**حفظ الأغذية بالتجفيف**

**نسبة الانكماش:** يقصد به النسبة بين كمية المادة الخام الكلية بقشورها وأجزائها الغير مرغوبة مثل البذور وغيرها وكمية المادة المجففة الناتجة . فإذا قيل أن نسبة الانكماش فى البطاطس 7 : 1 فمعنى ذلك أن كل 7 كيلو بطاطس خام يدخل إلى المصنع تعطى كيلو جرام واحد من البطاطس المجففة .

**نسبة التجفيف:**

هى النسبة بين كمية المادة الداخلة للتجفيف وكمية المادة الناتجة المجففة . أى النسبة بين كمية المادة بعد ازالة قشورها والأجزاء غير المرغوب فيها وبين كمية المادة المجففة الناتجة ويعبر عنها هكذا على سبيل المثال 5 :1 ومعنى ذلك أن كل 5 أوزان من المادة الداخلة إلى المجفف تعطى بعد تجفيفها وزناً واحداً من المادة المجففة ودائماً يكون الرقم الثانى واحد صحيح .

**نسبة التشرب:**

عبارة عن النسبة بين كمية المادة بعد التشرب وكميتها قبل التشرب ويعبر عنها بالنسبة 6 : 1 أو 8 : 1 . ومعنى أن نسبة التشرب لمادة مجففة 6 : 1 هو أن كل 6 أوزان من المادة بعد التشرب تنتج من وزن واحد من المادة الجافة .

. **تأثير التجفيف على المنتجات الزراعية**

**تفقد المادة الغذائية رطوبتها أثناء التجفيف مما يؤدي إلي تركيز المكونات الغذائية في الكتلة الباقية فيزداد تبعا لذلك وزن البروتين والدهن والكربوهيدرات بكميات كبيرة نسبيا عن مثيلتها في المواد الطازجة ولكن عند إعادة التشرب فإن المادة تتقارب مع تركيبها الطازج ولكنها تفقد الكثير من المكونات الهامة الذائبة والحساسة أثناء معاملات ما قبل التجفيف.   
  
فمعدل الفقد في المكونات الذائبة للمادة الغذائية يرتفع كنتيجة لمعاملات السلق لتثبيط الإنزيمات أو عمليات الكبرتة للمحافظة علي اللون ويفقد حامض الاسكوربيك والكاريتين كنتيجة للأكسدة والريبوفلافين حساس للضوء والثيامين حساس للحرارة ويفقد نتيجة للكبرتة   
  
ويسبب التجفيف الشمسي فقد كميات كبيرة من الكاروتين وفيتامين ج,إلا أن عمليات السلق الأولية تحافظ علي هذه الفيتامينات فالكاروتين يفقد بمعدل 80% إذا تم التجفيف دون إجراء عمليات السلق بينما تنخفض نسبة الفقد إلي 5% فقط عند إجراء عمليات السلق, ومعدل الفقد في الثيامين في المواد المجففة المعاملة بالسلق هي 15% في حين يصل الفقد في الخضراوات غير المعاملة بالسلق إلي 75% من كمية الثيامين, وفي حالة فيتامين ج فإن عمليات التجفيف السريعة تساعد علي حفظه وعلي ذلك فالتجفيف لا لشمسي يؤدي إلي انعدام وجود هذا الفيتامين في الخضراوات أو الفاكهة المجففة, ويختلف الأمر تماما بالنسبة للبروتين فالمواد التي تحتوي علي بروتينات عالية يجب أن تجفف علي درجات حرارية منخفضة حيث إن الدرجات الحرارة المرتفعة تقلل من القيمة البيولوجية للبروتين في حين أن استعمال درجات منخفضة تؤدي إلي زيادة معامل هضم البروتين عن البروتين غير المعامل.   
  
ويشكل حدوث التزنخ في المواد التي تحتوي علي نسبة مرتفعة من الدهون أثناء تجفيفها مشاكل خصوصا إذ تم التجفيف علي درجات حرارية منخفضة نسبيا ولذا وجب استعمال المواد المضادة للأكسدة لتجنب هذه الظاهرة. أما بالنسبة للتغيرات التي تطرأ علي الكربوهيدرات كنتيجة للتجفيف فقد ينحصر في مدي تأثيرها علي لون المواد المجففة حيث قد يساعد في حدوث الكر ملة أو التفاعلات بين الأحماض العضوية والسكريات المختزلة أو الأخيرة والأحماض الأمينية. وإضافة ثاني أكسيد الكبريت يؤدي إلي التحكم في تكوين المواد المسببة للون البني نتيجة لعمله كمثبط للإنزيمات أو مضاد للأكسدة وتأثير هذه الطريقة يتوقف علي مدي قلة المحتوي المائي.   
  
تأثير التجفيف علي الأحياء الدقيقة:   
  
تنمو الفطريات عادة علي الأغذية التي تحتوي علي 12 % رطوبة وقد تنمو بعض الفطريات علي بعض الأغذية التي تحتوي علي 5 % رطوبة في حين البكتيريا والخمائر تحتاج إلي مستويات مرتفعة من الرطوبة فهي تنمو إذا وصلت الرطوبة إلي 30 %أو أكثر علي استعمال الأملاح قد يؤدي إلي حفظ المواد المجففة فقد وجدت عموما في تجفيف الأسماك واللحوم. وتقاوم بعض البكتيريا المسببة للأمراض الجفاف ولذلك فقد تسبب استهلاك المواد الجافة الملوثة إلي كثير من حالات التسمم أو الإصابة بالنزلات المعوية, ولكن تنخفض أعداد البكتيريا بانخفاض رطوبة المواد الغذائية المجففة تجفيفا جيدا والمخزنة بطرق خاصة أثناء عمليات التخزين.   
  
تأثير التجفيف علي الإنزيمات:   
  
تتأثر الإنزيمات بواسطة الحرارة الرطبة خصوصا إذا كانت درجة الحرارة تزداد كثيرا عن الحرارة المثلي لعمل الإنزيم, واستعمال الحرارة الرطبة علي 100م لمعاملة الخضراوات يؤدي إلي تثبيط الإنزيمات في الحال. وبالكشف عن نشاط بعض المقاومة لفعل الحرارة مثل الكتاليز Catalase والبيروكسيديز Peroxidase   
  
يمكن تحديد مدي نجاح المعاملة خصوصا بالنسبة للإنزيم الأخير حيث إنه أشد مقاومة للمعاملات الحرارية ونشاط الإنزيم يتوقف تماما إذا بلغت مقدار الرطوبة في المادة الغذائية أقل من 1.%   
  
تأثير عمليات التجفيف علي الصبغات في الأغذية:   
  
يتوقف لون المواد الغذائية علي مقدرة الغذاء علي عكس أو تفريق أو امتصاص أو السماح بنفاذ الأشعة المنظورة, وتتغير الصفات الطبيعية والكيماوية للأغذية وعليها تتغير مقدرتها علي التعامل مع الضوء المنظور ويتأثر الكاروتين بدرجة الحرارة العالية عن الحد ومدة التجفيف في حين أن مركبات الأنثوثيانين تختزل بواسطة ثاني أكسيد الكبريت الذي يوقف التغيرات اللونية البنية - Browningreactionsكما تؤدي الإنزيمات المؤكسدة إلي تغيرات لونية خصوصا في الأنسجة الممزقة للثمار المراد تجفيفها, ولو أن عمليات السلق قبل التجفيف تؤدي إلي تثبيط الإنزيمات.   
  
ويتكون الكلوروفيل منb,a وترجع درجة المحافظة علي الكلوروفيل إلي مدي الاحتفاظ بمركب المغنسيوم في جزيء الكلوروفيل وفي حالة التسخين الرطب يتحول الكلوروفيل إلي فيوفيتينpheophytin ويفقد جزء من المغنسيوم. ويقلل استعمال القلويات من معدل الفقد في مركب المغنسيوم ولو أن هذه الطريقة تعمل علي فقد بعض المركبات الغذائية الأخرى.   
  
وتفاعلات السكريات المختزلة مع الأحماض الأمينيةMaillard reactionتحدث عند تجفيف الفاكهة وإذا عوملت الفاكهة بغاز ثاني أكسيد الكبريت فإنه يؤثر علي تفاعلات ميلاد كما يؤثر علي نشاط وفاعلية الإنزيمات كما أن التفاعلات المؤدية إلي تغيرات في اللون ممكن أن تتوقف تماما عند التخزين علي درجات حرارية منخفضة   
  
والتعبئة تحت تفريغ في عبوات محكمة تؤدي إلي تقليل عمليات الأكسدة للمواد الحساسة مثل الكاروتين وحامض الاسكوربيك كما أن وجود بعض المواد الماصة للرطوبة Desiccant مثل أو كسيد الكالسيوم يقلل من نسبة الرطوبة للمادة الجافة المخزنة مما يوقف نمو الفطريات ويقلل من التغيرات اللونية معا.   
  
عمليات الاسترجاع   
  
كميات كبيرة من الفاكهة التي تحتوي علي مقدار مرتفع نسبيا من الرطوبة 15 – 25% تجفف في الشمس أو باستعمال المجففات الشمسية وتشمل التفاح والمشمش والخوخ والقراصيا والعنب والتين والموز, وبجانب ذلك كثير من الخضراوات يتم تجفيفها بعد عمليات السلق Blanching في البخار أو في الماء علي درجة الغليان وقد تعامل بعض أنواع الخضر بثاني أكسيد الكبريت أو بالبايسلفيت, ومن الأفضل أن تنخفض نسبة الرطوبة في الخضر المجففة إلي 4% إذا أريد حفظ نوعية الخضر المجففة أثناء التخزين, ويمكن خفض درجة الرطوبة إلي هذا الحد بالاستعانة بالمواد الماصة للرطوبة Desiccant وتجفف البطاطس والجزر علي هيئة مكعبات أو شرائح وكذلك البصل والطماطم علي هيئة شرائح والفاصوليا الخضراء تجزأ إلي قطع بطول 2سم أو تقطع طوليا Longudinal إذا قلت بها نسبة البذور, وبجانب ذلك فإن معظم الخضراوات الورقية والنباتات العطرية والطبية تجفف باستعمال المجففات الشمسية.   
  
ومعظم الوريقات لايتم استرجاعها بل تستعمل كمواد متبلة أو تضاف للأغذية علي هيئة مساحيق كذلك ننصح عند استرجاع الخضر الأخرى مثل البسلة والفاصوليا الخضراء والبطاطس والجزر والبصل والطماطم إعادة استرجاع ماء الاسترجاع بقدر الإمكان مع إمكان استعمال ماء الاسترجاع في تحضير الأغذية حيث إن كميات كبيرة من المواد اللغذائية الذائبة تفقد في ماء الاسترجاع, وتتم عملية الاسترجاع علي الساخن وذلك بنقع المواد الغذائية المجففة في ماء علي درجة 100م لمدة لاتزيد عن 25 دقيقة أو علي البارد باستعمال ماء الصنبور لمدة تختلف من ساعة إلي خمس ساعات علي أنه يفضل استعمال الماء الساخن لسرعة عملية التشرب خصوصا في حالة الخضر, أما الفاكهة فغالبا يتم استرجاعها علي البارد.   
  
وبجانب ما ذكر فقد يتم تصنيع لفائف الفاكهة مثل قمر الدين(من المشمش) أو الجوافة أو الطماطم ويمكن استرجاعها علي البارد مع بسترتها برفع درجة الحرارة عند نهاية فترة الاسترجاع لمدد بسيطة قبل إعدادها كعصائر أو مركزات, ولقد وجد أن عمليات السلق قبل التجفيف بجانب أنها تساعد علي حفظ مكونات المادة المجففة إلا أنها تمنع التغيرات الإنزيمية التي قد تؤثر علي طبيعة المواد المجففة هذا بجانب سرعة جفافها واسترجاعها   
  
كما أن عملية تعريض الفاكهة للبخار قبل عملية الكبرتة تؤدي إلي سرعة تشبع أنسجة الفاكهة بغاز ثاني أكسيد الكبريت.   
  
علي أنه من الناحية الميكروبيولوجية لا ينصح باسترجاع الفاكهة علي درجة حرارة من 20 – 30م إذ أن هذه الدرجة تؤدي إلي نمو البكتيريا Mesophilic أي المحبة للدرجات الحرارية المتوسطة وغالبا ما تكون هذه البكتيريا مسببة للأمراض.   
  
ميكروبيولوجيا المواد الغذائية المجففة:   
  
تؤدي عملية التجفيف إلي تبخر الرطوبة وبذلك نقلل من النشاط المائي الذي يسمح للكائنات الحية الدقيقة أن تنمو, وغالبا ما ت}دي عملية التجفيف إلي خفض نسبة الميكروبات الملوثة حيث إن كثيرا من الكائنات الدقيقة لا تتحمل الجفاف ومن الميكروبات التي تتحمل الجفاف بعضها يبقي في حالة مثبطة أو قد تصاب بعضها بالتلفيات غير المميتة, ويختلف مدي تأثير التجفيف علي الكائنات الحية الدقيقة تبعا للسلالات وعمرها الفسيولوجي وحالة الخلايا وتركيز الخلايا وظروف التجفيف وتشمل درجة الحرارة والرطوبة والوقت ومعدل فقد الرطوبة ومقدار الرطوبة المتبقية في المادة الغذائية ونوع الغذاء (ومدي احتوائه علي مواد تمنع نمو الأحياء الدقيقة أو تجرثم البكتيريا كالعوامل الحرارية أو درجة الحموضة وما إلي ذلك).   
  
وتتضاعف الأحياء الدقيقة أثناء عمليات التجفيف إذا تمت بمعدل بطيء وعلي درجة حرارة منخفضة نسبيا, وعموما فإن عمليات التجفيف يجب أن تتم علي درجة حرارة مرتفعة نسبيا في أول مراحل التجفيف حتي يمكن التخلص من معظم الأحياء الدقيقة الملوثة لها, بعدها يمكن خفض درجات الحرارة ولو أن ذلك غير ممكن بالنسبة لبعض المواد الغذائية التي تفقد المواد الأساسية الطيارة مثل النباتات الطبية والعطرية.   
  
وعند تقدير البكتيريا بواسطة أطباق بتريplate Count للخضراوات يعطي في العادة 103 جرام أو أقل ولكن أنواع الأحياء الدقيقة تختلف تبعا لنوع الخضراوات, وعموما فالأحياء الدقيقة تتكون من فطريات أكتينوميسس ميكروكوكاي واستا فيلو كوكساي والباسلاي والانتركوكاي والكوليفورم وأيضا الكلوستيرديا حيث قد توجد في بعض العينات.   
  
في حين أن الأسماك الجافة ممكن أن تحتوي أقل من 100 وحدة من الأحياء الدقيقة بالجرام وأغلب البكتيريا المقاومة للحرارة من البكتيريا الموجبة لجرام من نوع ميكروكوكاي في حين البكتيريا السالبة لجرام من نوع الكوكاي تكون بنسبة ضئيلة.   
  
وبجانب ذلك فإن تلوث الفاكهة الجافة بجراثيم الفطريات لايمكن التحكم فيه حيث إن هذه الجراثيم توجد في الهواء.   
  
وأثناء التخزين تختلف نسبة الرطوبة المتبقية في الأغذية الجافة حسب درجة حرارة التجفيف وتختلف أيضا عدد الكائنات الحية الدقيقة تبعا لمدي النشاط المائي للمواد الغذائية المجففة فعند 0.7 نجد أن معظم الميكروبات تثبط ولو أن بعض الفطريات الزويروفلك يمكن أن تنمو عند 0.65 بينما الخمائر الأزموفلك   
  
تنمو عند 0.6 ولتقدير حدا آمن من الرطوبة للمواد الغذائية لابد من معرفة طبيعة الغذاء وكيفية تداوله وكيفية تصنيعه وتعبئته. ويجب أن تجفف الأغذية إلي حد معين من النشاط المائي لا يسمح بنمو الميكروبات أو يثبطها كما يمنع حدوث التفاعلات الكيماوية الإنزيمية التي تؤدي إلي التغيرات غير المرغوبة والتي غالبا ما تحدث عند وجود نشاط مائي في المادة الغذائية المجففة يتراوح بين 0.65 إلي 0.7 وقد يؤدي عدم توزيع الرطوبة توزيعا متكافئا في المادة الغذائية إلي نمو الفطريات والخمائر والبكتيريا في المناطق الرطبة – والعوامل التي تؤثر علي مدي مقاومة الأحياء الدقيقة هي الأنواع والسلالات ومدي قابليتها للتجرثم وعمر الخلايا والعمليات التي تعامل بها الأغذية وظروف التخزين (درجة الحرارة والوقت والجة).   
  
والنشاط المائي المنخفض الذي يصل من صفر إلي 0.4 في المادة الجافة يؤثر علي بعض أنواع البكتيريا مثل سالمونيلا نيوبورت التي قد تقاوم التجفيف عن بازيدوموس فلورسنس والميكروب الأخير يقتل معظمه عند التخزين لمدة أسبوعين علي درجة 35م, ولو أن الإنزيمات المختلفة عن الخلايا تكون نشطة بعد موت البكتيريا وتؤدي إلي تفاعلات غير مرغوب فيها بالنسبة للبيض الجاف.   
  
التغيرات الكيماوية   
  
الأغذية الجافة لايمكن أن تصل في نوعيتها إلي نوعية الأغذية الطازجة والتغيرات في نوعية الأغذية قد يرجع أساسا إلي النشاط الإنزيمي ودنترة البروتين Protein denatutration وأكسدة الليبيات أو بعض التفاعلات المنتجة للصباغات البنية الذائبة في الماء ويشمل ذلك تفاعلات -التي غالبا ما تتم بين الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة أو تكسر حامض الأسكوربيك إلي فورفورال وثاني أكسيد الكربون قد يكون له اتصال بالتفاعلات البنية   
  
كذلك فقد وجد أن التغيرات اللونية في منتجات الطماطم ترجع أساسا إلي ثلاث مكونات الفركتوز وحامض الجلاكتورونيك والجلوتامك كذلك فقد وجد أن التفاعلات الناتجة عن تسخين حامض Glacturonic acid مع الحمض الأميني أو بدونه كانت بمعدل يزيد عن تفاعلات السكريات المختزلة مع الأحماض الأمينية في قدرتها علي إنتاج الصبغات البنية الذائبة في الماء علي أن جميع هذه التغيرات لايمكن أن تحدث إلا في وجود محتويات مائية كافية ويعتبر الهيدروكسي مثيل فورفورال مركب وسطي في التفاعلات الخاصة بتفاعل ميلا رد**