدرجة المنتخبة : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٤٢}{٣٢}$ من البوصة .

هـ — الدرجة المعيارية : وتشمل الثمار التى يبلغ قطرها $\frac{٣٤}{٣٢}$ من البوصة .

ثم تخزن الثمار بعد ذلك داخل صومعات للتخزين محكمة حتى تعد للتسويق وتغسل عند التعبئة برذاذ من الماء ، ثم تجف بالهواء الساخن وتعبأ فى صناديق خشبية سعة ٢٥ — ٥٠ رطل ، أو فى رسائل صغيرة مماثلة لعبوات ثمار المشمش الجافة .

سادساً — الكمثرى : تقطف الثمار عند تلونها باللون الأخضر المائل للصفرة ثم يجرى إنضاجها صناعيا وتقشر بالسكين أو بمحلول قلوى (وقد لا تقشر) ، ثم تقطع إلى نصفين طوليين، وتزال منها الأعناق والكأس الزهرى والجيوب البذرية ، وقد يكتفى أحياناً بازالة الأعناق والكأس دون الأجزاء الأخيرة ، وتغسل الثمار جيداً قبل التقطيع بمحلول مخفف من حامض الكلوردريك (بواقع ٠,٥ — ١ ٪) ، لازالة آثار المادة الزرنيخية المستخدمة فى

مقاومة الآفات ، لمدة تتراوح بين دقيقة إلى ثلاث دقائق ، ثم تغسل بعد ذلك بالماء لازالة الحامض ثم تنشر بعد التقطيع (فى طبقة واحدة) على صوانى التجفيف وتنقل مباشرة إلى حجر الكبرتة بعد ترطيبها بقدر مناسب من الماء حتى تمتص أكبر قدر ممكن من الغاز ، ويستخدم فى هذا الغرض ١٢ رطل من زهر الكبريت للطن الواحد من الثمار والكبرتة لمدة تتراوح بين ٨ — ٧٢ ساعة تبعاً للصنف وحالة الثمار ، ثم تنقل الصوانى إلى فضاء حوش التجفيف ، وتعرض للشمس لمدة تتراوح بين نصف يوم إلى يومين ، ثم تصف الصوانى فوق بعضها فى مكان ظليل ، ويترك جانبها المفتوح معرضاً لهبوب الرياح لمدة تتراوح بين ثلاثة إلى ستة أسابيع حتى يتم جفافها ، ثم تدرج الثمار تبعاً للحجم وتعبأ فى صناديق خشبية سعة ٢٥ — ٥٠ رطل ، ويراعى ترطيب ما يزيد جفافه منها ثم تعبأ للتسويق كالمعتاد .

التجفيف الشمسى للخضروات :

والغرض من هذه العملية هو خفض رطوبة الخضروات الطازجة إلى مقدار يتراوح بين ٦ — ١٠ ٪ ، وتتميز الخضروات الجافة فى الشمس بانحطاط صفاتها العامة (وتختلف فى ذلك عن الفاكهة الجافة فى الشمس) ، ويجب أن تكون الخضر المعدة للتجفيف طازجة، وأن تجفف يوم قطعها، ويجب أن تكون مكتملة النمو ، وتغسل جيداً قبل التجفيف وخصوصاً الخضروات الورقية لازالة المواد العالقة بها كالحشرات الدنيئة وحبيبات الرمل والأجزاء الخشنة من التربة الزراعية ، ويحسن نقع بعض الثمار كالطماطم والبطاطس والبنجر والجزر قبل الغسيل ، ثم تفرز جيداً وتجهز بتقطيعها إلى شرائح أو إلى أجزاء صغيرة ، وتفصل الأجزاء التالفة منها ، كما قد تبشر بعض المحاصيل الدرنية لنزع قشورها السميكة قبل التحضير ، ثم تسلق بالبخار الحى لمدة تتراوح بين ٣ — ٢٠ دقيقة لازالة الطعم الغض للخضروات وكذا المواد الغريبة التى تكسبها بعد التجفيف طعما غير مقبول فضلا عن إتلافها للانزيمات المؤكسدة ، ويفضل السلق بالبخار الحى عن الماء المسخن إلى درجة تتراوح بين ١٩٠° — ٢١٢° فرنهيتية منعاً لضياع الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء فى الطريقة الثانية ، ونذكر فيما يلى طرق تجفيف بعض الخضروات المصرية بايجاز :

١ — البصل : ويتلخص تجفيفه فى تقشير الأبصال وقطعها إلى شرائح عرضية دقيقة بالسكين بسمك ثلاث ملليمترات ، ونشرها بعد السلق (بالبخار الحى لمدة ½ — ١½ دقيقة) على حصر أو صوانى التجفيف فى الشمس لمدة ٤ — ٧ أيام حتى يتم جفافها ، وتقلب يومياً وتغطى فى الليل بقماش مناسب ، وينتج الرطل الواحد من البصل المسقاوى (البحيرى) نحواً

من ٤٥ — ٥٥ جراماً من الشرائح الجافة ، ويزداد هذا الوزن عند تجفيف البصل البعلى (الصعيدى) .

٢ — الباميا : وتتلخص العملية فى جمع القرون الخضراء المتوسطة فى الحجم وغسيلها جيداً وفصل أقفاعها (أحياناً) وسلقها بالبخار الحى لمدة ١ — ٢ دقيقة ، ثم نشرها على صوانى التجفيف لمدة ٣ — ٤ أيام فى الشمس الساطعة ، وتتم عملية التجفيف بعد ذلك فى الظل ، وتعلق المقادير الصغيرة منها فى الشمس على حالة حبال (بامرار خيط قطن مزدوج فى القرون) للمدة السابقة ثم تنقل للظل (لمدة ٤ ايام) حتى تجف ، وينتج الرطل الواحد من القرون الغضة نحواً من ٦٥ جراماً من القرون الجافة .

٣ — الملوخية : ويتلخص تجفيفها فى غسيل النباتات جيداً ثم نزع الأوراق الخضراء عن السوق وتسلق بالبخار الحى لمدة ١ — ٢ دقيقة ، ثم تجفف فى الشمس لمدة ١ — ٢ يوم فوق حصر أو قطع من القماش أو صوانى التجفيف ، ثم تنقل للظل حتى يتم جفافها بعد نحو من أربع أيام ، وينتج الرطل الواحد منها نحواً من ٣٠ جراماً من الأوراق الجافة .

٤ — الطماطم : ويحسن تجفيفها بالمناطق ذات المناخ الحار لارتفاع رطوبتها وسرعة تلفها ، وتتلخص العملية فى انتخاب الثمار الحمراء الصلبة وغسيلها جيداً ثم سلقها بالبخار الحى لمدة تتراوح بين ½ — ٣ دقائق ، ثم تقطع إلى شرائح رقيقة وتنشر فى الشمس فوق حصر أو صوانى التجفيف لمدة ٤ — ٧ أيام ، وينتج الرطل الواحد منها نحواً من ٢٢ جراماً من الأجزاء الجافة .

التجفيف الصناعى للفاكهة :

(أولا) العنب : يبلغ مقدار ما يجفف صناعياً من المحصول العالمى للعنب نحواً من ٣٥٪ وتتلخص الطريقة فى معاملة العناقيد بعد القطف بمحلول قلوى يحتوى على ٠,٦٪ من الصودا الكاوية لمدة خمسة ثوانى على شرط أن يسخن المحلول إلى درجة ٢٠٠ فرنهيتية ، ثم تغسل بعد ذلك جيداً بالماء العادى لإزالة جميع آثار المادة القلوية . ويتراوح مقدار العنب الذى يعامل على هذا الوجه فى كاليفورنيا بنحو ٥ — ١٥٪ من محصول عنب سلطانين ، وعلى العكس فى ذلك عنب المسكات الذى لا يعامل مطلقاً بأى محلول قلوى . وينحصر الغرض من هذه المعاملة فى الاسراع من عملية التجفيف ذاتها لتأثير المادة القلوية على قشور الثمار وإزالتها للمادة الشمعية المحيطة بها وتشقيقها للقشور ذاتها إلى شقوق دقيقة الحجم . ثم تنشر العناقيد فوق صوانى التجفيف بواقع ٣ رطل للقدم المربع الواحد ، وتجفف فى درجة حرارة لا تزيد عن

١٦٠°فرنهيتية لمدة تتراوح ما بين ١٥ — ٢٠ ساعة ويجب ألا يزيد مقدار الرطوبة النسبية فى نهاية التجفيف عن ٥٪. وتتراوح الرطوبة فى الزبيب المعد للتسويق فى عناقيده ما بين ١٥ — ٢٠ ٪. وللزبيب الفرط ١٠ — ١٦ ٪. ، ويجب تبريد العناقيد قبل تفريطها حتى يسهل فصل الزبيب عن الأعناق. ويتراوح مقدار المادة الجافة ما بين ٢١ — ٢٧ ٪ من المادة الطازجة ونسبة التجفيف ما بين ٣,٣ — ٤,٦ : ١ .

ولقد وجد الدكتور عبد العزيز حسين فى عام ١٩٤٢ أن معاملة العنب بمحلول قلوى مناسب تؤدى إلى إيقاف أنزيماته المؤكسدة (الأكسيداز) مما قد يرجع إليه السبب فى احتفاظ الزبيب غير المكبرت بلون فاتح غير مؤكسد . كما وجد أن الكبرتة تؤدى إلى تثبيط نشاط الأكسيداز بمعدل يوازى تقريباً طول مدة الكبرتة وتركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت خلال عملية الكبرتة ذاتها . كما وجد أن تجفيف العنب صناعياً يؤدى بسبب الحرارة المرتفعة إلى التخلص من القدر الأكبر من أنزيم الأكسيداز بخلاف التجفيف فى الظل .

ويجب ألا تزيد رطوبة عناقيد الزبيب المعد للتفريط عن ١٦ ٪. ويتم التفريط بآلات سبق وصفها فى موضوع التجفيف الشمسى للعنب ، ثم تنزع الأعناق الثمرية ، ويتطلب زبيب المسكات والملجا عدم ارتفاع محتوياتها من الرطوبة عن ١٢ ٪. وفى حالة الزيادة عن ذلك المقدار تجفف الثمار الجافة ثانية لمدة خمسة ساعات فى درجة حرارة ابتدائية قدرها ١٢٠ فرنهيتية ونهائية قدرها ١٨٠°فرنهيتية . كما يفضل دائماً فصل بذور زبيب المسكات وخصوصاً الأحجام الكبيرة منه بآلات تحتوى على مجادل ذات نتوءات ، ويحسن ترطيب الثمار فى هذه الحالة قبل العمل بغمرها داخل ماء مسخن إلى درجة ٢٠٠° فرنهيتية حتى تلين أنسجتها .

ويتم تدريج زبيب المسكات الفرط وزبيب المسكات البذرى كالآتى :

كراون — واحد (One-Crown) $\frac{12}{64}$ من البوصة .

اثنين — كراون (Two-Crown) $\frac{17}{64}$ » » .

ثلاثة — كراون (Three-Crown) $\frac{21}{64}$ » » .

أربعة — كراون (Four Crown) أكثر من $\frac{24}{64}$ من البوصة .

كما يتم تدريج زبيب ثومبسون البناتى على الوجه الآتى :

مخابز (Bakers) $\frac{14}{64}$ من البوصة .

منتخب (Choice) $\frac{24}{64}$ » » .

ممتاز (Fancy) أكثر من $\frac{24}{64}$ من البوصة .

وفضلا عن ذلك تقسم الدرجات الحجمية لزبيب ثومبسون البناتى إلى الأقسام الآتية تبعاً

لطريقة تجفيفها : طبيعى (Natural) ، مكبرت (Sulfer-bleached) ، مكبرت ومعامل بمحلول قلوى (Golden-bleached) ، معامل بمحلول قلوى (Soda-dipped) .

ويعبأ زبيب المسكات فى طبقات داخل صناديق خشبية ويجب المحافظة على حبيبات الزبيب دون الانفصال عن العناقيد ويجرى تدريجها تبعاً لأحجام حبيبات الزبيب ذاتها وأشهرها : (Vineyard Run) ، و(Three-Crown Layers) ، و(Four-Crown Clusters) . و (Six-Crown) أو (Imperial Clusters) وهى أكبرها حجما .

ويجرى تبخير الزبيب البنانى بعد التعبئة باحدى الغازات المناسبة وعلى العكس فى ذلك الزبيب البذرى فانه يكتفى بتأثير عملية التسخين المستعملة فى إعداده لفصل بذوره .

(ثانياً) : التين : ويجرى جمع محصوله وإعداده وتحضيره للتجفيف كما سبق ذكره بالنسبة للتجفيف الشمسى للتين . ثم قد تقطع الثمار بعد ذلك إلى أجزاء أو إلى نصفين كما قد تجفف كاملة بدون تقطيع . وقد تغمر داخل محلول قلوى (قوة ١ — ٣٪ من الصودا الكاوية) مسخن لدرجة الغليان لمدة نصف دقيقة ، وتغسل بعد ذلك بماء عادى متجدد لإزالة المادة القلوية . وتبلغ حمولة صوانى التجفيف ٣ رطل للقدم المربع الواحد ، ويجب ألا تزيد درجة الحرارة عن ١٥٠ فرنهيتية فيما عدا ثمار الكادوتا التى لا تتجاوز درجة حرارة الهواء المستخدم فى تجفيفها عن ١٤٠ فرنهيتية ، ويجب ألا تزيد الرطوبة النسبية فى الهواء فى نهاية عملية التجفيف عن ٥٪ وتتراوح مدة التجفيف ما بين ١٠ — ٢٠ ساعة ، كما تتراوح الرطوبة بالمادة الجافة ما بين ١٥ — ٢٠ ٪ ونسبة التجفيف هى ٣٥ — ١:٤ ، بمعنى أن مقدار المادة الجافة يتراوح ما بين ٢٤ — ٢٧٪ من المادة الطازجة .

(ثالثاً) : البلح : ويجرى جمع محصوله وإعداده كما سبق بيانه فى موضوع التجفيف الشمسى للبلح وتبلغ حمولة الصوانى ٣ رطل للقدم المربع الواحد . وتستخدم فى تجفيفه درجة حرارة قدرها ١٦٠ فرنهيتية لمدة ٤ ساعات للبلح السيوى و ٥ — ٦ ساعات لسيوى الجيزة والفيوم و ٤ — ٥ ساعات للزهيدى و ٢ — ٣ ساعات لدجلة نور . وتتراوح الرطوبة فى المادة الجافة ما بين ٢٠ — ٢٢٪ ويفضل رفع درجة الحرارة فى الساعة الأخيرة من التجفيف إلى ١٧٠° فرنهيتية لتعقيم البلح تعقيما أولياً . ويفضل ترطيب البلح قبل التجفيف ولذلك يلجأ إلى ترطيبه فى حجرات مسخنة إلى درجة ١٥٠° فرنهيتية وتبلغ رطوبتها النسبية ٤٠٪ وتترك داخل هذه الحجر لمدة ٣ — ٤ أيام حسب حالة النضج ، وتتراوح نسبة التجفيف ما بين ١,٥ — ٢ : ١ .

(رابعاً) : المشمش : ولا تختلف تفصيلات عملية إعدادها للتجفيف الصناعى عما سبق ذكره بالنسبة للتجفيف الشمسى . ويفضل سلق الثمار بعد تجزئتها إلى نصفين بالبخار الحى لمدة ٢ — ٤ دقائق قبل الكبرتة . كذلك يكتفى بكبرتة الثمار لمدة تبلغ نصف أو ثلث المدة المقررة للثمار المعدة للتجفيف الشمسى وتبلغ حمولة صوانى التجفيف ٢ رطل للقدم المربع الواحد . ويجب ألا تتجاوز درجة حرارة التجفيف عن ١٥٠° فرنهيتية ويفضل رفع مقدار الرطوبة النسبية فى المرحلة الأولى للتجفيف بحيث تتراوح ما بين ٥٠ — ٥٥٪ منعاً لتعرض الثمار للجفاف السطحى . وتتراوح مدة التجفيف ما بين ١٥ — ٢٠ ساعة ، ويجب ألا تزيد الرطوبة بالمادة الجافة عن ١٥ — ٢٠٪ . وتبلغ نسبة التجفيف فى المتوسط ١:٥ .

(خامساً) الخوخ : وتستخدم فى هذا الغرض ثمار الخوخ ملتصق النواة ، ونحضر كما سبق ذكره بالنسبة للتجفيف الشمسى . وتسلق الثمار المجزأة إلى نصفين بالبخار الحى لمدة ٥ — ١٠ دقائق قبل الكبرتة ، وتتراوح مدة الكبرتة ما بين ١٥ — ٣٠ دقيقة وتنشر الثمار فوق صوانى التجفيف بواقع ٢,٥ رطل للقدم المربع الواحد . ويجب ألا تتجاوز درجة الحرارة عند التجفيف عن ١٥٥° فرنهيتية على أن تتراوح الرطوبة النسبية فى المرحلة الأولى للتجفيف ما بين ٥٠ — ٥٥٪ منعاً للجفاف السطحى . ويجب ألا تتجاوز فى المرحلة الختامية عن ٢٥ — ٣٠٪ . وتتراوح مدة التجفيف ما بين ١٥ — ٢٤ ساعة ، كما تتراوح الرطوبة فى المادة الجافة ما بين ١٥ — ٢٠٪ ، ونسبة التجفيف ٥ — ٧ : ١ ، ومقدار المادة الجافة ١٤ — ١٩٪ من المادة الطازجة .

(سادسا) الكمثرى : وتتلخص العملية فى تقشير الثمار باليد العاملة أو بمحلول قلوى ثم تقطع الثمار إلى أجزاء نصفية طولية وتفصل عنها الجيوب البذرية ، ثم تحفظ الثمار مغمورة تحت سطح محلول ملحى قوة ١ — ٢٪ بعد تقشيرها مباشرة لمنع تغير لونها وسواده . ويتراوح مقدار الفقد ما بين ٢٠ — ٢٥٪ . ثم تسلق الثمار بالبخار الحى لمدة ٢٥ — ٣٠ دقيقة حتى تصبح شفافة (وفى حالة تعذر إجراء هذه العملية تنشر الثمار فوق سطح صوانى التجفيف وتعرض لأشعة الشمس لمدة يوم كامل) ثم تكبرت الثمار لمدة ١٥ — ٣٠ دقيقة بمعدل ٥ رطل من زهر الكبريت للطن الواحد من الفاكهة وتنشر بعد ذلك فوق صوانى التجفيف بواقع ٢,٥ رطل للقدم المربع الواحد . ويجب ألا تتجاوز درجة الحرارة المستخدمة فى التجفيف عن ١٥٠° فرنهيتية وتتراوح الرطوبة النسبية فى المرحلة النهائية للتجفيف ما بين ١٠ — ٢٠٪ . وتتراوح مدة التجفيف ما بين ١٥ — ٢٤ ساعة وتبلغ الرطوبة فى المادة الجافة ١٠٪ فى المتوسط ونسبة التجفيف ٦ — ٨ : ١ ومقدار المادة الجافة ١٢ — ١٧٪ من المادة الطازجة .

(سابعاً) الجوافا : وتتلخص العملية فى تجزئة الثمار بسكين من الصلب إلى أربعة أجزاء طولية ثم تفصل جيوبها البذرية و نبخر القطع بعد ذلك بغاز ثانى أكسيد الكبريت لمدة عشرين دقيقة . ثم تجفف بعد ذلك فى درجة تتراوح ما بين ١٣٠ — ١٥٠ فرنهيتية بحيث تكون سرعة الهواء ٦٠٠ قدم طولى وعلى شرط أن تكون رطوبته النسبية فى المرحلة الابتدائية للتجفيف ٢٥ ٪ . وتتراوح مدة التجفيف ما بين ٩ — ١٩ ساعة ، ونسبة التجفيف ٥ — ٧ : ١ ، ومقدار الرطوبة فى المادة الجافة ٦ — ٦,٥ ٪ تقريباً .

وتتميز الجوافا بغناها الشديد بڤيتامين C واحتوائها بمقادير مناسبة على ڤيتامينى A و B وكذا على عنصر الحديد كما تحتوى على عنصرى الكالسيوم والفوسفور . ولا تحتفظ الجوافا الجافة بما تحتويه من ڤيتامين C لمدة طويلة من الوقت وخصوصاً عند ارتفاع درجة الحرارة (يتراوح مقداره ما بين ٤٠٠ — ١٨٩٠ ملليجرام كحامض اسكوربيك فى ١٠٠ جرام من المادة الجافة) . وتستخدم الجوافا الجافة فى صناعة الچلى أو كفاكهة مطبوخة .

التجفيف الصناعى للخضروات :

١ — البنجر : تنتخب الجذور الناضجة السليمة ، ذات اللون الأحمر الداكن المتناسق الخالية من الألياف الخشبية . ثم تغسل جيداً لإزالة ما قد يكون عالقاً بها من الأوساخ ، ثم تعامل بالبخار الحى حتى يتم طبخها تماماً (عادة لمدة ٣٠ — ٤٠ دقيقة) . ثم تقشر بعد ذلك باليد العاملة أو بواسطة أجهزة التقشير الاحتكاكى ، وتفضل الطريقة الأولى . ثم يجرى توضيبها لفصل الأجزاء غير الملونة أو المصابة أو غير المرغوبة . ثم يقطع البنجر بعد ذلك إلى أجزاء رقيقة تبعاً للشكل المطلوب فتقطع الشرائح إلى سماكة تتراوح ما بين $\frac{3}{32}$ — $\frac{4}{32}$ من البوصة، والمكعبات ما بين $\frac{3}{32}$ — $\frac{6}{32}$ من البوصة للضلع الواحد ، والقطع إلى طول لا يقل عن $\frac{3}{4}$ بوصة والقطع العرضية إلى سماكة قدرها $\frac{3}{32}$ — $\frac{6}{32}$ من البوصة — ويبلغ مقدار الفقد بسبب عمليتى التقشير والتوضيب نحواً من ٣٠ ٪ . ولا يسلق البنجر بعد تقطيعه بل يكتفى فى ذلك بعملية الطبخ على أن يتم تجفيفها خلال ساعة على الأكثر بعد طبخها . ويبلغ معدل ما ينشر على القدم المربع الواحد من صوانى التجفيف من قطع البنجر نحواً من $1\frac{1}{2}$ رطل ، كذلك يجب ألا تتجاوز درجة حرارة التجفيف فى النهاية عن ١٦٥° فرنهيتية ، كما يجب ألا يزيد مقدار الرطوبة فى المادة الجافة عن ٥ ٪ ، وتبلغ نسبة التجفيف فى المتوسط ١٣ : ١ بمعنى أن مقدار المادة الجافة يبلغ فى المتوسط ٧,٥ ٪ من وزن المادة الطازجة .

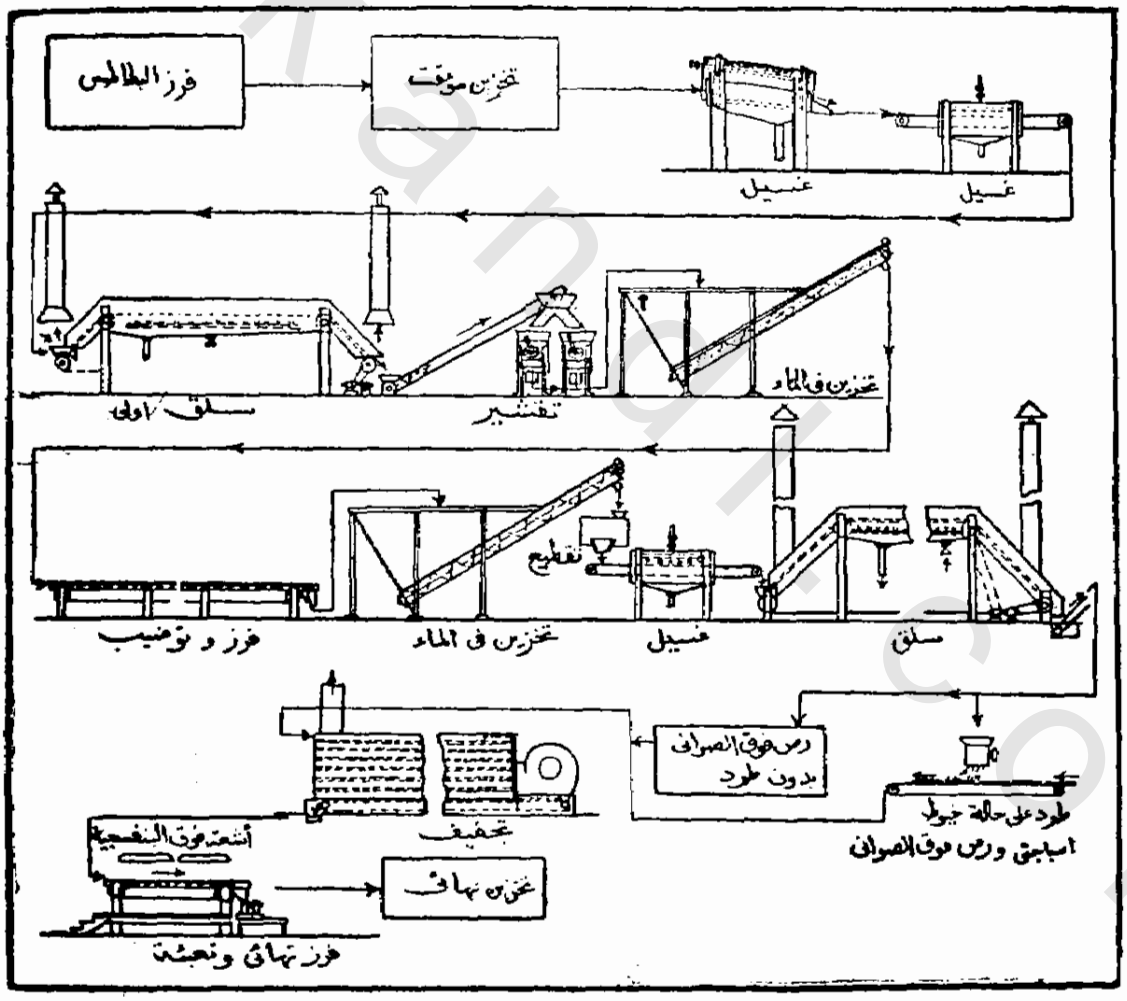
ويجب أن يكون البنجر الجاف خالياً من الألياف الخشبية والحلقات الباهتة فى اللون ، وأن يكون سلبى بالنسبة لاختبار البيروأكسيداز . ويجب ألا يتجاوز مقدار الأجزاء المعيبة به عن ٢ ٪ بالوزن . وأن يسترد شكله الأصلى تقريباً فى فترة لا تتجاوز ٣٠ دقيقة بعد وضعه فى الماء الذى يجب وضعه فيه وهو فى درجة الغليان .

٢ — الجزر : وتستخدم فى التجفيف الجذور ذات اللون المناسب أى الحمراء المائلة للون البرتقالى على حالة متناسقة فى جميع أجزائه . ويفضل الجزر الناضج عن الصغير لقلة مقدار مادة الكاروتين فى الجذور الصغيرة . ويجب أن يكون الجزر سليما خالياً من التلف والألياف الخشبية . ثم يغسل جيداً حال وروده لإزالة الأدران العالقة به . ثم يجرى تقشيره باحدى الطرق الآتية : التقشير الاحتكاكى أو بالتقشير باللهب أو بالمحاليل القلوية . ويبلغ مجموع ما تفقده الجذور فى الطريقة الأولى مع فاقد التوضيب ٢٠ — ٣٠ ٪ وفى الطريقتين الثانية والثالثة مع فاقد التوضيب نحواً من ٥ ٪ . ويجرى التوضيب (بعد التقشير مباشرة) لفصل الأجزاء الخضرية والتالفة ثم تقطع إلى شرائح تتراوح سمكها ما بين $\frac{3}{32}$ — $\frac{4}{32}$ من البوصة أو إلى مكعبات يتراوح ضلعها ما بين $\frac{3}{32}$ — $\frac{6}{32}$ من البوصة أو إلى قطع لا يقل طولها عن $\frac{3}{4}$ بوصة أو إلى قطع عرضية تتراوح سمكها ما بين $\frac{3}{32}$ — $\frac{6}{32}$ من البوصة . ثم تسلق (خلال مدة لا تتجاوز نصف ساعة من حين تقشيرها) فى بخار حى لمدة تتراوح ما بين ٧ — ١٠ دقائق وتنشر فوق صوانى التجفيف بواقع ١$\frac{1}{2}$ رطل للقدم المربع الواحد وتجفف فى درجة لا تزيد فى النهاية عن ١٥٥° فرنهيتية بحيث لا تزيد الرطوبة فى المادة الجافة عن ٥ ٪ . وتبلغ نسبة التجفيف للجزر الشنتناى ١٠ : ١ ولمعظم الأصناف الأخرى ٨ : ١ .

جزر جاف

ولا تختلف الصفات التى يجب توفرها فى الجزر الجاف عما سبق ذكره بالنسبة للبنجر الجاف . ويشترط تعبئته فى غاز متعادل كثانى أكسيد الكربون أو الأزوت .

٣ — البطاطس : وتستخدم فى عملية التجفيف الأصناف التى يتميز قوامها بالنعومة دون التفتت بعد الطبخ عند غليانها فى الماء على أن تحتفظ أيضاً بعد الطبخ بلون أبيض مائل للصفرة الخفيفة . ويقتصر الاستعمال على الدرنات السليمة النظيفة الخالية من الاصابات الحشرية والأمراض والتهشم . ويجب غسلها جيداً لازالة الأوساخ عنها ثم يجرى تقشيرها إما باللهب أو بأجهزة التقشير الاحتكاكى . وأفضلها الطريقة الأولى لانخفاض مقدار الفقد ولسرعة العملية ، ويجب تدريج الدرنات إلى أحجام متماثلة قبل تقشيرها بالاحتكاك منعاً لزيادة مقدار الفقد فى الانتاج كما يجب استبعاد الدرنات التى يقل قطرها عن ١½ بوصة لصغر حجمها المتناهى . وتتلخص الطريقة الثالثة فى تحضير محلول صودا كاوية قوة ١٠ — ١١ ٪ وتسخينه إلى درجة



رسم توضيحى لتجفيف البطاطس صناعيا

١٩٠ فرنهيتية ومعاملة الدرنات به لمدة سبعة دقائق فى حمام ينتقل داخله البطاطس وتبلغ نسبة الفقد فى هذه الطريقة نحواً من ٥٠ ٪ . غير أن (مازولا) عمد فى عام ١٩٤٣ إلى تنقيح هذه الطريقة مستخدماً محلولا قلوياً للصودا الكاوية يتراوح تركيزه ما بين ٢٠ — ٥٣ ٪ لمدة قصيرة

من الوقت وقد بلغت نسبة الفقد فى طريقته المذكورة نحواً من ٣ — ١٢ ٪ . وبعد أن يتم تقشير الدرنات تحفظ باستمرار فى محلول ملحى ضعيف قوة ٠,٥ ٪ منعا لاسمرارها . ويجب إزالة مواضع عيون البطاطس باليد العاملة . ويبلغ مقدار فاقد التقشير والتوضيب بالنسبة لطريقة اللهب نحواً من ١٠ ٪ وبالنسبة لطريقة التقشير الاحتكاكى ١٧ — ٢٥ ٪ . ثم تقطع الدرنات إما إلى شرائح تتراوح سماكتها ما بين $\frac{٣}{١٦}$ — $\frac{٤}{١٦}$ من البوصة أو إلى مكعبات يبلغ طول ضلعها $\frac{٣}{١٦}$ — $\frac{٦}{١٦}$ من البوصة أو إلى قطع لا يقل طولها من $\frac{٣}{٤}$ بوصة أو إلى قطع عرضية تتراوح سماكتها ما بين $\frac{٣}{١٦}$ — $\frac{٦}{١٦}$ من البوصة . ثم تغسل القطع بعد تقطيعها مباشرة برذاذ قوى من الماء العادى لازالة حبيبات النشاء عن سطحها وتسلق مباشرة بالبخار الحى فى درجة لا تقل عن ١٩٠° فرنهيتية لمدة ثلاث دقائق فى المعتاد (أو إلى أن تصبح شفافة) ويجب أن يكون السلق كافيا لجميع القطع منعاً لتعرضها لحالة الجفاف السطحى عند التجفيف .

ويجب أن تلاحظ هنا أهمية سلق البطاطس بعد التقشير مباشرة منعاً لتغير لون قطعه بالأكسدة ، ويتأتى فى حالة الابطاء فى انجاز هذه العملية تخزين القطع فى محلول ملحى نظيف تتراوح قوته ما بين ١ — ٢ ٪ أو فى ماء عادى متجدد على شرط ألا يحتفظ بالبطاطس على هذا الوجه لمدة تتجاوز الساعة الواحدة . وتنشر القطع بعد أن يتم سلقها فوق صوانى التجفيف بمعدل ١ $\frac{١}{٤}$ رطل للقطع و $\frac{٣}{٤}$ — ١ رطل للشرائح و ١ — ١ $\frac{١}{٤}$ رطل للمكعبات وذلك للقدم المربع الواحد . ثم تجفف فى درجة لا تزيد عن ١٥٠° فرنهيتية ويجب ألا يزيد مقدار الرطوبة بالمادة الجافة عن ٦ ٪ وتبلغ نسبة التجفيف فى المتوسط ٧ : ١ ويتراوح مقدار المادة الجافة ما بين ١٥ — ١٧ ٪ من المادة الطازجة .

وفضلا عن ذلك يحضر من البطاطس صنف جاف يستخدم فى تحضير البوريه . وتتلخص طريقة تحضيره فى طبخ الدرنات بعد التقشير حتى تصبح هشة تماما ثم تضغط فى جهاز يحيلها إلى خيوط رقيقة كالاسباجتى لا يتجاوز قطرها $\frac{١}{٨}$ بوصة ، ويجب أن يتم ضغطها وهى ساخنة منعا لانتصاص الخيوط إلى بعضها أو إلى صوانى التجفيف . ثم تجفف كالأصناف السابقة غير أنه يتم فى وقت أقصر عنها ويبلغ مقدار الرطوبة فى مادتها الجافة نحواً من ٧ ٪ .

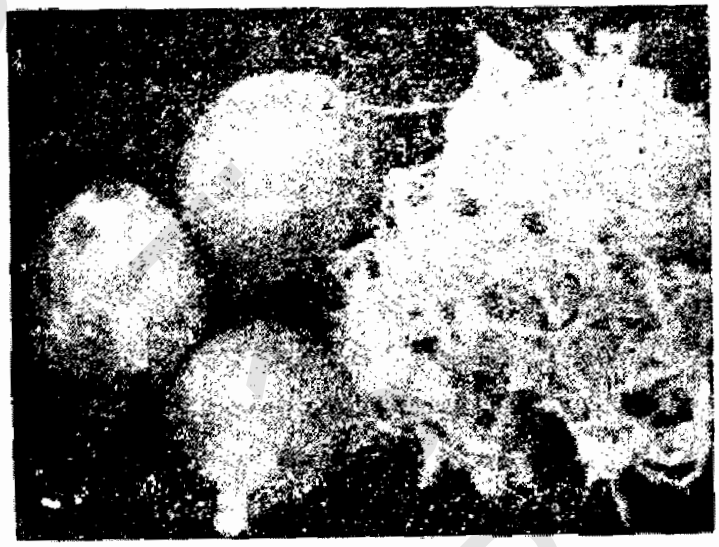
ولا تختلف صفات المادة الجافة عما سبق ذكره بالنسبة للبنجر والجزر . غير أن القطع يجب أن تسترد شكلها وحجمها الأصلى بعد ١٠ دقائق من حين نقعها فى ٤ — ٦ قدر حجمها من الماء المسخن للغليان .

٤ — الكرنب : وتستخدم فى ذلك الرؤوس السليمة النظيفة الصالحة لعمليات الطبخ وبعد تسلمها تنزع عنها الأوراق الخارجية المصابة أو التالفة فقط . ويجب الحذر دون إزالة عدد كبير من تلك الأوراق بدون سبب ظاهر يستدعيه هذا الاجراء حيث تتميز الأوراق الخارجية بارتفاع محتوياتها من فيتامين C عن الأوراق الداخلية مما يفقد المادة الجافة عنصراً غذائياً هاما فضلا عما تؤدى إليه هذه العملية من خفض مقدار الانتاج . ثم تزال من الرؤوس المواضع الوسطى لاتصال الساق بها ، ثم تقطع إلى شرائح لا يقل عرضها عن $\frac{1}{8}$ — $1\frac{1}{4}$ بوصة ويجب تحاشى التقطيع الرفيع منعا لالتصاق الشرائح بصوانى التجفيف فضلا عما يؤدى إليه ذلك التقطيع من زيادة فى طول مدة التجفيف . ويبلغ مقدار الفقد بسبب التوضيب نحواً من ١٥ — ٢٧٪ . ويجب سلق الشرائح بعد تقطيعها مباشرة منعا لفقد فيتامين C . ويراعى — عند تعذر القيام بتلك العملية على وجه السرعة المطلوبة — تندية الشرائح بمحلول ملحى قوة ١٪ . على أنه يجب ألا تتجاوز طول الفترة من حين التقطيع حتى السلق ساعة كاملة . ويتم السلق فى البخار الحى فى درجة لا تقل عن ١٩٠°فرنهيتية لمدة تتراوح ما بين ٢ — ٤ دقائق . وتتميز الشرائح عند ما يتم سلقها على الوجه المناسب بشفافية أطرافها . ويدل اصفرارها عند التجفيف على سوء إجراء السلق . ثم تنقل الشرائح بعد السلق مباشرة إلى المجففات ويجب ألا تترك بعد السلق لمدة تزيد عن ساعتين قبل البدء فى تجفيفها . وتنشر الشرائح فوق صوانى التجفيف بواقع رطل واحد تقريباً للقدم المربع الواحد . ويجب ألا تتجاوز درجة حرارة التجفيف فى النهاية درجة قدرها ١٥٥°فرنهيتية على ألا تزيد بالنسبة للأصناف غير الخضراء عن ١٤٥°فرنهيتية . كذلك يجب ألا يزيد مقدار الرطوبة فى المادة الجافة عن ٤٪ ، وتبلغ نسبة التجفيف فى المتوسط ١ : ١٩ ويتراوح مقدار المادة الجافة ما بين ٤ — ٧٪ بالنسبة المادة الطازجة .

ولا تختلف صفات المادة الجافة عما سبق ذكره بالنسبة للجزر فيما عدا اختبار الأنزيمات فقد يكون اختبار البيروا كسيداز إيجابيا بقدر بسيط ، غير أن اختبار الكتاليز يجب أن يكون سلبيا تماما .

٥ — البصل : يشترط فى البصل الطازج المستعمل للتجفيف أن يكون نظيفا سليما طازجا ومن النوع الأبيض أو الأصفر ذا طعم ظاهر وخواص جيدة فى الاستعمال ولا يسمح بتجفيف الأصناف الحلوة أو المرة أو الملونة كليا أو جزئيا . ويجب أن يغسل البصل قبل

تجفيفه غسيلا جيداً يكفل إزالة جميع الأوراق والأوساخ والمواد الغريبة وأن تفصل منه جميع الأجزاء المصابة والتالفة ثم تزال منه القواعد والأطراف والأوراق الخارجية الملونة . وتفصل الأوراق الخارجية إما بالحرق باللهب أو بالتقشير اليدوى . ويتراوح الفقد فى الحالة الأولى مابين ٥ — ٨٪ وفى الحالة الثانية ما بين ١١ — ١٣٪ . ثم يقطع البصل إلى شرائح يتراوح سمكها مابين ٣/٣٢ — ٤/٣٢ من البوصة . وتبدأ عملية التجفيف عقب التقطيع مباشرة منعا لتغير اللون أو التعرض للتخمر . ثم تنشر الشرائح فوق الصوانى بواقع ١ ١/٤ — ١ ١/٢ رطل للقدم المربع الواحد ويجب ألا تتجاوز درجة الحرارة فى المرحلة الختامية عن ١٤٠° فرنهيتية وقد تنخفض إلى ١٣٠° — ١٣٥° فرنهيتية ولذلك يفضل استعمال كوارات التجفيف فى تبخير الرطوبة من البصل فى المرحلة الأخيرة من تجفيفه حيث يستعمل هواء مسخن إلى درجة ١١٠ — ١٢٠ فرنهيتية بجفف مخلوط سليكا — جل وتنحصر فوائد استعمال هذا النظام فى المحافظة على صفات البصل الذى قارب الجفاف وهى مرحلة دقيقة تعرضه لبعض التغيرات غير المرغوبة كاحتراق لونه . ويجب ألا يزيد مقدار الرطوبة بالمادة الجافة عن ٤٪ وتبلغ نسبة التجفيف فى المتوسط ١٠ : ١ وقد تصل إلى ١٢ — ١٤ : ١ ، لذلك يتراوح مقدار المادة الجافة مابين ٦ — ٨٪ بالنسبة للمادة الطازجة .

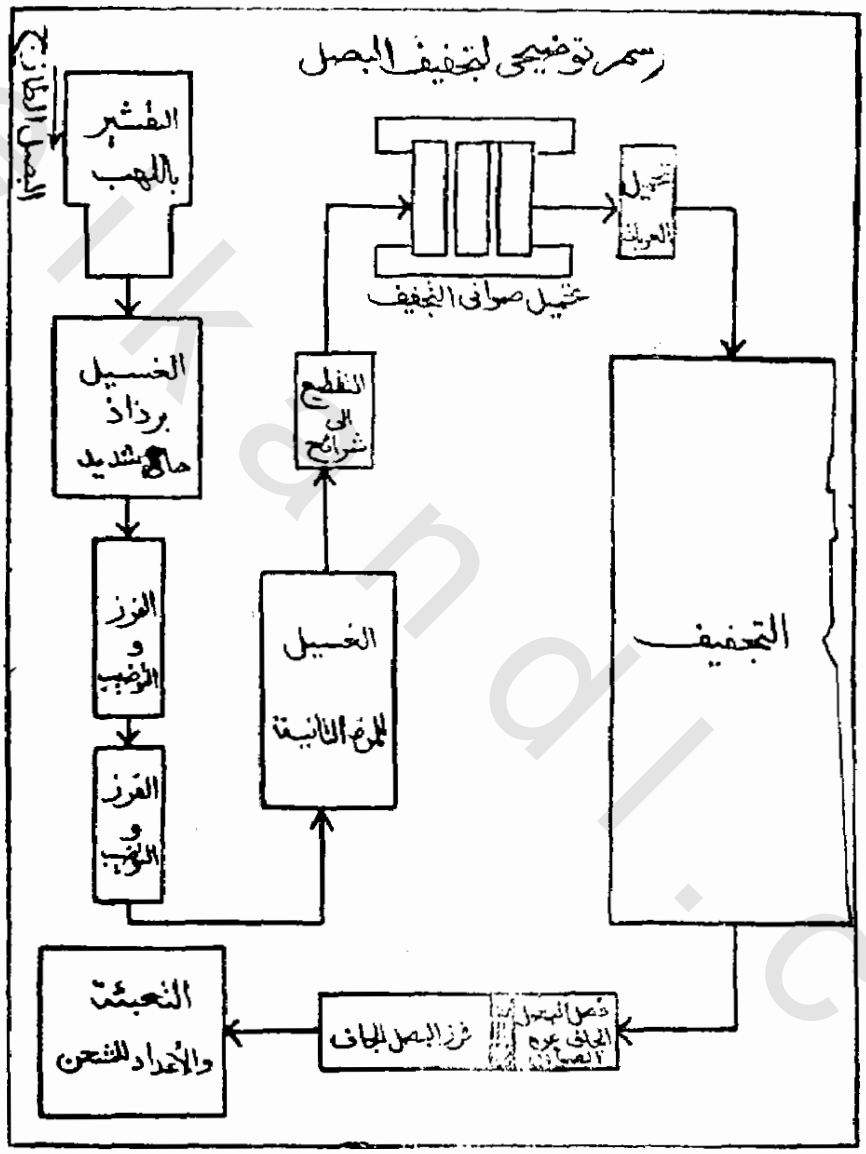


مقدار البصل الجاف الناتج من ثلاث بصلات

ويشترط فى البصل المجفف على حالة شرائح أن يسترد شكله الأصلى تقريبا فى فترة لا تتجاوز ٣٠ دقيقة بعد وضعه فى الماء الذى يجب استعماله وهو فى درجة الغليان . ويشترط أن يكون البصل المعامل محتفظا بحالة جيدة من اللون النموذجى للبصل الطازج وأن يكون خاليا من جميع الألوان الغريبة وأن يحتفظ بطعم واضح مميز .

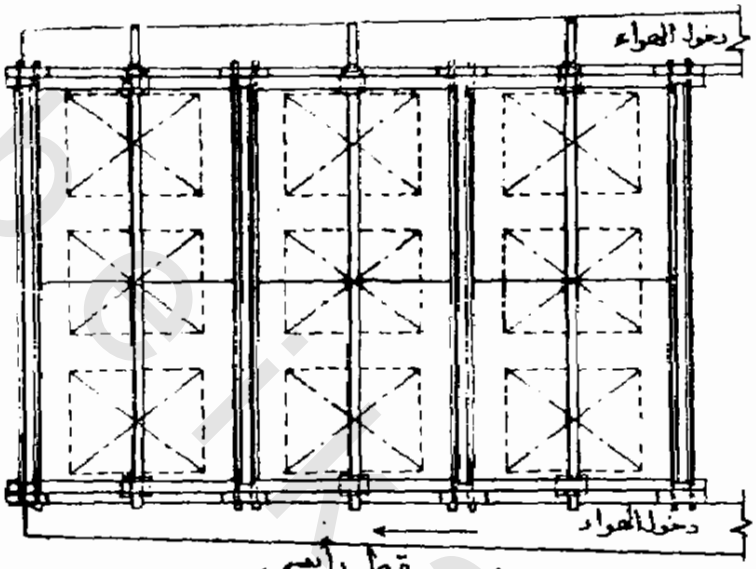
وفضلا عن ذلك يجب أن يكون البصل المجفف متجانسا ذا لون أبيض أو أبيض مائل للصفرة الخفيفة وأن يكون محتفظا بنكهته الخاصة خاليا من الرائحة المميزة للبصل المحروق

والروائح غير المقبولة . ويجب ألا تزيد العيوب (وهى الاحتراق والخدوش والتعفن والسواد الناتج عن صوانى التجفيف) عن ٢٪ بالوزن للأجزاء المعيبة سواء أكان المعيب كليا أو جزئيا . ويجب ألا تزيد نسبة المفتت من الشرائح عن ٢٪ ويقصد بالمفتت ما يمر بثقوب غربال يحتوى على ثمانى ثقوب فى البوصة المربعة الواحدة .



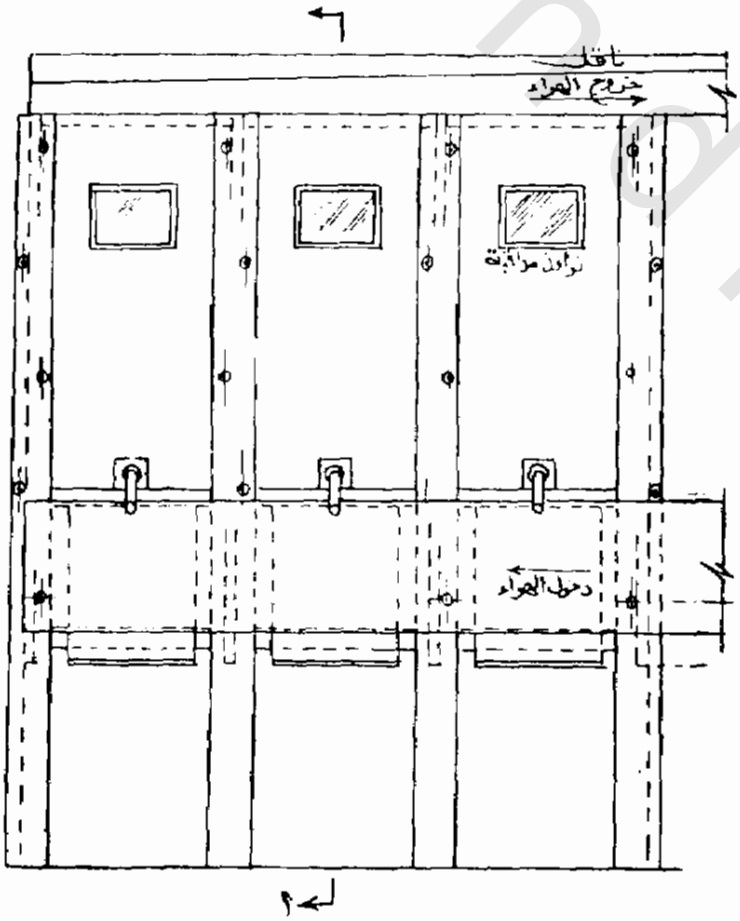
٦ — الثوم : وتتلخص العملية فى تفصيص رؤوس الثوم ثم فصل الأوراق الرقيقة المحيطة بكل فص باليد العاملة أو بالتقشير الاحتكاكى ثم تجزئة الفصوص ونشرها مباشرة فوق الصوانى بدون سلق بواقع ١ — ١ ¼ رطل للقدم المربع الواحد والتجفيف فى درجة لاتزيد عن ١٣٠ — ١٤٠° فرنهيتية ويجب ألا يزيد مقدار الرطوبة فى المادة الجافة عن ٤٪ . ثم تطحن المادة الجافة فى طاحونة مطرقية وتنخل خلال غربال يحتوى على ثلاثين ثقب فى البوصة المربعة الواحدة ويشترط فى المسحوق الناتج أن يكون متدفقا خالياً نقريباً من بقايا القشور .

٧ — الطماطم : وتستخدم المجففات ذات الأسطوانات فى تجفيفها ، ومن المعتاد خلط النشاء بلب الطماطم المصفى قبل تجفيفه عند إعداده للاستعمال فى تحضير الحساء . كذلك قد يجفف لب الطماطم المصفى بواسطة المجففات ذات الرذاذ . ويلجأ فى هذه الحالة إلى تركيزه أولا حتى ترتفع مكوناته الصلبة إلى ١٨٪ منعاً لتصمغ قوام مادته الجافة ، كما قد يضاف إلى اللب قبل تركيزه قدراً مناسباً من البكتين الممتاز بواقع ٣ — ٤٪ لمنع حالة التصمغ المشار إليها . وتبلغ نسبة التجفيف للطماطم ١ : ٢١ .



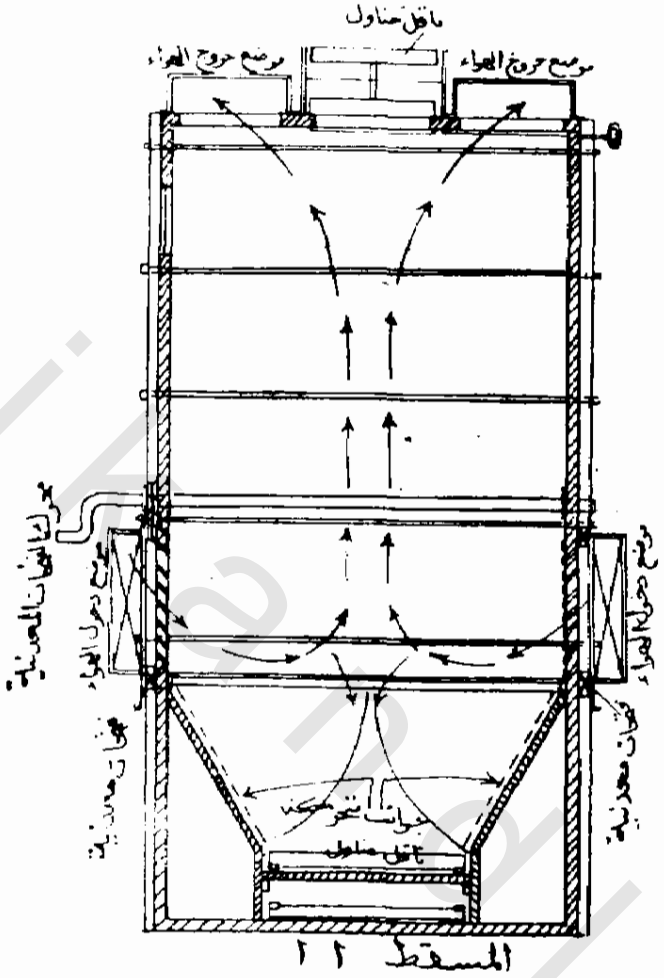
مسقط رأسى
مجموعة من كوارات تجفيف

٨ — مساحيق الخضروات المعدة لتحضير الحساء : وتتكون من خضروات مجففة وبعض التوابل ومادة جلوتامات مونو صوديوم كما تحتوى بعض أنواعها على بقوليات غير مطبوخة مختلطة بدقيق فول الصويا ومسحوق لبن فرز ويجب ألا تزيد مقدار الرطوبة بالمساحيق عن ٩٪ ، ومثالها : كسر بسلة جافة ٥٠٪ ، دقيق فول الصويا ٢٥ ٪ ، مسحوق لبن فرز ١٠٪ ، ملح ٧٪



مسقط جانبى لكوارات التجفيف

جلوتامات مونوصوديوم ١٠/٠ ، فلفل أسود ١٠/٠ ، مسحوق بصل جاف ٤٠/٠ ، مسحوق طماطم جافة ٢٠/٠ .



كوارة تجفيف

٩ — أقراص الخضروات الجافة : وتجارتها غير شائعة حيث أن الطلب عليها محدود للغاية ، وتحضر معظم أنواعها من الاسفناخ بعد تجفيفه وسحقه ، على أن يضاف إليه آجار وجيلاتين أو صمغ عربى أو كلاهما وحامض استياريك . وتصحن جيداً هذه المواد على حالة مسحوق ثم تضغط ويكسى سطحها بسكر يلون بلون مناسب . ويحتوى كل قرص على ٠,٤ جرام (٠,١٤ أوقية) من الاسفناخ و ٠,٢ من السكر (المستخدم فى كساء سطحها) ويحتوى كل قرص على نحو من ٦٣ وحدة دولية من فيتامين A ولذلك فانها تباع كمادة طبية تحتوى على هذا الفيتامين .

١٠ — خضروات متنوعة : ويبين الجدول الآتى طريقة تجفيفها : —

اسم الخضار	عمليات التحضير	السلق بالدقائق	حمولة صوانى التجفيف رطل على القدم المربع الواحد	درجة الحرارة القصوى للتجفيف	النسبة المئوية للرطوبة بالمادة الجافة	نسبة التجفيف
بسلة	دراس القرون . التنظيف . التدريج	فى ماء يغلى لمدة ١ — ٢ دقيقة	$\frac{3}{4}$ — ١	١٥٠° فرنهيتية	٥	١ : ١١ — ٧
بطاطا	التقشير بالمحلول القلوى أو بالطبخ . التوضيب . التقطيع إلى شرائح أو إلى مكعبات .	٥ — ٨ بالبخار (لاتسلق فى حالة الطبخ)	١ — $1\frac{1}{2}$	١٦٠	٧	١ : ٤,٥
باميا	التوضيب . الغسيل (التقطيع العرضى إلى قطع طولها $\frac{3}{8}$ — $\frac{1}{4}$ بوصة حسب الرغبة) .	٤ — ٨ بالبخار	١ — $1\frac{1}{4}$	١٥٠	٥	١ : ٧,٥
اسفناخ	الفرز . الغسيل . التوضيب .	٢ — ٥ بالبخار	واحد أو أقل	١٦٠	٥	١ : ١٨
خرشوف	التقشير . التوضيب . التقطيع .	٦ — ٨ بالبخار	١ — $1\frac{1}{2}$	١٤٥	٥	
باذنجان	الغسيل . التوضيب . التقطيع .	٤ — ٥ بالبخار	١	١٥٠	٥	
فول ليما أو رومى أو بلدى	الدراس . الفرز . التدريج .	٦ — ١٠ بالبخار	١ — $1\frac{1}{2}$	١٤٥ — ١٥٠	٥	١ : ١٠
قنبيط	التوضيب . تقطيع الأزهار إلى نصفين طوليا . تعريض السطح المقطوع للهواء عند النشر فوق صوانى التجفيف .	٤ — ٦ بالبخار حتى يتلف تماما انزيم الكتاليز)	$1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$	١٤٠	٤	
فلفل	فرز وغسيل .		متغير تبعا للحجم	١٥٠	٥	
ملوخية	فرز وغسيل وتوضيب .	٣ — ٥ بالبخار	واحد	١٦٠	٥	١ : ١٥
كرفس	غسيل . توضيب . تقطيع إلى طول $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ بوصة .	١ — ٢	١ — $1\frac{1}{2}$	١٤٥	٥	١ : ٢٠

obeikandl.com

المراجع

ا — كتب

1. Cruess, W.V; Commercial Fruit & Vegetable Products; (1938).

2. Malcolm, O.P.; Successful Canning and Preserving; (1930).

3. Morris, T.N.; Principles of Fruit Preservation; (1933).

4. Official and Tentative Methods of Analysis of the Assoc. of Official Agr. Chemists (Washington, D.C.)

5. Von Loesecke, H.W.; Drying and Dehydration of Foods, (1943).

ب — نشرات

1. Back, E.A.; Industrial Fumigation Against Insects; U.S.D.A.; Cir. No. 369; (1937).

2. Brown, T.W., and Bahgat, M.; Date-Palm in Egypt; Min. of Agr., Hort. Sec., Booklet No. 24; (1938).

3. Caldwell, J. S.; Farm and Home Drying of Fruits and Vegetables, U.S.D A., Farm Bull. No. 984; (1933).

4. Chace, E.M.; Tests of Methods for the Commercial Standardization of Raisins, U.S.D.A. Bull. No. 1. (1927.)

5. Christie, A.W.; The Dehydration of Prunes; Univ. of Calif.,Agr. Expt. Sta.; Bull. 404, (1929).

6. Christie, A. W., and Barnard, L. C.; The Principles and Practice of Sun-Drying Fruit ; Univ. of Calif.; Agr. Expt. Sta., Bull. No. 388, (1925).

7. Cruess, W. V., and Mackinney, G. ; The Dehydration of Vegetables, Univ. of Calif. ; Agr. Expt. Sta., Bull. No. 680, (1943).

8. Dowson, V. H. W. ; Dates and Date Cultivation of the 'Iraq, Two Parts, Cambridge, (1921).

9. Hinds, W. E.; Carbon Disulphide as an Insecticide ; U. S. D. A. ; Farm. Bull. No. 799 ; (1924).

10. Hussein, A. A., Mrak, E. M. and Cruess, W. V., The Effect of Pretreatment and Subsequunt Drying on the Activity of Grape Oxidase, Hilgardia, Vol. 14, No. 6. (1942).

11. Griffin, E. L; Absorption and Retention of Hydrocyanic Acid by Fumigated Products ; Part II ; Bull. No. 1307. (1924).

12. Long, J. D., Mrak, E. M. and Fisher, C. D. ; Investigation in the Sulphering of Fruits for Drying ; Univ. of Calif.; Agr. Expt. Sta. ; Bull. 636 ; July (1940).

13. Mason, S. C. ; Dates of Egypt and the Sudan ; U. S. D. A. ; Bull. 271 ; (1915).

14. Ditto ; The Saidy Date of Egypt ; U. S. D. A. ; Bull. No. 1125 ; (1923).

15. Ditto ; Date Cutlure in Egypt and the Sudan ; U. S. D. A. ; Bull. No. 1457, (1927).

16. Mrak, E. M. & Cruess, W. V. ; The Dehydration of Vegetables ; Univ. of Calif., Agr. Expt. Sta., (1942).

17. Nichols, P. F. Powers. R., & Cross, C. R ; Commercial Dehydration of Fruits & Vegetables ; U. S. D. A., Bull: No. 1335 ; (1925).

18. Nichols, P. F., and Christie. A. W. ; Dehydration of Grapes ; Univ. of Calif. ; Agr. Expt. Sta. ; Bull. 500 ; (1930).

19. Ditto ; Drying Cut Fruits ; Univ. of Calif. ; Agr. Expt. Sta. ; Bull. 485 ; (1930).

20. Nichols, P. F. ; Methods of Sun-Drying Fruits ; Univ. of Calif. ; Agr. Expt. Sta. ; Cir. 75, (1933).

21. Shafik, M. and Hilmy, A. L. ; A Mud Brick Oven for Drying Dates and Controlling Ephestia ; Soc. Fouad 1er D'Entomologie, Extrait Du Bulletin ; (1939).

22. Sievers, A. F, and Barger. W. R. ; *Experimnets on the Processing* and Storing of Deglet Noor Dates in California ; U. S. D. A., Bull. No. 193; (1930).

23 State Council of Defence, Agr. Expt. Service of the Univ. of Wisconsin ; Dry Surplus Fruits and Vegetables ; Cir. 86 ; (1917).

24. Wiegand, E. H. & Bullis, D. E. ; A Method for Testing Moisture in Dried Prunes, Oregon Agr. College Station Cirucular 82; (1927).

(٢٥) حسين عارف ومحمد محمود صادق ، تجفيف البصل ، سلسلة الأبحاث العلمية رقم ٤ (قسم الصناعات الزراعية ، كلية الزراعة) ، (١٩٣٩) .

(٢٦) حسين عارف ، طريقة إصناع الملاح المصرى بالصناعات الزراعية الأولية ، (١٩٤٠)

جـ — مجلات

1. Aitken, H. C.; How Canada Dehydrates Foods, Food Industries Jour., May 1942.

2. Army Standards for Dehydrated Foods, Food Industries Jour.; Nov. 1942 and Jan. 1943.

3. Burton, L. V. ; Where to Locate That Dehydration Plant, Food Industries Jour., Feb. 1943.

4. Ditto; Dehydrator Uses New Technics, Food Industries Jour. Nov. 1943.

5. Chrietie, A. W.; The Value of Wax Wrappers for Carton Packed Dates; Western Canner; June 1925,

6. Cruess, W. V.; Dehydration of Fruits and Vegetables; Ind. & Eng. Chem. Jour., Jan. 1943.

7. Cruess, W. V. and Mrak, E. M.; What's Known Today about Dehydrating Vegetables; Food Industries Jour., Jan., Feb., March, April and May 1942,

8. Cruess, W. V. and Mark, E.M.; The Dehydration of Vegetables; Fruit Prod. Jour. and Am. Vin. Ind., Dec. 1940.

9. Cruess, W.V., Samisch, R. and Pancoast, H.M.; Fruit Enzyme Investigation, Fruit Prod. Iour, and Am. Vin. Ind., July 1933.

10. Edwards, W.D., Why Dehydrated Vegetables Did Not Succeed in the Past, Food Ind, Jour., Dec. 1933.

11. Fattah, M.T. and Cruess, W,V.; Factors Affecting the Composition of Dates; Plant Physiology, July 1927.

12. Food Industries Jour., How Dehydrated Foods are Being Packaged, July 1942.

13. Ditto, Compression of Dehydrated Foods Will Save Shipping Space, Feb. 1943.

14. Ditto, How Potato Shreds Are Made, March 1943.

15. Harper, L. K., What Packages to Use For Dehydrated Foods, Food Ind. Jour., July 1942.

16. Hohl, L.A. and Hoas, V.A., Experiments with Dehydrated Powdred Vegetables, Fruit Prod. Jour., June 1943.

17. Joslyn, M.A. and March, G.L., Experiments Conducted on Blanching Action of Vegetables, Frozen Foods Recorder, Western Canner and Packer, May — June — July, 1938.

18. Mackinney, G., Friar, H. F. and Balog E., Sulfered Dehydrated Vegetables, Fruit Prod. Jour. June 1943.

19. Mazzola, C., New Caustic Peeling Method Reduces Waste, Saves Labor, Food Ind. Jour., Jan. 1943.

20. Miller, B.; Drying Foods with Non-Rotary Air Dryers, Food Ind. Jour., April, 1936.

21. Mrak, E.M.,Dehydration of Guavas; Fruit Prod. Journ.; Feb. 1943.

22. Ditto, Developments in Dehydration, The Am. Dietetic Assoc. Jour., Jan. 1943.

23. Ditto, Dehydration Methods Used in California, Food Ind. Jour., August 1942.

24. Ditto, Retention of Vitamins by Dried Fruits and Vegetables, Fruit Prod Jour., Sept. 1941.

25. Mrak, E. M., Phaff, H. J., Fisher. C. D., and Mackinney G.; Dehydration of Fruits Offers Important Wartime Advantages, Food Ind. Jour., April 1943.

26. Morgan, A. F., Field, A. and Nichols, P. F.; Effect of Drying and Sulfering on Vitamin Content of Prunes and Apricots; Jour. of Agr. Research, Jan. 1931.

27. Nichols, P. F., and Reed, H. M.; What Happens in the Tropics; Western Canner and Packer, Sep. 1931.

28. Nichols, P. F., Mrak, E. M. and Pitmam, G. A.; Moisture Proofness of Containers, Western Canner and Packer; Sept. 1933.

29. Nichols, P.F. and Mark E.M.; Moisture Proofness of Containers tested Further; Western Canner and Packer; May 1934.

30. Nichols, P. F. and Reed, H. M.; Experiments in Harvesting and Drying Figs; Fruit Prod. Jour; April 1932.

31. Nichols, P. F. and Cruess, W. V.; Sulfer Dioxide as Dried Fruit Preservative; Ind. & Eng. Chem.; June 1932.

32. Nichols, P. F., Mrak, E. M. and Bethel, R.; Effect of Drying and Storage Conditions on Color and SO_2 Retention of Dried Apricots; Food Research, Vol. 4, No.1, 1939.

33. Nichols, P.F.; The Dehydration of Cling Peaches, Fruit Prod. Jour., March 1932.

34. Nichols, P.F., Fisher, C.D. & Parks, W.J.; Finding Moisture Content; Fruit Prod. Jour., May 1931.

35. Phaff, H. J. and Joslyn, M.A.; Peroxidase Test for Blanching Requires Careful Application; Food Ind. Jour., March 1943.

36. Peck, W.V.; The Design of Drying Plant for the Food Industry; Food Manufacture, Dec. 1937.

37. Pitman, A.L, Rabak, W. and Yee, H.; Packaging Requirements for Dehydrated Vegetables; Food Ind. Jour.; Jan. 1943.

38. Proctor, B.E, Simple Tests Reveal Improper Blanching, Food Ind. Jour.; Nov. 1942.

39. Ramage, W.D. and Rasmussen, C.L.; This is What it Costs to Dehydrate Vegetables; Food Ind. Jour., July 1943.

40. Reeve, R. M.; Facts of Vegetable Dehydration Revealed by Microscope, Food Ind. Jour., Dec. 1942.

41. Richert, W.S.; The California Dried Fruit Industry, 5 Parts; Fruit Products Jour., May and July 1937; and Jan. — Feb. — May 1938.

42. Rosseau, F.; Dehydration Equipment As Applied to Food Processing, Food Ind. Jour., Dec. 1939.

43. Van Arsdel, W. B. : Tunnel Dehydraters and Their Use in Vegetable Dehydration, Food Industries Jour., Oct.— Nov. — Dec. 1942.

44. Western Canner and Packer ; Attacks of Insects, June 1931.

45. Ditto, Dehydration Manual, 1943.

46. Wilson, R. V. and Slosberg H. M. ; Method Developed For Grading Dehydrated Food ; Food Ind. Jour., Sept. 1942.

(٤٧) عبد العزيز حسن النوتى ، مستقبل صناعة البلح فى مصر ، المؤتمر الزراعى الأول (١٩٣٦) .

(٤٨) على صادق ، الزبيب ، مجلة فلاحة البساتين المصرية (١٩٣٨) .

obeikandl.com