الفصل الثامن

إطعام عالم نام

يعتبر علماء الزراعة الطاقة الذرية حليفاً هاماً فى كفاح العالم للبقاء . فقد أمدت الذرة العالم بطريقة ثورية جديدة لإطعامه . ثم لماذا لا يصنع الطعام بدلاً من زرعه؟ وسواء تناولنا اللحوم أو الخضروات، فإن النباتات الخضراء هى أكبر مصدر لطعامنا . وتستعمل النباتات المواد الخام ، ألا وهى الماء وثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء وكميات ضئيلة من المعادن . وكل هذه المواد متوفرة فى كل مكان ومصدرها الشمس . وتصنع النباتات الأطعمة العضوية التى يعيش عليها الإنسان والحيوان من قوى الشمس والمواد البسيطة .

غير أن النباتات الخضراء ، مثلها فى ذلك مثل المصانع ، غير موجودة بكميات وافرة . وهى أيضاً تستعمل أقل من ١٪ من الطاقة الشمسية التى تحصل عليها . أما باقى الطاقة فتذهب هباء .

ولو اهتدينا إلى الطريقة الكيماوية التى تحول بها الشمس الماء وثانى أكسيد الكربون إلى سكريات ، فربما أمكننا صنع طعامنا بدون نباتات أينما يكن سواء على الجزر الصخرية أو فى الصحارى القاحلة .

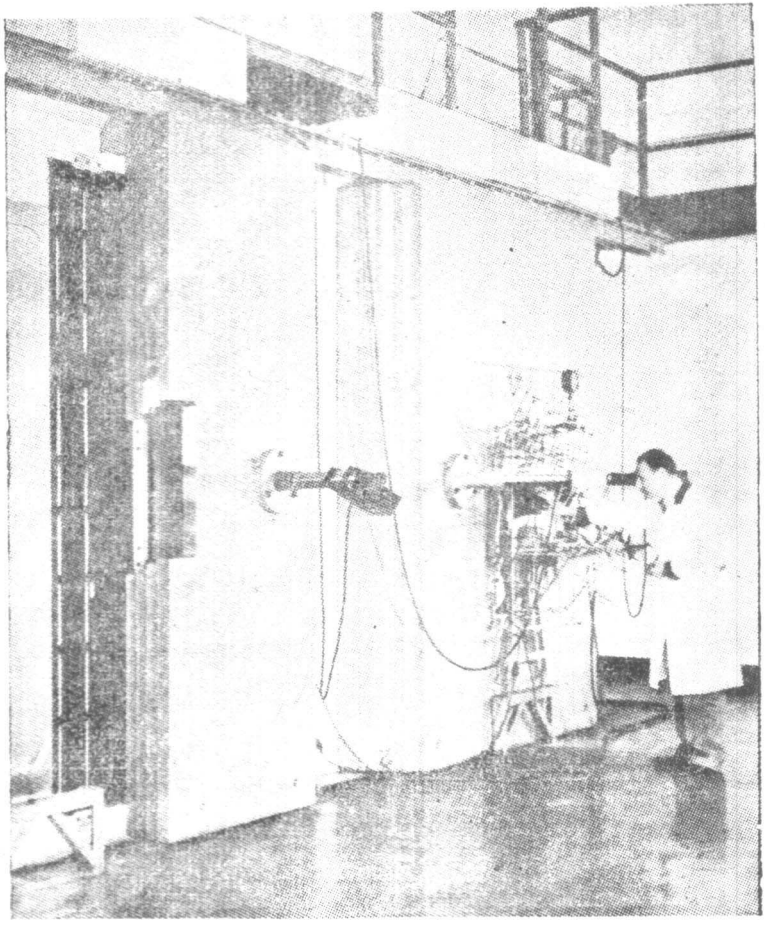
وعملية التمثيل الكلوروفيلى فى النباتات الخضراء عملية كيماوية معقدة للغاية . فالمواد الخام التى تبدأ بها العملية بسيطة ، أما مخلفاتها فليست معقدة

تماماً ، ولكن فى أثناء هذه الفترة — من بداية إلى نهاية هذه العملية — تتكون مجموعة كبيرة من المركبات وأجزاء المركبات . ومن بين هذه المواد ما يمكث جزءاً من الثانية فقط ، وغالباً ما تكون مركبات غير معروفة . وحتى عند ما يثبت أن هناك مركباً قد يكون فى مرحلة معينة من التمثيل الكلوروفيلى ، فإن من الصعب إثبات حقيقته .

وقد عكف العلماء على دراسة التمثيل الكلوروفيلى بصبر سنين طويلة وكشفوا معظم أسراره ببطء خطوة بخطوة .

وكان التقدم عظيماً منذ أن جعل العصر الذرى النظائر فى متناول اليد . فبالنظائر يمكن تتبع الطريق الكيماوى لأى ناتج . ولقد استعمل نظير أكسجينى لتحديد موضع مصدر الأكسجين الذى يطرده النبات خلال عملية التمثيل الكلوروفيلى . وهذا الأكسجين يمكن أن يأتى من أى مادتين خامتين تستعملهما النبات ، وهما الماء (الذى يحتوى على أكسجين وأيدروجين) ، وثانى أكسيد الكربون (الذى يحتوى على كربون وأكسجين) . وعندما نمد نباتاً بثانى أكسيد الكربون المحتوى على نظير ١٨ ، فإن الأكسجين المطرود لا يحتوى على ١٨ ، ولذا اعتبر ثانى أكسيد الكربون هو المصدر . وعندما أمد النبات بماء يحتوى على أكسجين ١٨ ، كان الأكسجين المتصاعد به أكسجين ١٨ . وهذا ما حدد بالضبط مصدر الأكسجين الخارج من عملية التمثيل الكلوروفيلى وهو الماء .

وقد استعمل الدكتور دانيال أرنون بجامعة كاليفورنيا النظير ك ١٤ للكربون ليثبت نجاحه فى صنع سكر فى أنابيب الاختبار ، فقد استعمل ثانى أكسيد الكربون المحتوى على بعض ك ١٤ كمادة بادئة وقد احتوى السكر الذى صنعه على ك ١٤ أيضاً .



(صورة رقم ٢٢)

مهندس ينظر خلال بيرسكوب ويعمل من بعيد على
تناول مواد كيماوية مشعة داخل « خلية ساخنة »

وما زالت المصانع التى سوف تصنع طعام الإنسان رجماً بالغيب ، ويجب أن يستمر اعتمادنا على النباتات الخضراء لسنين عديدة . هذا وقد قدم علم الذرة مساعدته فعلاً فى هذا الشأن .

ولنأخذ المخصبات مثلاً فهى قديمة قدم الزراعة . وكان من العسير معرفة أى الأجزاء فى المخصب يستعمله النبات أكثر ، وبأى سرعة يحدث ذلك ، وأى الطرق أفضل للنبات فى استعماله . أما الآن فكل مانحتاج إليه هو نظير مشع لنعرف أين ومتى يسير هذا الجزء .

وقد لعبت هذه الأبحاث دوراً كبيراً فى تكوين كفاءة المخصبات السائلة الحديثة التى انتشر استعمالها فى الحدائق وتنمية الفواكه .

وقبل أن تستعمل هذه النظائر الكشافة كأدوات بحث على نطاق واسع ، كان علماء الزراعة يعتقدون أن النباتات تأخذ غذاءها من جذورها فقط ، كما كانوا يعتقدون أن اللحاء والأوراق مغلفة بطبقة غير مسامية لا يمكن أن تمتص خلالها الغذاء .

وأثبت استعمال تلك الكشافات عكس ذلك وأن الورقة أداة طيبة للامتصاص . ورشت نباتات من كل نوع ، كأشجار الفاكهة والبطاطس والطماطم ، بمحاليل تحتوى على عناصر يحتاج إليها النبات . وكانت هذه العناصر المخصبة مطعمة بالنظائر ، وأمكن باستعمال طرق بسيطة ، معرفة أن المخصب امتص بسرعة فائقة وبقوة .

وعلى سبيل المثال ، فإن سطح أوراق شجرة تفاح عمرها ١٢ سنة تعطى مساحة امتصاص قدرها ½ فدان ، فى حين أن الشجرة نفسها لا تشغل سوى ½٠٠ من مساحة الفدان . ولذا فإن رش الأوراق بالمخصب يعطى

زيادة فى مساحة الامتصاص قدرها عشرة أضعاف الطريقة القديمة فى تخصيب الأرض .

والواقع أن الزيادة فى قوة التخصيب أكثر من ذلك بمراحل . وهنا ننقل كلمة الدكتور هـ . ب . توكي رئيس قسم فلاحة البساتين بجامعة متشيجان : « إن هذه أعظم وأكفأ وسيلة لاستخدام المخصب فى النباتات اكتشفت حتى الآن ، فإذا أعطينا هذه المواد للأوراق على شكل محلول مذاب ، فإن ٩٥٪ من هذه المواد يستعملها النبات فى حين أننا لو وضعنا نفس هذه الكمية فى التربة لما استعمل منها سوى ١٠٪ » .

ومن المزايا الأخرى لرش تلك المخصبات أنه يمكن مزجها بالمبيدات الحشرية فى نفس المحلول فيؤدى غرضين فى وقت واحد كما يمكن إضافة الكشاف المشع كما يضاف للمخصب لمعرفة الكمية التى امتصها النبات من هذه الكيماويات وكم من الوقت استغرقها .

ومن الممكن أيضا استعمال المواد المشعة فى الحشرات حتى نلم أكثر بعاداتها فى الهجرة . ويستعمل العلماء تلك الطريقة لتتبع حشرة القمح فى (مونتانا) وحشرة القطن فى (سوث كارولاينا) وحشرة الصنوبر فى (نيويورك) والحشرة الوردية فى (تكساس) وخنافس (كولورادو) .

ومن أعجب الطرق التى استعمل فيها الإشعاع لمساعدة الفلاحين فى مكافحة الحشرات ، طريقة مكافحة ذبابة الديدان اللولبية التى تسبب خسائر تقدر بملايين الدولارات فى الماشية فى المناطق الدافئة ؛ إذ تتزاوج الأنثى مرة فى كل فصل ، بينما يتزاوج الذكر عدة مرات . ولذا أخذ العلماء بعض الذكور وعقموها بتعريضها للإشعاع دون الإضرار بها ، ثم أطلق سراحها

وتزاوجت مع الإناث فلم يحدث تلقيح ، وبذا أمكنهم التخلص من هذا الذباب فى تلك المناطق بعد بضعة فصول .

وما أمكن عمله فى النباتات والحشرات يمكن عمله فى حيوانات المزرعة . فقد أعطى الكوبلت المشع مع فيتامين ب ١٢ الهام لمعرفة الطريقة التى بها تسمن الأغنام والطيور بسرعة ، كما أن الكالسيوم والفسفور المشعين يبينان كيف تنمو الحيونات وكيف تضعف .

ويعتبر النظير ك ١٤ للكربون هاماً جـــداً ، لأن الكربون يدخل فى تركيب الأغذية ولذا، فإن ك ١٤ يساعد على دراسة إفراز اللبن فى الأبقار وتكاثر الحيوانات ونمو الصوف على الأغنام وإنتاج البيض من الدواجن .

وعلى سبيل المثال ، فإن العلماء افترضوا منذ بعيد أن الكبريت ما لم يدخل فى مركب غذائى فإن الحيوانات غير المجترة كالخنازير والطيور لا يمكنها الاستفادة منه ولدحض هذه النظرية أطعمت الكتاكيت بنظائر كبريت فى مركب غير عضوى فثبت عدم صحة هذه النظرية ؛ إذ استعملت الكتاكيت الكبريت غير العضوى فى الحمض العضوى «سيستين» الذى يكون البروتين .

وما ذكر هو قليل من الأغراض المفيدة التي تستعمل بطبيعة الحال فى مجالات البحث ، ولا يمكن للنباتات أو الحيوانات التى يستعملها الإنسان فى طعامه أن ترش بمحاليل مشعة أو تتناول طعاماً مشعاً .

ويمكن للطاقة الذرية أن تلعب دورها فى البحث فى المجالات الطبيعية للنبات والحيوان ، إذ يمكن استخدامها لتحسين مصادر الطعام ولتحسين أنواع الحيوان والنبات الحالية ، وقد تم ذلك فعلاً .

ويقف علماء تربية النبات فى يقظة لما قد يظهر من أنواع جديدة ذاتية تسبب التحول والتغيرات الفجائية فى مواد الخلايا التى تتحكم فى الوراثة ؛ إذ أن النسل الناتج قد يختلف عن الأجيال الأصلية .

ومعظم النسل الناتج غير ناجح ؛ إذ أن نسبة النجاح واحد فى الألف ، ولا يمكن للنسل أن يتكاثر ، كما أن تركيبها ضعيف وتتأثر بالمرض بسرعة ولذا فسرعان ما تموت .

والقليل منها يكون من نوع حسن ويشق طريقه . وقد أمكن الحصول على فراء فاخرة من الثعالب الفضية والزرقاء والبلاتينية بعد تربيتها بعناية من نتاج محول . كما أن الزهرة القرمزية أمكن تكاثرها من فرع محول من زهرة بيضاء . كذلك أمكن إنتاج أنواع ممتازة من التفاح بهذه الطريقة .

ويحدث التحول طبيعياً فى فترات قليلة ولكن من الممكن زيادة معدلها مائة ضعف صناعياً بوساطة الإشعاع ، فالأشعة الذرية فى ماكينات الأشعة السينية والمواد المشعة والمفاعلات النووية تؤثر فى الوحدات الوراثية فتسبب التحول . وهـــذا النسل الناتج يشبه الجيل الأصلى فإن المادة التى تعرضت للإشعاع لا تكون نفسها مشعة . وأصبح التحول ، أكثر احتمالاً مما لو ترك طبيعياً . وبدلاً من إنماء محصول بعد محصول وانتظار حدوث تحول طبيعى (وهى فرصة واحدة فى المليون) أصبح فى إمكان رجال تربية النباتات معاملة البذرة أو النبات النامى بحيث يضمنون حدوث عدة تحولات .

وقد أجرى الكثير من هذه البحوث الخاصة بتأثير الطاقة الذرية على النباتات فى معامل « بروكها فن » الوطنية بالقرب من نيويورك ، وخصصت مساحة فدان للحديقة ، وسميت مزرعة « جاما » ، وتنمو فيها النباتات خلال « رذاذ » من الإشعاع الذرى . وأحيط هذا الفدان بأسلاك تحمل علامات

الخطر على مسافات متقاربة ، ولا يسمح بالدخول فيه إلا عن طريق بوابة ذات مفاتيح معقدة مزدوجة . وسبب كل هذه الاحتياطات هو وجود قنبلة كوبلت فى وسط الحديقة . وهذه القنبلة تحتوى على قطعة كوبلت مشعة لدرجة أنها قد تقتل رجلاً إن اقترب منها .

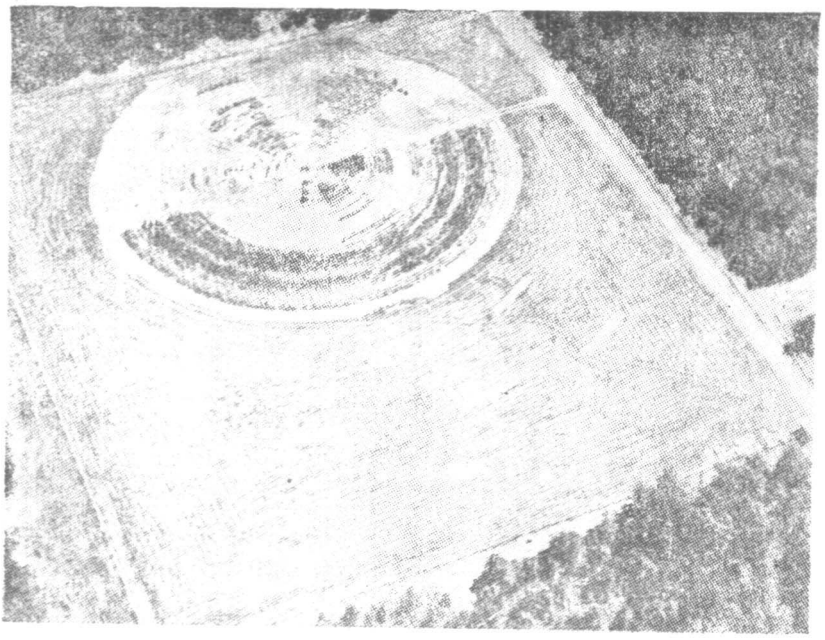
وحول الأنبوبة التى يتدلى منها الكوبلت أنواع عديدة من النباتات فى حلقات ، وقد تكون طماطم وبطاطس وأزهار وخوخ وعنب ونباتات متسلقة وأشجار صنوبر . وتموت النباتات القريبة من الكوبلت من أشعة جاما القوية . أما التى أبعد من ذلك قليلاً فتكون مشوهة وهزيلة لدرجة كبيرة ولو أنها حية . وكلما بعدت المسافة من الكوبالت خفت أضرار الأشعة .

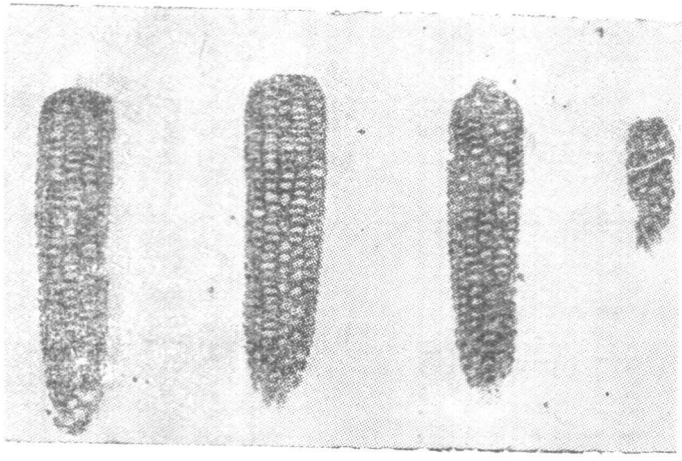
ولا يمكن للعمال دخول مزرعة جاما لزرع المحاصيل الغريبة المختلفة أو فحصها بسبب الأشعة القوية . ولا بد من إيقافها قبل أن يسمح لأحد بالدخول من البوابة . وتوقف بإنزال الكوبلت إلى حفرة من الرصاص تحت سطح الأرض بوساطة مجموعة من الكابلات تدار من البوابة .

وتفحص النباتات فى مزرعة جاما بانتظام لمعرفة علامات التحول لتكوين ورقة ذات حجم أو لون جديد أو زهرة ذات تكوين غير عادى ، أو ثمرة كبيرة بدرجة غير عادية أو نمو مبكر . ثم تؤخذ البذور من النباتات المتحولة وتزرع فى مكان آخر لفحص قدرتها على الإنبات .

وتعتبر مزرعة جاما وسيلة مريحة لمعاملة النباتات المختلفة بإشعاع جاما القوى ، كما تستعمل وسائل أخرى .

فمثلاً ، يمكنها أن تشبع البذور بالنيوترونات بوضعها فى مفاعل نووى كما حدث فى «بروكهافن» . وتوضع هذه البذور أياً كان مصدرها فى صندوق من البلاستيك ، وينزلق إلى إحدى فتحات المفاعل فتعرضها لنيوترونات





(صورة رقم ٢٣)

طعام أوفر وأنواع أجود يمكن الحصول عليها من الأراضى الزراعية « الحارة » . وفى الأرض المبينة بالصورة توزع النباتات فى صفوف دائرية لتصبح النباتات فى الصف الواحد على مسافات متساوية من الكوبات المشع الموجود بالمركز ، والصورة تبين مدى تأثير الإشعاعات على كيزان الذرة بعد زراعتها على مسافات مختلفة من الكوبات وفى بعض الأحوال تتسبب الإشعاعات في تغيير نوع المحصول إلى نوع آخر جديد وأجود .

بطيئة السرعة (مفاعل بروكها فن من النوع البطىء) وإذا تطلب الأمر الإشعاع بنيوترونات سريعة فيوضع فوق الصندوق صفيحة من اليورانيوم ٢٣٥ ويعمل يو ٢٣٥ كمحول فيمتص نيوترونات بطيئة ويطرد الأخرى السريعة .

ويمكن أيضاً استعمال مصادر إشعاعية متنقلة لمعالجة النباتات فى الحقول العادية . وقد جربت وحدة صغيرة كهذه فى بروكهافن . وهى تحمل نظيراً مشعاً وضع على برعم النباتات للفترة المطلوبة . كما صممت وحدة إشعاعية كبيرة من نوع جاما على سيارة خاصة يمكن تسييرها فى الحقل أو مكان معين .

ويتوقع انتشار استعمال هذه المصادر المتحركة للإشعاع. وقداستوعب العلماء الكثير من تأثير الإشعاع على النباتات،فقد وجدوا أن جرعة معتدلة تكفى جداً إذا أعطيت فى الوقت المناسب لنمو النبات (فى حالة القمح قبل نضوج البذور مباشرة) . ولإنتاج سلالات جديدة من التفاح يكفى تعريض أشعة جاما من مصدر متحرك للبستان فى فصل معين من السنة ثم ينقل المصدر إلى مكان آخر وهكذا .

وقد ظهرت نتائج عظيمة من تربية النباتات عن طريق الذرة رغم حداثة عهد استعمالها ، إذ كان ذلك منذ سنين قلائل . وهاهى بعض النتائج .

استحدث نوع جديد من القرطم يعطى محصولاً وفيراً ويقاوم مرض الصدأ . وقد استحدث هذا النوع بعد ١٨ شهراً وبنفقات قليلة ، فى حين أن الطرق التقليدية تستغرق ١٠ سنوات على الأقل وبتكاليف باهظة .

واستحدث نوع من القمح شديد المقاومة للآفات الورقية .

نوع من الفول السودانى يزيد محصوله ٣٠ ٪ على الأنواع القديمة .

سلالة أخرى من الفول السودانى ذى حجم وشكل أفضل ليناسب الحصاد بالآلات ، وهو الآخر شديد المقاومة لمرض ذبول الورقة .

سلالة من زهور القرنفل الثمين نظراً لأن اللون كله أبيض بدون اللون الأحمر الموجود فى السلالات الأصلية .

ويبشر هذا النجاح السريع فى تربية النباتات ذرياً ، بنجاح أكثر فى المستقبل القريب ، ويمكن تطبيق تلك الطرق على الحيوانات . فبدلاً من تعريض القمح للإشعاع فى مفاعل نووى يمكن تعريض الحيوانات المنوية الخاصة بالماشية والأغنام والخنازير ، ومن ثم يستعمل فى التلقيح الصناعى لإيجاد سلالات جديدة من الحيوانات تكون فيها الماشية شديدة المقاومة لمرض الإجهاض المعدى ، والخنازير شديدة المقاومة لمرض الحمرة ، وتعطى الأغنام صوفاً أنعم .

ومن طرق زيادة إنتاج الطعام فى العالم تحسين نوعه ؛ إذ تتلف نسبة كبيرة منه قبل استهلاكه أثناء عمليات التبريد والتغليف فمن الممكن أن نتبع طريقة لمنع هذا التلف ، بل ولحفظ الطعام صالحاً لمدة طويلة دون الحاجة إلى ثلاجات ، وقد أمدنا علم الذرة بهذه الطريقة .

والإشعاع القوى المنبعث من المواد ذات النشاط الإشعاعى الكبير يمكنها قتل الميكروبات التى تسبب تلف الطعام . فإذا حفظ الطعام فى علب خاصه محكمة ، فإنها تظل طازجة وصالحة للأكل لشهور أو سنين عديدة ، ولا تتطلب تبريداً . وفى هذه الحالة تشبه هذه العملية عملية حفظ الأطعمة بعد تسخينها غير أن التسخين يحدث تغييرات جوهرية فى النكهة والقوام ، بينما يحفظ التعقيم بالإشعاع مذاق الطعام ويجعل شكله طازجاً . وقد حفظت أنواع عديدة من الأطعمة بهذه الطريقة بنجاح . منها لحم الخنزير ،

والفطائر ، والفول ، والكبد ، والجزر ، والدواجن ، والسجق ، وأنواع من الفطائر .

وتعريض الطعام للإشعاع لا يجعله مشعاً وسوف نحتاج إلى سنوات عديدة لإجراء الاختبارات على الإنسان والحيوان للتأكد من أن أية تغييرات حدثت نتيجة للإشعاع ليست فيها أية أضرار .

ويحتاج التعقيم الكامل لكميات كبيرة من الإشعاع وهـــذا يسبب تغييرات فى النكهة والشكل فى بعض الأطعمة . غير أنه يمكن تعريضها لكميات أقل من الإشعاع حتى لا يحدث بها تلفاً . غير أن الإشعاع الخفيف لا يعقم تعقيماً كاملاً ، ولذا يجب حفظ هذه الأطعمة فى الثلاجات . وقد ثبت أنها تعيش أكثر فى تلك الحالة عن الأطعمة التى لم تعرض للإشعاع .

وقيمة تعريض الأطعمة للإشعاع يتمثل أكثر فى الهامبرجر (اللحم البقرى المفروم) ، فهو يتلف عادة فى بضعة أيام حتى لو حفظ فى الثلاجة بينما يحتفظ بشكله وطعمه إذا عرض للإشعاع ، رغم أنه قد يتطلب وضعه أيضاً فى الثلاجة مدة تصل إلى عشرة أضعاف المدة الأولى . وهذا ينطبق أيضاً على اللحوم والأسماك والفواكه والخضروات .

وبعض الأطعمة كالحبوب والبطاطس والبصل لا تحتاج إلى تعقيم ويمكن أن تعيش طويلاً إذا كانت الحبوب خالية من الحشرات ، والبراعم غير منبتة . والإشعاع يفيد فى هذا المجال أيضاً ؛ إذ تقتل جرعة صغيرة من الإشعاع الحشرات والديدان وتبطىء كثيراً تنبيت البطاطس فيمكن حفظها مدداً طويلة بخسائر ضئيلة . وقد أجريت تجارب كثيرة على علاج البطاطس ويحتمل أن يصبح أول طعام يباع بعد تعريضه للإشعاع .

كما أن الإشعاع ضد الحشرات يفيد فى المنتجات الحيوانية التى لا تؤكل . فالبضائع المصنوعة من الجلود يمكن معالجتها لقتل الفطريات ، كما تعرض الفراء والأصواف للإشعاع لقتل العتة .

وتجرى محاولات لتعريض الأطعمة للإشعاع بطرق مختلفة من أكفئها ما صممته شركة داجوى فى يوتاه من حفظ الطعام فى علب معدنية ذات أبعاد محددة ثم تثلج وتدور فى حزام متحرك خلال المكان الذى يصدر منه الإشعاع . ويضمن هذا الدوران إشعاعاً منتظماً ويحفظ التبريد النكهة أثناء التعريض ولا تحفظ الأطعمة فى الثلاجات بعد التعريض للاشعاع .

ومكان الإشعاع عبارة عن وعاء يزن ١٠ أطنان ويحوى عناصر وقود مستهلكة جزئياً فى فرن ذرى ، وتحتوى على نسبة كبيرة من الرماد المتخلف من تفاعل الانقسام ، وهى مشعة بدرجة كبيرة وتبعث كميات كبيرة من أشعة جاما التى تتخلل الأطعمة فتعقمها . كما تعطى منتجات الانقسام كمية حرارة كبيرة حتى تصل درجة الحرارة داخل الوعاء إلى ٣٠٠ درجة إذا لم تبرد (والحرارة غير مرغوب فيها لأنها تؤثر على النكهة والقوام) . ويمكن لوحدة دجواى أن تقوم بإعداد ٢٠ رطلاً من الطعام فى الساعة .

ويمكن تعقيم الطعام داخل فرن ذرى ، وقد صممت مفاعلات لهذا الغرض . ويقترح بعض الخبراء استعمال إشعاعات مفاعلات القوى الكهربائية لمعالجة الأطعمة من باب آخر .

ويوجد طراز آخر من الإشعاع خلاف أشعة جاما وهى أشعة الإلكترونات التى يمكن استعمالها أيضاً فى معالجة الأطعمة . وقد ثبت أنها أكثر فائدة على بعض الأطعمة من أشعة جاما ، ويمكن إنتاجها من الماكينات محطمة الذرة ، كمولد فان دى جراف ، أو بنظائر مشعة خاصة مثل سترونتيوم ٩٠ الموجود فى رماد الأفران الذرية .