

تجفيف التمور Dates Dehydration

أ. د حسن خالد حسن العكدي



تعتبر عملية التجفيف من أقدم طرق الحفظ الغذائي كما يشير إليها تاريخ التجفيف حيث عرف منذ أكثر من 4000 سنة . يقصد بعملية تجفيف التمور (نزع الماء الزائد عن حاجة التمر الناضج) وعموماً فإن النسبة المسموح بها في التمور (نسبة الرطوبة) هي 25 % لذا يجب نزع الماء الذي يزيد عن هذه النسبة و لكن هنالك حاجة في بعض الصناعات المعتمدة على التمور تحتاج إلى نزع الماء من التمور إلى أكثر من 25 % قد تصل نسبة الرطوبة إلى 12 % ولا بد لنا من شرح بعض الأمور حيث أن نسبة الرطوبة في التمور تتكون من ثلاث أنواع من المياه .

- 1- الماء الحر free water .
- 2- الماء الاسموزي osmosis water .
- 3- الماء المتحد Bound water .

أن عملية التجفيف تؤثر فقط على النوع الأول و الثاني ولا تؤثر على النوع الثالث حيث يقصد بالماء الحر هي المياه التي تكون قريبة من سطح التمرة أو قشرتها و التي تتبخر من خلال سطح التمرة عندما تتعرض التمرة لأي حرارة مباشرة كأشعة الشمس وهذا النوع من المياه يفقد ببساطة من التمور أما النوع الثاني المياه الاسموزية فهي المياه التي تتحرك و تنفذ من خلال الأغشية الخلوية من التركيز العالي إلى التركيز الواطي في التمرة و عموماً فإن هذا النوع من المياه يمكن بعملية التجفيف من السيطرة عليها و أزاحتها أما النوع الثالث فهي المياه المتحدة وهذه المياه لا يمكن السيطرة عليها و إزاحتها لأنها من أصل و تركيب التمر و نسبتها بسيطة و لا تحتاج إلى الإزاحة لأن بإزاحتها يتغير تركيب التمر و على هذا الأساس ليس هنالك أي مشكله في عملية تجفيف التمور في أقطارنا العربية لأن المعدلات الحرارية فيها عالية و أن عملية تجفيف التمور تجري طبيعياً وهي على النخلة و لكن هنالك استثناءات لبعض الاصناف مثل الصنف مدجول و الصنف كالفورنيا كما يسميه البعض في الاردن يحتاج إلى عملية تجفيف لأسباب سنذكرها لاحقاً كما أن هنالك استثناءات أخرى لمناخ بعض الدول كالاردن و فلسطين ، المغرب ، تونس ، امريكا ، لأن موعد نضوج التمر و تجفيفه لا يتناسب مع فترات تساقط الامطار لذا تحتاج هذه الدول إلى عملية تجفيف التمور في بعض المواسم ، وكذلك الدول التي تكون فيها نسبة الرطوبة عالية مثل بعض دول الخليج العربي حيث يتساقط التمر قبل أوانه نتيجة الرطوبة لذا يحتاج إلى عملية إنضاج و تجفيف

فوائد التجفيف العامة



- 1- تحفظ الفاكهة بأبسط كلفه
- 2- الفاكهة المجففة تستهلك على طول السنة طازجة
- 3- أنها تخزن لفترات طويلة و بدون تلف
- 4- الأغذية المجففة مذاقها وقيمها الغذائية عالية وتحضيرها سهل
- 5- المحافظة على لون وطعم الفاكهة

أسباب تجفيف التمور

1. تحتاج بعض أصناف التمور إلى معدلات حرارية أعلى لا تتوفر أثناء الموسم
2. أن ثمار تمر المدجول لا تستوي أو تنضج بصورة متساوية .
3. ثمرة المدجول كبيرة وثقيلة 34 – 40 غرام لذا فإنها تتساقط قبل عملية جفافها الكامل داخل الكيس .
4. أن عملية التجفيف تخفف من نشاط الأحياء المجهرية و نموها كما أنها تقلل من التفاعلات الكيماوية .
5. أن عملية التجفيف تقلل من كلف الخزن .
6. أن عملية التجفيف تحافظ على نوعية التمور بعد عملية الغسيل .
7. أن عملية التجفيف تسيطر على فعالية الماء (النشاط المائي) بحيث يصبح الماء عازل مثالي ضمن ظروف الاتزان

**فعالية الماء = ضغط بخار الماء في التمر . عند نفس درجة الحرارة
ضغط البخار المشبع للماء النقي**

وبذلك تحددت مجموعات الأحياء المجهرية ونشاطها كما هي موضحة بالجدول التالي

مجموعة الأحياء المجهرية	الحدود الدنيا لفعالية الماء aw
بكتيريا	0.91
خمائر	0.88
فطريات	0.80
بكتيريا مقاومة للملح	0.75
بكتيريا مقاومة للسكر	0.62

مبادئ التجفيف العامة

لكي تكون عملية التجفيف فعالة وصحيحة وذات اهمية يجب أن تتوفر فيها العوامل التالية

- (1) ملائمة درجة حرارة التجفيف للتركيب الكيميائي و الطبيعي للتمر .

- (2) تنظيم حركة الهواء الساخن الملامس للتمور و كذلك رطوبته النسبية
- (3) أن تكون كافة الأدوات و الصواني من النوع الغذائي .
- (4) توفر المجففات الصناعية .
- (5) توفر المساحات للتجفيف الشمسي .
- (6) أجراء عمليات ما قبل التجفيف و هي كالآتي :
 - أ- تحضير المادة الخام للتجفيف .
 - ب- فرز و انتخاب التمور الجيدة
 - ج- عملية غسيل
 - د- عملية تجفيف أولي بالمراوح
 - هـ- عملية تقطيع إذا كان ذلك مطلوباً
 - و- عملية تجفيف بالمجفف .

دور الحرارة في عملية التجفيف :

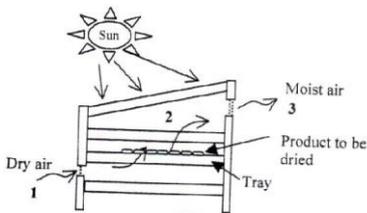
- 1- تعمل على تسخين التمر إلى درجة الحرارة التي يتم عليها التجفيف وهذا بدوره يؤدي إلى سهولة فصل الماء عن باقي مكونات التمر وسهولة انتقاله إلى سطح التمرة مما يسهل تبخيره وتعرف كمية الحرارة المستخدمة بالحرارة الظاهرة حيث أن حرارة التجفيف تتراوح ما بين 50 – 80 م و أكثر من ذلك يسبب الجفاف السطحي .
- 2- تحويل الماء الموجود في التمر إلى بخار على نفس درجة الحرارة وهذا ما يعرف بالحرارة الكامنة للتبخير .
- 3- الحرارة تعمل على زيادة قدرة الهواء على حمل بخار الماء .

أنواع التجفيف

تقسم أنواع التجفيف إلى نوعين هما

- 1- التجفيف الشمسي (التجفيف الطبيعي) ومصدر اشعة الطاقة الشمسية
- 2- التجفيف الصناعي (المجففات الصناعية)

التجفيف الشمسي الطبيعي



يعتمد التجفيف الشمسي على حرارة و أشعة الشمس كمصدر طبيعي للحرارة كما يستخدم الهواء الطبيعي لامتناس ونقل الرطوبة من التمور وبذلك نكون قد تخلصنا من الرطوبة الزائدة و عموماً فإن أصحاب التمور يجففون تمورهم في فضاء منعزل في البستان و يكون على الأشكال التالية .

- 1- نشر التمور على فرش (حصير) داخل المزرعة أو في صواني .
- 2- بعض المزارعين يعملون ضلل البستان أو فوق المباني و تفرش فيها التمور على صواني أو حصير وتكون الضلل مزودة بمراوح

لتغيير الهواء و زيادة حركته أما نوعية الصواني فتكون من الخشب الجاف و المقاوم للحرارة المرتفعة ويكون لها براويز مستطيلة أو مربعة و مقاساتها ما بين 2 * 3 متر إلى 3 * 6 متر أما الفتحات فيضم الانش المربع الواحد 8 ثقوب .

مزايا التجفيف الشمسي



- 1- اعتماد الحرارة الشمسية فقط .
- 2- غير مكلف اقتصادياً
- 3- سهولة العملية
- 4- أقل معدات
- 5- التجفيف الشمسي يكسب التمور المجفف اللون المرغوب و الجذاب .
- 6- السرعة في التجفيف .
- 7- أن التمور تحتوي على تراكيز عالية من السكريات لذلك تكون أكثر أماناً عند عملية التجفيف .
- 8- عدم الحاجة إلى استعمال آلات لتوليد الحرارة

عيوب التجفيف الشمسي

- 1- عدم التحكم بنسبة الرطوبة النهائية في التمور و الاعتماد على الخبرة
- 2- استخدام عمالة كثيرة .
- 3- فقدان بعض العناصر الغذائية في التمور .
- 4- تحتاج عملية التجفيف إلى مساحات شاسعة .
- 5- التمور المجففة شمسياً أقل جودة .
- 6- تتعرض التمور المجففة شمسياً إلى الاتربة و الحشرات و الطيور و تلوثها لذا يفضل تغطيتها بقطع من الشاش .
- 7- تعرضها للأمطار و التي هي مختزل مهم للنوعية
- 8- مدة الحفظ للتمور المحفوظة بالتجفيف أقل من طرق الحفظ الأخرى .
- 9- التلوث المعدني عند استعمال صواني من الحديد ، النحاس و ذلك لتأكسدها لذا يفضل استخدام صواني من الاستانلس ستيل أو التقلبون المغلف بالفايبر كلاس

أنواع و طرق التجفيف الشمسي



- 1- المستوى الأرضي للتجفيف وهذا النوع بسيط و مهم في التجفيف الشمسي حيث تنتشر الصواني المحتوية على التمور بطبقة واحدة على الأرض .
- 2- التجفيف على شكل رفوف: الاختلاف عن مستوى الأرضي هي بوضع الصواني على شكل رفوف

لاختزال المساحة المستخدمة للتجفيف الشمسي و هي عادة ما تكون على ارتفاع واحد متر عن الأرض حيث تساعد عملية دوران الهواء بين الصواني على الإسراع بعملية التجفيف.

- 3- **البيوت المتعددة للتجفيف الشمسي** : وهي البيوت التي تبنى للاستفادة من أنظمة الطاقة الشمسية و الاستفادة من أشعة الشمس و الهواء و السيطرة عليهم و توزيعها على بيوت التجفيف الشمسي خصوصاً للبلدان التي لديها طاقة شمسية كبيرة و هنالك ثلاثة أنواع من المجففات الشمسية .
- أ) Absorption : وهي أن التمور مباشرة تجفف بواسطة أشعة الشمس .
- ب) Convection : وهذه تعتمد على تسخين الهواء بأشعة الشمس و الذي بدوره يدور حول و فوق التمور داخل كابينات .
- ج) وهي عملية الخلط بين الحالة الأولى و الحالة الثانية .

4- **التجفيف الظلي Shade drying**



أن التجفيف الظلي يحمي نوعية التمور و يعتمد على شدة الطاقة الشمسية و طول الفترة الزمنية لأشعة الشمس كما أن تنظيم طول فترة التجفيف لأن عملية التجفيف الظلي بطيئة نوعاً لأنها تستخدم الصواني الشمسية تحت الشبك الأخضر (ظل خضراء أو بيت زجاجي) .

• **العوامل المؤثرة في اختيار المجفف الشمسي للتمور :**

- 1- كمية التمر المراد تجفيفها أثناء الموسم
- 2- كمية التمور التي يراد تجفيفها بالدفعة الواحدة
- 3- مدة التجفيف وظروف التجفيف
- 4- كمية الرطوبة في التمر
- 5- مدى تأثير درجة الحرارة أثناء الموسم في تجفيف التمر
- 6- الظروف المناخية خلال موسم التجفيف

التجفيف الصناعي للتمور



يعتمد التجفيف الصناعي للتمور على المجففات و التي تعتمد أساساً على الوقود أو الكهرباء ... الخ و هي ذات أشكال و أحجام مختلفة و ذات صفات نوعية مختلفة و التي تحافظ على القيمة الغذائية للتمور كالسيطرة على درجة حرارة التجفيف ، سرعة الهواء ، خلخلة الهواء ، الرطوبة النسبية ... الخ .

وعموماً فدرجة الحرارة المستخدمة في التجفيف الصناعي تساعد على تسخين التمور وفصل الماء من التمر ونقله من وسط التمر إلى سطحه ثم تبخره ودرجة

حرارة التجفيف تتراوح ما بين 45 – 80 م علماً أن درجة حرارة التجفيف تحسب كما يلي :



وزن التمر x الحرارة النوعية x عدد درجات الحرارة النوعية التي ارتفعها التمر كما يجب الأخذ بعين الاعتبار زيادة قدرة الهواء على حمل بخار الماء لأنها تتناسب طردياً مع درجة حرارته

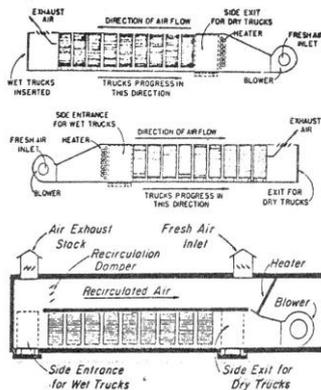
العوامل المؤثرة في سرعة التجفيف

- 1) سرعة الهواء : تزداد سرعة التجفيف (تجفيف التمر) بزيادة سرعة الهواء الداخل للمجفف وتبلغ سرعة الهواء في المجففات من 50 – 335 متر / دقيقة .
- 2) الرطوبة النسبية للهواء : كلما كانت الرطوبة النسبية للهواء منخفضة كلما كانت عملية التجفيف أسرع ويجب الانتباه إلى هذه الفقرة لأنها قد تؤدي إلى ظاهرة جفاف السطحي للتمر .
- 3) درجة الحرارة: كلما زادت درجة الحرارة الداخلة إلى المجفف كلما كانت عملية التجفيف أسرع و عموماً درجة الحرارة المستخدمة هي 45 – 80 م .
- 4) نوع التمور المراد تجفيفها : حيث لكل نوع من التمور ظروفه الخاصة .
- 5) حجم التمور المراد تجفيفها : حيث لكل نوع من التمور حجماً معيناً .
- 6) حمولة الصواني: لأن حمولة الصواني تتناسب عكسياً مع سرعة التجفيف حيث كلما زادت حمولة الصواني قلت سرعة التجفيف و العكس صحيح .
- 7) الضغط : كلما استخدم الضغط المخلخل في عملية التجفيف كلما زادت سرعة التجفيف .

أنواع المجففات الصناعية

- 1- مجففات الأنفاق Tunnel Driers
- 2- مجففات الحزام الناقل Conveyer Driers
- 3- مجففات المقصورات Cabinet Driers
- 4- المجففات الأسطوانية Drum Driers
- 5- المجففات الرذاذية Spray Driers

و بالنسبة للتمور أفضل المجففات الصناعية لها هي مجففات الأنفاق و مجففات الحزام الناقل و المقصورات .



رسم تخطيطي للمجففات النفقية

مجفف الأنفاق

يعتمد التجفيف في مجفف الأنفاق على مرور التمور في عربات محملة بالصواني من أحد أطراف النفق وبسرعة مناسبة حيث تتعرض التمور داخل النفق إلى هواء التجفيف (هواء ساخن) مسيطر عليه بمراوح خاصة تمرر الهواء الساخن على التمور ولمجفف الأنفاق أنظمة

حركة للهواء الساخن داخل النفق فمنها النظام الموازي ومنها النظام العكسي ومنها النظام الوسطي لإمرار الهواء من وسط النفق وتوزيعه باتجاهين لذا يخرج التمر من الطرف الآخر كامل التجفيف ومجفف الأنفاق يتراوح طوله ما بين 20 – 30 قدم و ارتفاعه 5 أقدام وعرضه 3 أقدام .



مجفف الحزام الناقل Conveyor Dries

وهذا النظام يعتمد على وضع التمر على حزام ناقل الذي يسير داخل غرفة التجفيف بحيث تتعرض التمر إلى الهواء الساخن طيلة حركته المتعكسة بحيث تخرج التمر من الطرف الآخر جافة .

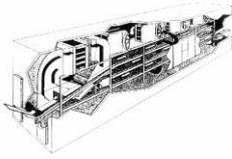


Figure 11 A triple belt air blast freezer

مزايا الحفظ بالتجفيف الصناعي

- 1- السيطرة على عملية التجفيف
- 2- تأمين أفضل ظروف التجفيف من حرارة و رطوبة نسبية ، حركة هواء .
- 3- اختزال الزمن.
- 4- السرعة في التجفيف .
- 5- السرعة في حركة العربات .
- 6- اختزال التلوث بكافة أنواعه .
- 7- إنتاجية نمطية مستمرة .
- 8- يحتاج إلى مساحات أقل وعدد أقل من الصواني .
- 9- يمكن إجراء التجفيف الصناعي في أي وقت من أوقات اليوم و السنة
- 10- التمر المجففه صناعياً أقرب إلى التمر الطازجة

مساوئ التجفيف الصناعي

- 1- كلف عالية للمجفف
- 2- كلف عالية للتشغيل
- 3- لا يمكن الحصول على نتائج مثل التجفيف الشمسي.

العوامل المهمة في التجفيف

1- السيطرة على الرطوبة النسبية :

أن السيطرة على الرطوبة النسبية في عملية التجفيف وتنظيمها داخل المجفف أمر مهم وبدون أخلال هي مساهمة كبيرة في سرعة التجفيف ، حيث ان عملية التبخر يجب السيطرة عليها عندما تبدأ التمر بالسخونة لذا يجب أن يكون الهواء المستخدم يحتوي على بعض الرطوبة وبنسبة أقل من 40 % .

2- سرعة الهواء :

عامل مهم آخر في عملية التجفيف وعموماً المستخدم في المجففات هي سرعة هواء المجفف ما بين 180 – 220 متر / دقيقة أما إذا كان بحدود 300 متر / دقيقة فإنه يكون غير اقتصادي لأنه يحتاج إلى قوة اكبر Power وعموماً فإن السرعة تبدأ من 10 إلى 70 متر / دقيقة ومن ثم تزداد إلى 140 متر / دقيقة .

3- حرارة الهواء :

أن الأساس في استخدام الحرارة هو لأجل تبخر الماء الزائد من التمور لذا فإن استخدام درجة حرارة 60 م ممكن أن يحملنا خمس مرات أكثر من حرارة الهواء عند 32 م لذا فإن نوعية الفاكهة تتحكم بدرجة الحرارة المطلوبة للتجفيف و الجدول التالي يوضح ذلك .

نوعية الفاكهة	الحرارة القصوى
دراق	55 م
مشمش	65 م
تمر	55 م
تفاح	65 م
عنب	65 م
أجاص	55 م

لفاكهة	كغم / م ²	درجة الحرارة °c	الزمن	الرطوبة
التفاح – شرائح	10	55 – 75	5 – 6 ساعات	20 %
الدراق – إنصاف	10	60 – 70	10 – 15 ساعة	15 – 20 %
الكرز	10	55 – 70	6 – 8 ساعات	12 – 15 %
التمور / قطع	15	55 – 60	12 ساعة	15 %

- 4- نوعية التمر وحجمه المراد تجفيفه حيث لكل مادة ظروفها الخاصة بالتجفيف
- 5- حمولة الصواني حيث أن حمولة الصواني تتناسب عكسياً مع سرعة التجفيف

لماذا التجفيف الصناعي

يمكن تلافي عيوب التجفيف الشمسي بالتجفيف الصناعي لأنه يحقق الأمان للتمور أكثر من التجفيف الشمسي ولكنه برغم انه مكلف اقتصاديا وعموماً بعد تجفيف التمور يجب أن نحسب نسبة الانكماش في التمور بحيث توزن الكمية قبل دخولها إلى المصنع وبعد خروجها و الفرق يعني نسبة الفقد في كمية التمور قبل وبعد عملية التجفيف .

أما نسبة التثريب أي نسبة الماء التي تتشربه التمور بعد عملية التجفيف و الخزن

القيمة الغذائية للتمور المجففة

دهون غرام	بروتين غرام	محتوى الطاقة سعر حراري	
0.4	2.4	233	التمور المجففة
0.3	1.2	156	التمور نصف مجففة
0.4	1.00	78	رطب
0.5	2.5	274	بدون نوى

تعبئة وخزن التمور المجففة

بعد عملية التجفيف توضع التمور في أوعية من خوص النخيل أو في صناديق خشبية أو بلاستيكية معقمة لمنع النشاط المجهري وتوضع في المخازن المبردة أو الجافة (درجة حرارة 7 – 12 م °) ورطوبة نسبية 55 – 60 % و المكان يفضل أن يكون نظيف وجيد التهوية وقد تستعمل بعض المواد الكيميائية لأجل امتصاص الرطوبة الزائدة مثل أكسيد الكالسيوم ويفضل تعقيمها بالمثل برومايد أو رابع كلوريد الكربون أو بالفوسفوتوكسين .

عملية استرجاع التمور المجففة (الترطيب)

تعتمد عملية استرجاع التمور المجففة على محتوى الرطوبي للتمور المجففة أولاً وتتم عملية استرجاع (الترطيب) للتمور على الشكل التالي

1) الترطيب بالأحزمة الناقلة

أن عملية الترطيب بالأحزمة الناقلة يضمن وضع التمور على حزام ناقل متحرك في وسط جو بخاري لفترة زمنية محسوبة تعتمد على كمية التمور وعلى كمية الرطوبة التي تحتاجها هذه التمور

2) الترطيب بالغرف

يتم وضع التمور في صناديق بلاستيكية في غرف خاصة تحتوي على مصدر بخاري موزع على جميع جهات الغرفة بحيث يتم توجيه جرعات من البخار على التمور واسترجاع بعض الرطوبة ومن ثم تهويتها وتعبئتها كتمور طازجة .

تأثير عملية التجفيف على عوامل الفساد

1) تأثير التجفيف على الأحياء المجهريّة

أن الغاية من عملية التجفيف هو خفض المحتوى الرطوبي للتمور والذي بدوره يحد من نمو الأحياء المجهريّة (بكتيريا ، فطريات ، خميرة) حيث أن نمو هذه الأحياء يعتمد على فعالية النشاط المائي لنموه وتركيبها ومقدرتها على امتصاص الماء وعموماً فإن الفطريات تنمو في نشاط مائي aw أقل من الخمائر وهذه بدورها تنمو في نشاط مائي aw أقل من البكتيريا ولذلك فإن الفطريات تعتبر من أهم الأحياء المجهريّة المفسدة .

2-تأثير التجفيف على التفاعلات الكيميائية

- أن عملية التجفيف للتمور تحتاج إلى درجات حرارة لإزالة الرطوبة و أن ارتفاع درجة الحرارة تنشط التفاعلات الكيميائية للثمرة ومن أهم هذه التفاعلات .
- 1- تفاعل ميلا رد (وهو التفاعل ما بين مجموعة الالدهيد والكيثون في السكر ومجموعة الأمين في الحوامض الأمينية) و التي تنشأ بذلك ظاهرة الادكتان للتمور (اللون البني الغامق – الاسود) وهي ظاهرة غير مرغوب بها .
 - 2- أن زيادة درجة الحرارة وتواجد الرطوبة يساعد في نشاط وعمل انزيم البولي فينول أو كسيدير و الذي يساهم أيضاً في أدكنان لون التمور بحيث تصبح غير مرغوبة .

(3)تأثير التجفيف على الأنزيمات

أن عملية التجفيف عموماً تخفض فاعلية نشاط الأنزيمات بانخفاض نسبة الرطوبة في التمر وتعتبر الحرارة الجافة أقل فاعلية في قتل الأنزيمات من الحرارة الرطبة و عموماً فالتمور تحتوي على لإنزيمات التالية :

- 1- أنزيم البولي فينول أو كسيديز
 - 2- أنزيم دي كاليكترونيز
 - 3- انزيم السليلوليز
 - 4- انزيم البكتينيز
 - 5- انزيم الانفرتيز
- وكل هذه الأنزيمات قد تنشط أثناء عملية التجفيف على درجة أقل من 70 م .

التجفيف و الفقد في مكونات التمور الغذائية

أن عملية التجفيف تؤدي إلى إزالة الجزء الحر من الماء في التمور مما يؤدي إلى زيادة تركيز المواد الغذائية في التمر لذا يزداد تبعاً لذلك تركيز المواد الكربوهيدراتية مع زيادة طفيفة للبروتينات و الدهون لأن كمياتها أساساً قليلة كما أن الزيادة أيضاً ستكون للاملاح المعدنية أن عملية التجفيف عموماً تسبب فقدان كميات كبيرة من المواد التالية

- 1- الكاروتين في التمور لا يتأثر بعملية التجفيف .
- 2- فيتامين C في التمور لا يتأثر إلا قليلاً بعملية التجفيف .
- 3- الحوامض الامينية في التمور تتأثر قليلاً في عملية التجفيف

أنظمة عملية التجفيف

- (1) نظام الدفعة . Batch System
- (2) النظام المستمر Continues System

مشاكل لتجفيف بصورة عامة

الرطوبة في المنتج بعد التجفيف	(1) ترك التمور المجففة لفترة طويلة بعد تبريدها بدون خزن بحيث تنتشر بعض الرطوبة من الجو لانها محبة للماء (2) عملية التجفيف غير كفاءة
عفن في التمور بعد التجفيف	(1) عدم فحص رطوبة التمر باستمرار و خلال فترة أسبوع (2) عملية التعبئة و الخزن غير جيدة
البقع السوداء	(1) التجفيف في درجات حرارة عالية (2) عملية التجفيف قد تعدت فترتها
تواجد حشرات	(1) التجفيف في الحقل مما يسبب التلوث بالحشرات (2) عدم تنظيف وتعقيم مكان التجفيف

فساد التمور المجففة

- (1) الجفاف السطحي : وهو تصلب الطبقة الخارجية و أحتراقها مع بقاء الجزء اللحمي الداخلي محتفياً برطوبته مما يعرضها للتلوث الميكروبي ويحدث هذا نتيجة خلل في انتقال الرطوبة من داخل الثمرة إلى سطحها وذلك بسبب حجم التمر ، انخفاض الرطوبة النسبية في هواء التجفيف ، ارتفاع درجة حرارة التجفيف .
- (2) الإصابة بالاحياء المجهرية : إذا كانت رطوبة التمر عالية بعد التجفيف فأنها تكون عرضة للتلوث بالأحياء المجهرية خصوصاً الخمائر ، البكتيريا ، الأعفان ، لذا يفضل السيطرة على رطوبة التمر و نظافة و تعقيم المخازن .
- (3) الإصابة الحشرية هو عدم الأعتناء بنظافة المخازن وتعقيمها .

أمثلة حسابية عن التجفيف

عينة من التمور الطازجة تحتوي على سكريات نسبتها 50 % جففت في فرن كهربائي تحت ضغط 100 سم زئبق فأصبحت النسبة المئوية للسكريات 65 % أحسب نسبة الرطوبة في التمر الطازج .

$$\frac{\text{وزن التمر الطازج}}{\text{وزن التمر الجاف}} = \frac{\text{وزن السكر في التمر الجاف}}{\text{وزن السكر في التمر الطازج}}$$

نفرض أن نسبة الرطوبة في التمر الطازج = س

$$\frac{65}{50} = \frac{100}{100 - س}$$

$$5000 = 65 - س$$

$$5000 - 6500 = س$$

$$س = 1500$$

س = 23 % نسبة الرطوبة في التمر الطازج

س : ما هي نسبة الرطوبة الواجب تبخيرها من التمور الطازجة نسبة الرطوبة فيها 40 % للوصول إلى نسبة الرطوبة 22 % .

$$\text{نسبة التجفيف} = \frac{(1 + س)}{1 + ص}$$

$$= \frac{1 + 20 \div 40}{1 + 78 \times 22}$$

$$= 1.28 = 3$$

س : عينة من التمر وزنها 500 غم قدرت فيها نسبة الرطوبة فكانت 15 % تركت للتشرب الحد الأقصى من الماء فكان وزنها بعد التشرب 750 غم أحسب نسبة التشرب ، نسبة الرطوبة في التمر بعد التشرب .

$$(1) \text{ نسبة التشرب} = \frac{\text{وزن المادة بعد التشرب}}{\text{وزن المادة قبل التشرب}}$$

$$1 : 1.5 = \frac{750}{500} =$$

أي ان كل وزن من المادة المجففة يصبح 1.5 وزن بعد التشرب .

(2) حساب نسبة الرطوبة

$$\text{وزن الرطوبة في 500 غم من التمر} = \frac{15 \times 500}{100} = 75 \text{ غم}$$

$$\text{الزيادة في وزن المادة بعد التشرب} = 750 - 500 = 250$$

وهو وزن الماء التي تشربتها التمور

$$\text{إذا مجموع وزن الماء في التمر بعد التشرب} = 75 + 250 = 325 \text{ غم}$$

$$\text{نسبة الرطوبة} = \frac{100 \times 325}{750} = 43.3\%$$

مثال :

تمور تفقد 5% من وزنها بعد عملية الغسيل و نسبة التجفيف هي 15 : 1 فما هي كمية المادة الخام التي تلزم لإنتاج 100 طن من التمور المجففة .

$$\text{نسبة التجفيف} = \frac{\text{كمية المادة الداخلة في التجفيف}}{\text{كمية المادة الناتجة بعد التجفيف}}$$

$$\frac{\text{س}}{100} = \frac{15}{1}$$

$$\text{س} = 15 \times 100 = 1500 \text{ طن}$$

بما أن نسبة الفقد 5% بالغسيل

إذن كل 1500 طن تمثل 95
إذن س تمثل 100%

$$1578.9 = \frac{1500 \times 100}{95} = \text{س}$$