

التشعيع ... تقنية رائدة لمعالجة وحفظ التمور

وقد ابتكرت وسائل متعددة لحفظ المحاصيل الزراعية، كالتجفيف والتسخين والتبخير وغيرها من الطرق، التي أثبتت نجاعتها وقدرتها على الحد من تلف تلك المواد الغذائية جراء إصابتها بالحشرات والفطريات والميكروبات أو بسبب النشاط الإنزيمي فيها.

تعد مشكلة فساد المواد الغذائية، أحد أهم التحديات التي واجهت الإنسان منذ فجر التاريخ، وقد تم تطوير عدد كبير من التقنيات التي تهدف إلى حفظ تلك المواد الغذائية، لتقليل الفاقد منها وقت ذروة إنتاجها، ولتخزينها لفترات زمنية طويلة.



المهندس أمجد قاسم
متخصص في تكنولوجيا الصناعات الكيماوية
عضو الرابطة العربية للإعلاميين العلميين
عمان - الاردن
engamjad@gmail.com





فإنها أيضا تفقد كمية لا بأس بها من السكريات بسبب عملية التخمر وتلف بعض المواد الغذائية الأخرى المهمة الموجودة فيها.

لذلك فقد استخدمت طريقة التجفيف تحت التفريغ Under Vacuum واستخدمت لذلك بعض أنواع المجففات والأفران الخاصة.

كذلك فقد استخدمت طرق أخرى لحفظ

القرن الماضي، لتعقيم الأدوات والمواد الطبية ، ثم طورت لاحقا لاستخدامها في معالجة المواد الغذائية والمنتجات النباتية والتمور، بحيث أصبحت في الوقت الراهن، أحد أهم الطرق التي تحت المنظمات الدولية ذات العلاقة بسلامة الغذاء على استخدامها.

الطرق التقليدية لمعالجة وحفظ التمور

استخدم الإنسان منذ القدم، عددا كبيرا من الطرق لحفظ التمور ومكافحة الميكروبات والحشرات والآفات التي تفتك بها، ومن أهم تلك الطرق، تجفيف الثمار، وهي طريقة تهدف لإزالة الماء منها Dehydration. وقد استعملت كل من عملية التجفيف الصناعي Artificial Drying ضمن ظروف محددة بحيث يتم التحكم بدرجة الحرارة والرطوبة، أو التجفيف الشمسي Sun Drying والتي يتم بها تعريض تلك التمور لأشعة الشمس بشكل مباشر، وفي العادة يتم ذلك في حقول مكشوفة، مما يؤدي إلى تلوثها بالغبار والأدخنة والأتربة والحشرات ومخلفات القوارض والطيور، وبالإضافة إلى هذا التلوث الخطير الذي يصيب تلك الثمار،

ونظرا للزيادة المضطردة في أعداد السكان، احتل تأمين الغذاء المناسب والكافي لهم، أحد أهم الأولويات في حياة الإنسان، فأُتيت أساليب وطرق علمية دقيقة لجمع ثمار النباتات وتعبئتها ونقلها وتخزينها.

وبالرغم من ذلك، فإن الدراسات العلمية تبين أن ما بين ٢٠٪ إلى ٥٠٪ من مجمل المواد الغذائية، وخصوصا الغلال، تصاب بالتلف نتيجة سوء تخزينها ونقلها وعدم إتباع الطرق المناسبة لحفظها، وتقدر المنظمة العربية للتزمية الزراعية، أن مجمل الخسائر الاقتصادية التي تمنى بها المنتجات الغذائية والزراعية في الشرق الأوسط تقدر بنحو خمسة مليارات دولار سنويا.

ولاشك أن التعامل السليم مع التمور، أمر مهم لا بد منه، بدءا من كيفية جنيها ونقلها ومعالجتها وتخزينها وتصديرها للمستهلك، وهذا يؤدي إلى تقليل الخسائر الاقتصادية التي يمكن أن تتجم عن فساد تلك التمور بسبب إصابتها بالحشرات والكائنات الحية الدقيقة الأخرى.

وبالرغم من وجود طرق متعددة لحفظ التمور، فإن لكل طريقة عيوبها، والتي تؤثر على جودة التمور، ومدى صلاحيتها للاستهلاك البشري، كذلك قد يصعب تطبيق بعض تلك الطرق لمعالجة التمور في كافة الأماكن والأوقات، مما يحد من استخدامها ويتعذر تطبيقها دائما.

من هنا فقد طورت وسائل حديثة لحفظ التمور لتكون بديلا مناسباً للطرق التقليدية، وللحد من استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية، بسبب الأضرار الصحية التي يمكن أن تتجم عنها جراء استخدامها بشكل مباشر، أو بسبب الآثار المتبقية منها في الثمار أو بسبب مخاطرها على البيئة، ومن أهم تلك الطرق البديلة، تقنية التشعيع Irradiation التي ابتكرت في منتصف



وسامة جدا للإنسان، وغير قابلة للاشتعال أو الانفجار، وقليلة الذوبان في الماء، لا تؤثر على المعادن لكن تتسبب في تآكل الألمنيوم، وسريعة التطاير، وحدود التركيز الآمن للإنسان ١٧ جزءاً من المليون في الهواء، ويتم الكشف عنها بواسطة مصباح كيروسين ذي اللهب الأزرق الفاتح والذي يتغير إلى اللون الأخضر في حال وجود غاز بروميد الميثيل في المكان.



ويعتبر غاز بروميد الميثيل من المواد الخطرة والسامة. وقد دلت الدراسات الطبية أنه قد يتسبب لمن يتعرض له بحدوث مرض السرطان، وتهيج شديد للجهاز التنفسي وتأثيرات ضارة على الجهاز العصبي، وصداع وغثيان وتلثم في الكلام ورعشة واعتلال المزاج، كما أن ملامسته للجلد تؤدي إلى حدوث تهيج وحروق عميقة، كما أنه ضار بطبقة الأوزون، وهذا ما حدا بعدد من دول العالم والجهات ذات الصلة بسلامة الغذاء، إلى المطالبة بالتوقف التام عن استخدام غاز بروميد الميثيل وتطوير طرق أخرى لحفظ ومعالجة التمور، وقد اقترحت لهذه الغاية طريقة التشعيع والتي أثبتت التجارب مدى نجاعتها وقدرتها الفائقة على المحافظة على التمور لفترات زمنية طويلة.

تقنية التشعيع

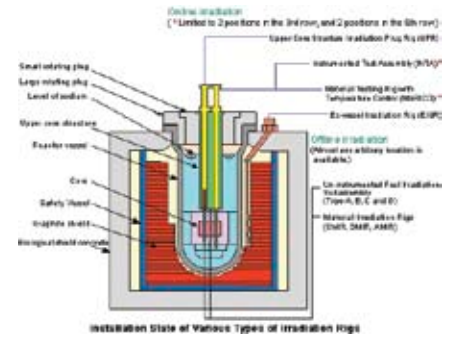
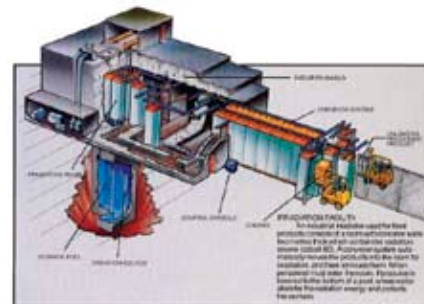
تعد تقنية التشعيع Irradiation أو التعقيم البارد Cold Sterilization من طرق المعالجة الفيزيائية لبعض المواد الغذائية والمحاصيل الزراعية، وتستخدم لهذه الغاية بعض أنواع الأشعة، بهدف تعقيم تلك المواد وحفظها من التلف والفساد، دون الحاجة إلى استخدام الطرق التقليدية القديمة.

ومن أهم أنواع الأشعة المستخدمة، أشعة جاما Gamma Ray ، والأشعة السينية X ray، والإلكترونات المسرعة، وتكمن فاعلية هذه التقنية في قدرتها على تخريب وتحطيم

الأمريكية، حيث استخدم سيانيد الهيدروجين Hydrogen Cyanide ، وثاني كبريتيد الكربون Carbon Disulfide والذي تم التوقف عن استخدامه في عام ١٩٢٨ لتسببه بانفجار أحد مصانع التبخير واستبدال بسيانيد الهيدروجين. في عام ١٩٢٢ تم اكتشاف فوائد غاز بروميد الميثيل (Methyl Bromide) (CH₃Br) لقتل الحشرات، وتم اعتماده على نطاق عالمي لمعالجة التمور حتى اليوم، كذلك وفي عام ١٩٣٥ استخدم خليط من ثاني كلوريد الايثيلين ورابع كلوريد الكربون (Ethylene Dichloride + Carbon Tetrachloride) بنسبة ٢:١ ويدعى هذا الخليط بالكوروسول Chlorasol ويعرف تجارياً باسم ECM.

مخاطر استخدام بروميد الميثيل لحفظ التمور

تعتبر مادة بروميد الميثيل، المادة الرئيسية المستخدمة حالياً لتبخير التمور، وهي مادة فعالة جدا وسريعة في القضاء على الحشرات،



التمور، كغيرها في الماء الساخن لفترة قصيرة، أو تعريضها للحرارة العالية، أو تجميدها لبضع ساعات للقضاء على الحشرات والأحياء الدقيقة الموجودة فيها.

لكن أهم طريقة متبعة حالياً، استخدام بعض المواد الكيميائية لحفظ التمور بقصد إطالة فترة تخزينها والمحافظة على طعمها ومظهرها الخارجي، وقد سنت قوانين وتعليمات خاصة تنظم استخدام تلك المواد بحيث لا تؤثر على صحة وسلامة من يتناولها.

ومن تلك المواد المستخدمة، المواد الحافظة Preservatives ، والتي تمنع الفساد الميكروبي والكيميائي لتلك الثمار، ومن أهم تلك المواد الحافظة والمستعملة لمعالجة التمور، ثاني أكسيد الكبريت Sulfur Dioxide وميتا بايسلفات الصوديوم Sodium Metabisulfite وأكسيد الايثيلين Ethylene Oxide ، وخليط من ١٥٪ و ٨٥٪ Ethylene Oxide و ١٥٪ فورمات الميثيل Methyl Formate وغيرها من المواد الحافظة.

كذلك فقد استخدمت مواد أخرى للقضاء على الأحياء الدقيقة والحشرات، وتعرف تلك الطريقة بالتبخير أو التعفير Fumigation وهي مستخدمة حالياً على نطاق واسع.

وقد بدأ باستعمال تلك المواد قبيل الحرب العالمية الأولى في كاليفورنيا بالولايات المتحدة



وقد اصطلح على تحديد كمية الأشعة الممتصة بوحدة غراي Gray أو راد Rad (١ راد = ٠,٠١ جري)، والغراي الواحد يساوي واحد جول من الطاقة الإشعاعية الممتصة لكل كيلوغرام من الغذاء المشع، وطبقا لدليل الغذاء الدولي FAO / WHO Codex Alimentarius Commission فإن الجرعة الإشعاعية التي يتم تعريضها للمواد الغذائية يجب ألا تتجاوز ١٠ كيلوغراي، حيث دلت التجارب المخبرية، أن تتجاوز هذا المستوى يمكن أن يؤدي إلى حدوث تغيرات طفيفة في المواد الغذائية التي يتم تشيعها.

أهداف عملية تشيع التمور وتأثيراتها

يهدف استخدام أشعة جاما لمعالجة التمور، إلى إيقاف نشاطات الحشرات والميكروبات التي تقسد تلك الثمار، أثناء تخزينها أو خلال نقلها وعرضها في الأسواق، وقد دعت الحاجة إلى استخدام تلك الأشعة بسبب التحذيرات الطبية من المخاطر الصحية التي يمكن أن تنتج عن استخدام المبيدات والمواد الكيميائية وخصوصا بروميد الميثيل، كما تبين أن الإفراط في استخدام بعض أنواع المعقمات، أدى إلى ظهور أنواع جديدة من الحشرات المقاومة للتأثيرات السمية للمبيدات، ناهيك عن مخاطرها على كافة عناصر البيئة.

وتختلف كمية الجرعة الإشعاعية التي يتم استخدامها لمعالجة التمور تبعا لمدى نضج الثمار ونسبة الرطوبة فيها، ويساعد تدني نسبة الرطوبة والبروتين في الثمار على تحملها

١,٢٣٠٥ ميغا إلكترون فولت.

يتم تصنيع الكوبالت ٦٠ بعدة أشكال، فقد يكون على شكل حبيبات صغيرة، أو قضبان بقطر ١,٨٤ سنتيمتر بطول ٢٥,٤ سنتيمتر، كما قد يصنع على شكل ملفات حلزونية أو رقائق مسطحة أو مستديرة، ويتم تغليفه بغلافين محكمين لمنع خروج المادة المشعة إلى البيئة المحيطة أو لتفادي تعرضه للأكسدة.

هذا وقد استغلّت تلك الأشعة بشكل كبير في مجال التنمية الزراعية، حيث استخدمت لحفظ الأغذية، واستحداث طفرات في بعض المحاصيل الزراعية، ولمعالجة تلوث الأعلاف الحيوانية، ولتعقيم الحشرات، ولاستنباط سلالات جديدة من النباتات المقاومة للظروف المناخية المتطرفة، وغيرها من الاستخدامات المهمة.

ومنذ عام ١٩٦١ حظيت تقنية التشيع باهتمام بالغ، من قبل منظمة الغذاء الدولية والوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية، للتأكد تماما من أن استخدام تلك الأشعة لا يؤثر على سلامة وجودة المواد الغذائية، كما اقترحت لجنة خبراء مشتركة من منظمات الأغذية والزراعة والصحة العالمية في عام ١٩٨٠ حصر مستويات الطاقة المستخدمة إلى الحدود الدنيا مع تحديد الزمن اللازم لإنجاز عملية تشيع المواد الغذائية المختلفة.



الأحماض النووية DNA لتلك الكائنات الحية الموجودة في التمور، مما يفقدها قدرتها على الحياة والتكاثر، وبالتالي يتم القضاء عليها.

ويختلف تصميم منشآت التشيع تبعا للغرض منها، لكن يوجد نموذجان أساسيان، هما نظام الدفعات والنظام المستمر، حيث يتم تركيب منيع الإشعاع في حجرة مدرعة Shielded Room مصممة لهذه الغاية، مع توفر كافة وسائل الحماية والأمان من مخاطر الأشعة على صحة العاملين في تلك المنشآت.

أما مصادر الأشعة فقد تكون من مسرعات لإنتاج كميات محددة من الإلكترونات التي يتم تسليطها على المادة المراد تشيعها، وقد يكون المصدر من نكليدات مشعة Radionuclide وهي الشائعة في الاستخدام، ويستخدم لهذه الغاية الكوبالت ٦٠ (Cobalt - ٦٠) والسيزيوم ١٣٧ (Cesium - ١٣٧) حيث تنتج أشعة جاما القادرة على اختراق المواد الغذائية والتمور إلى عمق كاف لتحقيق عملية التشيع المطلوبة.

ويعد الكوبالت ٦٠، الأكثر استخداما تجاريا كمصدر لأشعة جاما، ويوجد هذا العنصر في الطبيعة على هيئة كوبالت ٥٩ ويحتوي على ٢٧ بروتون و ٢٢ نيوترون، وعند قصفه ببيوترونات بطيئة، يمتص بعضها ويتحول إلى الكوبالت ٦٠ النشط إشعاعيا، حيث ينبعث منه نوعان من أشعة جاما، أحدهما ذو طاقة تبلغ ١,١٧٢٢ ميغا إلكترون فولت، والثانية ذو طاقة تبلغ

التمر، فيوضح شرباش أن محتوى ثمار البلح لا يتأثر كثيرا عقب تعرضه لجرعة تشعيع مباشرة بلغت ٢,٧ كيلو غراي، لكن التخزين الطويل، يؤثر على محتواها من البروتين، وهذا التغير في محتوى التمر من البروتين جراء التخزين الطويل، ليس له علاقة مباشرة بكون الثمار مشعة او غير مشعة، ويبين الجدول التالي تأثير عملية التشعيع والتخزين على محتوى البروتين لثلاثة أصناف من التمر.

الصنف	الزاهدي	الهيلاوي	الخضراوي
(الجرعة) كيلو غراي	%	%	%
غير مشع	٦٣,٠	٧١,٠	٦٠,٨
٠,٣٠	٦٢,٠	٧٢,٥	٦١,٧
٠,٧٠	٦١,٧	٧٠,٠	٦٢,٥
٢,٧٠	٦٣,٠	٧١,٦	٦٠,٨

كما بينت التجارب المخبرية أن معاملة التمر بجرعة إشعاعية بلغت ٠,٥ - ١,٥ كيلو غراي أدى إلى زيادة تركيز بعض الأحماض الدهنية الحرة، مثل ك١٠، ك١٢، ك١٤، ك١٦، ك١٨، وان هذه الزيادة لم تؤثر على طعم وجود التمر جراء زيادة نسبة الأحماض الدهنية الحرة فيها.

مخاطر ومخاطر تشعيع التمر

تمتلك الأشعة المستخدمة لتعقيم التمر، طاقة كافية لحدوث سلسلة من التفاعلات الكيميائية في المواد الغذائية، إذ يتم أكسدة واختزال بعض المركبات وتأمين بعض جزيئات الماء، حيث ينتج أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل وبيروكسيد الهيدروجين، وبعض الجذور الحرة Free Rad-cals، حسب المعادلات الكيميائية التالية:

وهذه التغيرات تكون محدودة في حال تم استخدام الجرعات الإشعاعية المنصوص عليها في دساتير حفظ وتعقيم التمر والتي تم التوصل

تلك التمر لجرعة إشعاعية منخفضة بلغت ٠,١ إلى ٠,٣ كيلو غراي وتبين أنها أطالت فترة بقاء التمر في المخازن حيث انخفضت سرعة تحولها إلى الصورة الرطبة، وعند استخدام جرعة إشعاعية بلغت ٢,٧ إلى ٥,٤ كيلو غراي، يزداد معها محصول البلح الرطب، والسبب في طراوة الثمار يعود إلى أن الجرعة الإشعاعية المرتفعة تؤدي إلى حدوث تغيير في تماسك الجدران الخلوية وزيادة نفاذيتها بسبب زيادة نشاط إنزيم Polygalacturonase، كما يذكر شرباش أن التشعيع بجرعة ٢,٧ كيلو غراي، لا يؤثر على السكريات في التمر، ويبين الجدول التالي تأثير التشعيع على السكريات المختزلة الكلية في ثلاثة أصناف من التمر

كما دلت التجارب أن التشعيع لا يؤثر على محتوى التمر من سكر الفركتوز والجلوكوز والسكروروز، ويبين الجدول التالي تأثير الجرعة الإشعاعية على السكريات المختزلة الموجودة في تمر الزاهدي

أما تأثير التشعيع على البروتين الموجود في

لجرعات إشعاعية مرتفعة، إذ دلت التجارب أن التمر الجاف عندما يتم تعريضه لجرعة مرتفعة من الإشعاع تصل إلى ٥,٤ كيلو غراي لا تتأثر قيمته الغذائية أو طعمه.

وحسب دراسة علمية قام بها كل من Sayed,El-Feasibility of S.A And S.A.Baeshin disinfections of date fruits produced in Saudi Arabia by gamma irradiation، ذكرنا فيها انه بعد تعريض ثمار التمر لجرعة ٠,٢٥ كيلو غراي من أشعة جاما وبعد مرور ٢، ٦، ٩، ١٢ شهرا على تخزينها لم يحدث تغيير معنوي في قيمتها الغذائية.

كما ذكر Auda,H. and H.el-Wandawi في دراستهم حول تأثير أشعة جاما على التمر، انه تم تعريض بعض أنواع التمر العراقية لأشعة جاما بمعدلات تراوحت بين (٠,٣٠، ٥، ١٠، ٢٠) كيلو غراي وتحت درجة حرارة تراوحت من ٢٥ إلى ٣٥ درجة سلسيوس، وبعد إخضاع تلك التمر لتحاليل دورية لمعرفة مدى حدوث تغيرات عليها، وقد تبين أنه لم يحدث أي تغيير معنوي لصفات التمر.

أيضا يذكر الدكتور محمود توفيق محمد شرباش في كتابه (تكنولوجيا الإشعاع في الأغذية والزراعة) والصادر عن المنظمة العربية للتنمية الزراعية والهيئة العربية للطاقة الذرية، انه أجريت دراسة مفصلة على ثلاثة أنواع من التمر، وهي الزاهدي والهيلاوي والخضراوي وقد عرضت

السكر	فراكتوز	جلوكوز	سكروروز
(الجرعة) كيلو غراي	%	%	%
غير مشع	٢٢,٣	٢٣,٩	١٦,٠
٠,٧٠	٢١,٣	٢٧,٢	١٥,١
١,٠٠	٢٣,٦	٣٠,٥	١٣,٢
٢,٧٠	٢٢,٥	٢٦,١	١٥,١

الخضراوي		الهيلاوي			الزاهدي			الصف
٤	صفر	٣	٢	صفر	٣	٢	صفر	مدة التخزين - أسبوع
%	%	%	%	%	%	%	%	الجرعة - كيلوغرام
١,٩٧	٢,٤	٢,٠١	٢,٠١	٢,٤٥	١,٨٤	٢,٠٩	٢,٤٥	غير مشع
١,٨٨	٢,٠٦	١,٩٧	٢,١٠	٢,٣٦	١,٩٧	٢,٢٨	٢,٤١	٠,٧٠
٢,٠٦	١,٨٤	٢,٤٩	٢,٢٠	٢,٤٩	١,٨٤	٢,٢٣	٢,٠١	١,٠
١,٩٧	١,٨٨	٢,٠١	١,٩٣	٢,٥٤	٢,١٤	٢,١٠	٢,١٠	٢,٧

للطاقة الذرية، الخرطوم، السودان.

٣. نخلة التمر ... شجرة الحياة بين الماضي والحاضر والمستقبل، الجزء الثاني، فتحي حسين أحمد علي، الدار العربية للنشر والتوزيع، ٢٠٠٥، القاهرة، مصر.

٤. "التشعيع" لحفظ وتعقيم المواد الغذائية بين الفوائد والمخاطر، أمجد قاسم، صحيفة العرب القطرية، ٤ يناير ٢٠٠٩، العدد ٧٥١١

References

1. Auda, H. And H.El- Wandawi (1980). Effect of gamma irradiation and storage conditions on amino acid and composition of some Iraqi dates.
2. Sayed, El-S.A. and S.A. Baeshin (1983). Feasibility of disinfestations of date fruits produced in Saudi by gamma irradiation.
3. http://www.aleqt.com/2007/07/03/article_99026.html
4. <http://www.alriyadh.com/2006/12/09/article207841.html>
5. http://www.beeaty.tv/new/index.php?option=com_content&task=view&id=3726&Itemid=72
6. <http://eng-uni.com/en/t11246.html>
7. <http://www.dhadh.com/page.php?id=9018>
8. http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=159767

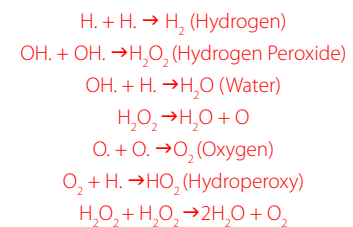
وإرشادات المعيار العام للأغذية المشعة The codex of general standard of irradiated foods وكذلك نظام الممارسة الدولية في تشغيل مرافق التشعيع المستخدمة لمعالجة الغذاء - International code of practice for operation of irradiation facilities used for the treatment of food ، وهذه التعليمات الحازمة والدقيقة تشكل أساسا لتشعيع آمن وفعال للغذاء ومعترف بها حاليا من قبل الجهات الدولية ذات الصلة بغذاء الإنسان وسلامته.

إن تقنية تشعيع وتعقيم التمر، يضمن سلامة هذه المنتجات الغذائية المهمة، كما يشكل بديلاً مناسباً للطرق التقليدية، وخصوصاً استخدام غاز بروميد الميثيل السام، والذي ثبتت خطورته على صحة الإنسان وسلامته.

فاتباع طرق أمانة لحفظ التمر ثبتت نجاعتها وكفاءتها يحقق مردوداً اقتصادياً كبيراً للدول المنتجة للتمر والتي تسعى إلى تسويق وتصدير منتجاتها في الأسواق الخارجية ضمن المعايير والمواصفات المتبعة عالمياً.

المراجع

١. نخلة التمر، حسن خالد حسن العكيدي، دار زهران، ٢٠٠٠، عمان، الأردن.
٢. تكنولوجيا الإشعاع في الأغذية والزراعة، محمود توفيق محمد شرباش، المنظمة العربية للتنمية الزراعية والهيئة العربية



إليها بعد سلسلة طويلة من التجارب المخبرية العملية.

كذلك فإن مستوى الجرعات المستعملة في تشعيع التمر ومواد التغليف، لا تجعلها نشطة إشعاعياً حيث لا تحدث تغييرات نووية في المواد الغذائية، وبالتالي لن تكون تلك المواد مشعة. وقد أوصت لجنة خبراء مشتركة من بعض الهيئات الدولية (IAEA ، WHO ، FAO) إلى أن الجرعة الإشعاعية الخاصة بمعالجة المواد الغذائية عموماً يجب ألا تتجاوز ١٠ كيلو غرام.

لكن الخطر الحقيقي الناجم عن استخدام هذه التقنية، يكمن في وجود إهمال أو عدم إتباع الطرق العلمية الصحيحة عند التشعيع، كحدوث تلوث للمواد الغذائية المعالجة بمواد مشعة بسبب الإهمال، أو احتمال تعرض أحد العاملين في منشآت التشعيع لتلك الأشعة بشكل مباشر، وعدم التقيد بالجرعة الإشعاعية الصحيحة، وعدم توفر أجهزة الحماية والأمان وأجهزة قياس درجة الإشعاع الدقيقة.

وبالتالي ينبغي على كل منشأة متخصصة بتشعيع المواد الغذائية والتمر الالتزام التام بتعليمات