طرق حفظ الأغذية

د. حسن عبد الله القحطاني

يعرف فساد الأغذية بأنه التغير الذي يطرأ على جودة الغذاء الحسية والغذائية . ويعزى الفساد إلى عوامل حيوية أو كيميائية أو ميكانيكية ، ولسوء الحظ أن معظم الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية سريعة الفساد مما يستلزم حفظها حرصاً على صحة الإنسان وتوفيراً لاحتياجاته الغذائية اليومية وحرصاً على سلامته وبقائه على هذه الدنيا . ولقد ساعدت تقنيات الحفظ المختلفة على إطالة فترة حفظ المواد الغذائية وتأخر فسادها واستمرارية توفرها على مدار السنة . ومن طرق حفظ الأغذية **طرق الحفظ المؤقتة** : وتشمل التبريد ، البسترة ، استخدام المواد الكيميائية ، التمليح ، التدخين ، التخليل ، استخدام المضادات الحيوية ، التركيز ، **وطرق الحفظ المستديمة** : وتتضمن التجميد ، التعليب ، التعقيم ، التجفيف .

ونذكر فيما يلي وصفاً لبعض الطرق الهامة المستخدمة لحفظ الأغذية .

درجات الحرارة المنخفضة

يشتمل حفظ الأغذية عند درجات الحرارة المنخفضة على ما يلي :

أولاً . التبريد

يقصد بحفظ الأغذية بالتبريد حفظها عند درجة حرارة منخفضة تكون غالباً أعلا من درجة التجمد . وتتراوح درجات التبريد حسب المبرد فبينما تتراوح درجة حرارة الثلاجة ما بين ٤,٤°م إلى ١٢,٨°م يقع المدى الحراري للمبرد الميكانيكي ما بين -٢°م إلى ١٠°م ويعمل التبريد على إطالة الفترة التخزينية للأغذية بالطرق الآتية :

— خفض سرعة التفاعلات الكيميائية والأنزيمية وإبطاء معدل التنفس في الخضر والفاكهة .

— التحكم في نشاط الكائنات الحية الدقيقة .

— التحكم في التمثيل الحيوي لبعض كائنات الأغذية الدقيقة وخاصة تلك المستخدمة في انضاج الجبن وتطرية اللحوم (التعتيق) .

لا يقتصر استخدام التبريد في الوقت الحاضر على الحفظ بل أصبح طريقة مساعدة وهامة في الكثير من العمليات التصنيعية مثل إزالة الشموع في صناعة الزيوت الغذائية والإسراع في إذابة غاز ثاني أكسيد الكربون في صناعة المياه الغازية وتسهيل عمليات تقطيع شرائح اللحوم وشرائح الخبز .

شروط التبريد

عند تخزين الأغذية في المبردات يلزم لنجاح عملية التبريد التأكد من عدة عوامل تتعلق بالأحوال المثلى لحفظ المادة أو المواد المراد تبريدها ، وتتضمن هذه العوامل ما يلي :

(أ) درجة الحرارة المناسبة .

(ب) الرطوبة النسبية داخل المبرد .

(ج) التحكم في درجة الحرارة وعدم تذبذبها .

(د) حركة الهواء داخل غرفة التبريد وتجديده .

(هـ) تعديل نسب الغازات داخل محيط المبرد ، خاصة الأكسجين ، النتروجين ، ثاني أكسيد الكربون .

(و) نظافة غرف ومخازن التبريد .

تبريد المنتجات النباتية

تتوفر الخضر والفاكهة بكميات كبيرة أثناء موسم انتاجها مما يستوجب تبريدها حتى موعد بيعها واستهلاكها ، وفي العادة تغلف هذه المنتجات بما يتناسب مع طبيعتها ونوعية أنسجتها ، فالخضر الورقية تغلف بأكياس البولي ايثلين المحتوية على ثقوب صغيرة وذلك للسماح لها بالتنفس أثناء التبريد ، أما الفاكهة فتغلف بأغلفة ورقية لحمايتها قبل وضعها في صناديق خشبية ، وترش بعض المنتجات بمواد تمنع تسرب الرطوبة مثل الشمع السائل ، وفي كل الحالات يراعى فصل المنتجات المختلفة بعضها عن بعض تجنباً لامتصاص جزء منها لروائح الجزء الآخر .

تختلف الأحوال المثلى للتخزين بالتبريد حسب طبيعة كل صنف ودرجة تحمله لأحوال التبريد . وينبغي الالتزام بشروط التبريد كما سبق ذكره وإلا أدى ذلك إلى الكثير من الأضرار التي تعرف بأضرار التبريد التي تنجم عنها خسارة اقتصادية كبيرة من جراء تلف وفساد المخزون .

وهناك العديد من الجداول الخاصة التي توضح الأحوال المثلى لتخزين الأغذية المختلفة بالتبريد ، ويوضح الجدول بعضاً من هذه الأغذية والأحوال المثلى لتخزينها .

نظراً لاستمرار عملية التنفس الحيوية في الخضر والفاكهة ينبغي الأخذ في الحسبان الحرارة المنبعثة أثناء هذه العملية عند المحافظة على درجة حرارة التبريد وتماثلها في كل أجزاء المبرد . وتلعب الرطوبة النسبية في جو المبرد دوراً كبيراً ، فالرطوبة العالية تشجع نمو الفطريات والخمائر بينما تسبب الرطوبة المنخفضة الجفاف والذبول والانكماش وبالتالي انخفاض الوزن . ويحرص القائم على عملية التبريد على التهوية الجيدة المناسبة في غرف التبريد لإزاحة وتجديد الهواء الملامس للمادة الغذائية بالإضافة إلى تجانس الأحوال في جميع أنحاء المبرد ، كما تعمل التهوية على شفط الهواء وسحبه خارج المبردات للتخلص من الروائح غير المرغوبة ، ويمكن تعديل نسب الغازات المختلفة داخل جو المبرد وخاصة النتروجين والأكسجين وثاني أكسيد الكربون لإطالة فترة حفظ الخضر والفاكهة .

تبريد المنتجات الحيوانية

تعد المنتجات الحيوانية مثل الألبان ، اللحوم ، الدواجن ، الأسماك ، البيض وغيرها من أسرع المنتجات الغذائية تعرضاً للفساد نظراً لارتفاع قيمتها الغذائية ومحتواها من الرطوبة مما يجعلها وسطاً جيداً لنمو الكثير من الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا والخمائر والعفن . فالألبان وخاصة الحليب واللبن تحفظ مبردة عند درجة ٧°م لفترة قصيرة تتراوح ما بين ٥ إلى ١٤ يوماً وذلك لوقف نمو الكائنات الدقيقة المسببة للفساد التي قد تظل موجودة حتى بعد المعاملات التصنيعية . أما اللحوم فتبرد لعدة أيام عند درجة حرارة ما بين -٢ إلى صفر°م ورطوبة نسبية حوالي ٩٠٪ وذلك بعد تغليفها بالورق المقوى مع البولي ايثيلين لمنع الجفاف السطحي ، وتغطى الذبائح الكاملة بالقماش نظراً لقصر مدة تبريدها مقارنة بحفظها مجمدة، وتعد مرحلة التبريد هامة جداً في التغلب على مرحلة التشنج العضلي الذي يلي الذبح والذي يؤثر على صفات وطراوة اللحوم . أما الأسماك فتحفظ في العادة عند درجة صفر مئوي في وجود ثلج ناعم تفادياً للخدوش حيث تتداخل طبقات السمك مع طبقات الثلج ، ويخزن البيض الطازج عند درجة حرارة -٢ إلى -١°م ورطوبة نسبية ٨٠-٩٠٪ ، كما يرش قبل تبريده بزيت عديم الطعم واللون والرائحة وذلك لسد الثقوب الموجودة في القشرة ومنع خروج الرطوبة وثاني أكسيد الكربون من البيضة أو نفاذ الأكسجين إليها .

ثانيا . التجميد

يقصد بالتجميد خفض درجة الحرارة إلى أقل من -١٨°م لتحويل المادة السائلة الموجودة في الأغذية إلى الحالة المتجمدة في صورة بلورات ثلجية وذلك لإيقاف النشاط الأنزيمي والميكروبي وإبطاء النشاط الكيميائي . ويقسم التجميد إلى التجميد البطيء الذي ينتج عنه بلورات ثلجية كبيرة بين الخلايا ، والتجميد السريع الذي ينتج عنه بلورات صغيرة الحجم . ويعد النوع الأول أكثر ضرراً على خلايا الأنسجة حيث تؤدي إلى تمزقها وخروج جزء من العصير الخلوي عند عملية الانصهار لاعداد الغذاء المجمد للاستهلاك .

ويسبق التخزين بالتجميد ـ كغيره من طرق الحفظ الأخرى ـ عمليات اعداد تشمل الفرز والغسيل والتدريج والتقشير والتقطيع والسلق والتعبئة ، وقد تستبعد بعض هذه العمليات حسب طبيعة المادة الغذائية . تتجمد المواد الغذائية عند درجات حرارة مختلفة ، وتختلف حسب محتواها من الرطوبة والدهون ووجود أو عدم وجود الجيوب الهوائية ، وعلى الرغم من أن التجميد يعد من أحسن طرق الحفظ المستديمة من حيث المحافظة على القيمة الغذائية ومكونات الطعم والنكهة والرائحة ، إلا أنه تقع على القائم بعملية التجميد مسؤولية كبيرة في اختيار الأصناف الملائمة ودرجة النضج المناسبة وطريقة الاعداد الجيدة ودرجة الحرارة المثلى للتجميد وذلك للتقليل قدر الامكان من الأضرار الناجمة عن التجميد مثل حرق التجميد الناتج من الجفاف السطحي الذي يؤثر على الصفات الطبعية خاصة في اللحوم ، وللتقليل أيضاً من تأثير التجميد على البروتينات والدهون وبعض الفيتامينات .

طـرق التجميـد

تتضمن طرق التجميد التجميد بالهواء وبالالتماس غير المباشر وبالغمر .

(أ) التجميد بالهواء

يتم تجميد المواد الغذائية بوساطة تيار هوائي ساكن أو متحرك وفي درجة حرارة تتراوح ما بين -١٨ إلى -٤٠°م وذلك حسب وزن المادة المراد تجميدها ونوعها وسمكها . ينقسم نظام التجميد بالهواء إلى ما يلي :

- التجميد الحاد وهو الذي يعمل به في الثلاجات .
- التجميد العاصفي وهو الذي يتم في غرف مبردة أو أنفاق تدخل إليها سيور ناقلة تحمل المواد الغذائية حيث يتم تجميدها في وقت قصير جداً .

الفاكهة أو الخضر	درجة الحرارة °م	الرطوبة النسبية٪	مدة التخزين بالأيام	نقطة التجميد °م
تفاح	(-١)-صفر	٨٥-٨٨	-	-٢,٠
موز	١٣-١٥,٥	٩٠-٩٥	٧-١٠	-
فاصوليا خضراء	صفر-٢	٨٥-٩٠	١٤-٢٨	-١,٥
بنجر	صفر	٩٥-٩٨	٣٠-٩٠	-٣,٠
خيار	٧-١٠	٨٥-٩٥	١٠-١٤	-١,٠
بلح	(-٧)-١٨	-	٣٦٥	-٢٠,٠
باذنجان	٧-١٠	٨٥-٩٠	١٠	-١,٠
عنب	(-٥)-(-١)	٨٥-٩٠	٩٠-١٨٠	-٤,٠
بطيخ	٢-٤,٥	٧٥-٨٥	١٤-٢١	-١,٥
عيش الغراب	صفر-٢	٨٠-٨٥	٢-٣	-١,٠
زيتون	٧-١٠	٨٥-٩٠	٢٨-٤٢	-٢,٠
بسلة	صفر	٨٥-٩٠	٧-١٤	-١,٠
طماطم	٤,٥-١٠	٨٠-٨٥	٧-١٠	-١,٠

جدول يوضح الظروف المناسبة لتخزين بعض الفاكهة والخضر في الثلاجات

ـ التجميد السريري وهو الذي يستخدم في مجالات مختلفة ويشبه التجميد العاصفي ولكن سرعة انسياب الهواء فيه أكبر .

(ب) التجميد بالالتماس غير المباشر

تتجمد المواد الغذائية المعبأة بطريقة غير مباشرة عند ملامستها لسطوح معدنية بداخلها سوائل التبريد حيث يتم اعداد المادة الغذائية بسمك معين ويتم الانتقال الحراري بينها وبين الأسطح في فترة زمنية محددة .

(ج) التجميد بالغمر

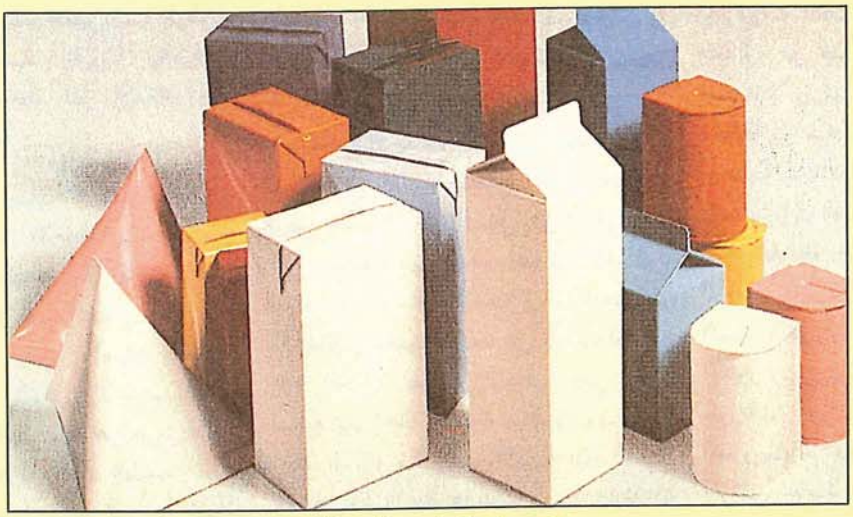
يعد التجميد بالغمر من أسرع طرق التجميد حيث يتم غمر المواد الغذائية مباشرة في سوائل التبريد التي تتميز بانخفاض درجة غليانها مثل النيتروجين (-١٩٥,٥م) وثاني أكسيد الكربون السائل (-٧٩م) أو الفريون المسال ، ولقد استخدم هذا النظام بكفاءة عالية في تجميد لحوم الأضاحي حيث أمكن تجميد أعداد كبيرة من الذبائح في غضون فترة زمنية قصيرة ثم تخزينها وشحنها .

درجات الحرارة المرتفعة

يشتمل حفظ الأغذية عن طريق استخدام درجات الحرارة المرتفعة على الآتي :

أولا . التعليب

يتم اعداد المادة الغذائية كما سبق ذكره في مرحلة التجميد ، وتملأ العلب يدوياً أو آلياً بحيث يتبقى فراغ في القمة بحجم معين يسمى الفراغ القمي (Head space) . يزاح الهواء من هذا الفراغ قبل أو أثناء القفل المزدوج للعبوات بوساطة التسخين المبديء أو عن طريق الازاحة الميكانيكية ، ويهدف التفريغ الجزئي داخل العلبة إلى تقليل الأكسجين ومن ثم تقليل فرصة نمو الكائنات الدقيقة الهوائية وتقليل أكسدة مكونات الغذاء ، كما يلعب التفريغ دوراً كبيراً في المحافظة على طرفي العلبة مقعرين للداخل وبقاء الغطاء في حالة قفل محكم . توضع العلب المحكمة القفل داخل أجهزة التعقيم بطرق معينة ويتم تعقيمها بالبخار أو بالبخار والماء تحت ضغط معين . ولا يعني التعقيم في حالة الحفظ بالتعليب المعنى الدقيق لكلمة تعقيم وهو الابادة الكاملة لجميع الخلايا الميكروبية لأن



● عبوات الحليب والعصائر ●

ذلك يلحق أضراراً كبيرة بصفات الأغذية المعلبة وقيمتها الغذائية ولكن التعقيم المراد في التصنيع الغذائي هو التعقيم التجاري الذي يعني القضاء على الكائنات الدقيقة المسببة للمرض والفساد والتسمم حتى لا تنمو وتتكاثر أثناء تخزين الأغذية المعلبة .

تعني المعالجة الحرارية في حالة التعقيم التجاري رفع درجة الحرارة إلى حوالي ١٠٠م لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة في حالة الأغذية الحمضية (الرقم الهيدروجيني = ٤,٥ أو أقل) مثل الفواكه ومنتجاتها والطماطم ، أو رفعها إلى ١١٥-١٢١م لمدة ٣٠-٤٥ دقيقة في حالة الأغذية غير الحمضية (الرقم الهيدروجيني أكثر من ٤,٥) مثل اللحوم والأسماك والدواجن والحليب والخضروات نظراً لأن مقاومة الميكروبات تقل عند انخفاض الرقم الهيدروجيني (زيادة الحموضة) .

يعقب المعاملة الحرارية مباشرة عملية التبريد إلى درجة حرارة ٣٧-٤٦م لإيقاف أثر الحرارة المرتفعة على الغذاء والحد من نمو الجراثيم المفضلة للحرارة ، وتنتهي عملية التعليب بترقيم العلب وخزنها في مستودع المصنع لمدة أسبوعين قبل تسويقها وذلك لضمان سلامتها ، ونظراً لطول فترة صلاحية الأغذية المعلبة وامكان حفظها على درجات الحرارة العادية (٢٠-٢٥م) فإنه ينبغي ملاحظة الفساد بأنواعه المختلفة أثناء التخزين الذي قد يصل إلى سنة أو أكثر ، وغالباً ما ينتج الفساد عن نشاط الكائنات الحية المتبقية داخل العلب أو عن تفاعل كيميائي بين الغذاء ومعدن العلبة .

ثانيا . البسترة

يقصد بالبسترة تسخين بعض الأغذية مثل الحليب ومنتجاته وعصيرات الفاكهة والمخللات ومنتجات البيض السائل وغيرها عند درجة حرارة تقل عن ١٠٠م ثم تبريدها بسرعة وحفظها لعدة أيام عند درجة حرارة الثلاجة (٥م) . وتهدف هذه العملية القضاء على الكائنات الدقيقة المرضية وخفض الحمل الميكروبي بالإضافة إلى تثبيط الأنزيمات . وتعد البسترة طريقة للحفظ المؤقت لان الأغذية المعاملة بها تظل محتوية على كائنات دقيقة قادرة على النمو ، كما أن مدة صلاحيتها أقل بكثير من الأغذية المعقمة تجارياً ، لذا لابد من حفظها بالتبريد داخل ثلاجات سواء في المحلات التجارية أم المنازل . وتتعدد طرق وأنظمة البسترة فمنها نظام الحرارة المنخفضة والزمن الطويل (٦٣م لمدة ٣٠ دقيقة) أو نظام الحرارة المرتفعة والزمن القصير (٧٢م لمدة ١٥ ثانية) أو أنظمة الحرارة فوق العالية .

التجفيف

يعد الحفظ بالتجفيف من أقدم وأرخص طرق الحفظ المستديمة التي استخدمها الانسان ويدل على ذلك الآثار القديمة ، فقد عمد الانسان إلى الإستفادة من طاقة الشمس وحركة الهواء الطبعية في تجفيف الأغذية أثناء موسم الحصاد حتى يمكن الاستفادة منها في أوقات

ندرتها ، ويعني التجفيف خفض كمية الرطوبة لإعاقة عوامل الفساد الحيوية والطبعية والكيميائية مع المحافظة قدر الإمكان على صفات المادة المجففة .

تشمل طرق التجفيف العادية التجفيف الشمسي والتجفيف الاصطناعي ، ويتميز التجفيف الشمسي بسهولته وقلة تكاليفه خاصة في المناطق التي تتوفر فيها الشمس طيلة أيام السنة حيث يمكن تجفيف الأسماك والفواكه والخضروات والتمر والتوابل والأعشاب الطبية وغيرها في أماكن خاصة نظيفة عن طريق أشعة الشمس المباشرة وحركة الهواء الطبعية . يتم التجفيف الاصطناعي بوساطة تيار من الهواء الساخن داخل مجففات خاصة ، وتنظم حركة الهواء بوساطة مراوح يتم تركيبها في أماكن معينة حسب تصميم المجفف . ومما ينبغي التنبيه إليه ضرورة اجراء المعاملات الأولية على المادة الغذائية المعدة للتجفيف وخاصة عملية الكبرتة (المعاملة بثاني أكسيد الكبريت) التي تعمل على وقف عمل الأنزيمات والمحافظة على اللون وتقليل أكسدة بعض الفيتامينات ، ونظراً للتأثيرات غير المرغوبة على صفات وجودة الناتج المجفف باستخدام الطرق العادية وعدم ملاءمتها لبعض المواد الغذائية ، فقد حرصت تقنية التجفيف على تبني الطرق الحديثة مثل التجفيف تحت التفريغ والتجفيف بالرذاذ والتجفيد . ويلعب العامل الاقتصادي دوراً كبيراً في اختيار الطريقة المناسبة ، كما يتوقف الاختيار على صفات المادة المراد تجفيفها والجودة المطلوبة في المادة المجففة والضرر الذي يلحق بالصفات الحسية والقيمة الغذائية بالإضافة إلى سهولة تحضير المادة المجففة واعدادها للاستهلاك .

يستخدم التجفيف بالرذاذ في تجفيف الأغذية السائلة مثل الحليب وعصير الفواكه ومنتجات البيض حيث يدخل السائل على شكل رذاذ داخل المجفف ويتم تبخير الماء بوساطة الهواء الساخن وترسب المادة المجففة في قاع المجفف . أما الحفظ بالتجفيد فيعتمد على سحب الماء من المادة المجمدة بطريقة التسامي (من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة) . وتتميز الأغذية المجفدة مثل اللحوم والأسماك وغيرها بارتفاع جودتها الغذائية وبسهولة وسرعة استرجاعها إلى الشكل المشابه للشكل الطازج ، ولكن تكاليف التجفيد تفوق تكاليف التجفيف العادي بمراحل ، وقد تتعرض الأغذية المجففة لفتك الحشرات والقوارض أو التحلل والفساد الناتجين من زيادة الرطوبة وخصوصاً في حالات عدم العناية بالتعبئة والتغليف والتخزين مما يؤدي إلى قصر مدة حفظها بالمقارنة ببعض طرق الحفظ الأخرى كالتعليب .

المواد الكيميائية

تحفظ المنتجات الغذائية بمواد كيميائية حافظة يؤدي استخدامها إلى تأجيل أو منع الفساد الميكروبي أو الكيميائي . وتقوم حكومات الدول وخاصة المتقدمة باختبار هذه المواد للتأكد من عدم خطورتها على صحة المستهلكين وحمايتهم من الأضرار الناجمة عن استخدامها بالتركيزات المناسبة للحفظ ، وتشترط القوانين الغذائية على ضرورة كتابة اسم المادة الحافظة المستخدمة وتركيزها على البطاقة . وتقسم المواد الحافظة إلى مواد مضادة للأكسدة ومواد مطهرة أو مثبطة للكائنات الحية الدقيقة أو قاتلة لها . وتعد بنزوات الصوديوم وحامض البنزويك أكثر المواد الحافظة الكيميائية استعمالاً في حفظ الأغذية كما تستخدم مركبات أخرى مثل ثاني أكسيد الكبريت ، فوق أكسيد الهيدروجين ، الكلور ، بروبيونات الكالسيوم والصوديوم ، سوربات البوتاسيوم والصوديوم ، حامض السوربيك ، حامض البروبيونيك وغيرها في أغراض خاصة .

التشعيع

تعد طريقة الحفظ بالتشعيع من أحدث طرق حفظ الأغذية وتسمى بالتعقيم البارد أو التعقيم بالأشعة وتتطلب خبرة ومهارة وتقنية عالية نظراً لخطورتها وتكاليفها الباهظة . وتستعمل الأشعة البنفسجية عادة في التطهير السطحي أما أشعة جاما وبيتا فتستخدم في التعقيم بمعدلات معينة وفقاً للقوانين واللوائح الغذائية حسب نوع المادة الغذائية . وتقاس قوة جرعة الاشعاع بوحدة راد كما تقسم الجرعات المستعملة إلى جرعات منخفضة (جرعات البسترة من ٢ × ١٠٦ - ٥ × ١٠٦ راد) وجرعات عالية (جرعات التعقيم من ٢-٤,٥ مليون راد) حيث تستخدم الجرعات المنخفضة لإيقاف نمو البراعم والانبات وقتل الحشرات في المواد المخزونة وإطالة مدة حفظها لعدة شهور بينما تستخدم الجرعات المرتفعة في تثبيط الأنزيمات والقضاء على الكائنات الدقيقة . ولقد أثيرت العديد من التساؤلات حول سلامة الأغذية المحفوظة بالتشعيع كغذاء للإنسان واحتمال اكتساب مكونات الغذاء لخاصية الاشعاع أو تكون مكونات سامة في هذه الأغذية ، وعلى الرغم من حدوث تغيرات في التركيب الجزيئي والذري لبعض المواد وتأين جزيئات الماء إلى هيدروجين وأكسجين - والتي بدورها تدخل في عمليات الأكسدة والاختزال - إلا أن الدراسات لم تثبت ذلك ، وقد تبين أن الجرعات العالية من الاشعاع تؤثر على بعض الصفات الحسية مثل النكهة والرائحة وكذلك على البروتينات والدهون .

● حفظ الأغذية باستخدام الحرارة ●