

الفصل الثامن إِطْعَامَ عَالَمٍ ثَامٍ

يعتبر علماء الزراعة الطاقة الذرية حليفاً هاماً في 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 هي أكبر مصدر لطعامنا . وتستعمل النباتات المواد الخام، ألا وهي الماء وثنائي أكسيد الكربون الموجود في الهواء وكميات ضئيلة من المعادن . وكل هذه المواد متوفرة في كل مكان ومصدرها الشمس . وتصنع النباتات الأطعمة العضوية التي يعيش عليها الإنسان والحيوان من قوى الشمس والمواد البسيطة .

غير أن النباتات الخضراء، مثلها في ذلك مثل المصانع، غير موجودة بكميات وافرة . وهي أيضاً تستعمل أقل من ١٪ من الطاقة الشمسية التي تحصل عليها . أما باقي الطاقة فتذهب هباء .

ولو اهتمدنا إلى الطريقة الكيميائية التي تحول بها الشمس الماء وثنائي أكسيد الكربون إلى سكريات، فربما أمكننا صنع طعامنا بدون نباتات أينما يكن سواء على الجزر الصخرية أو في الصحارى القاحلة .

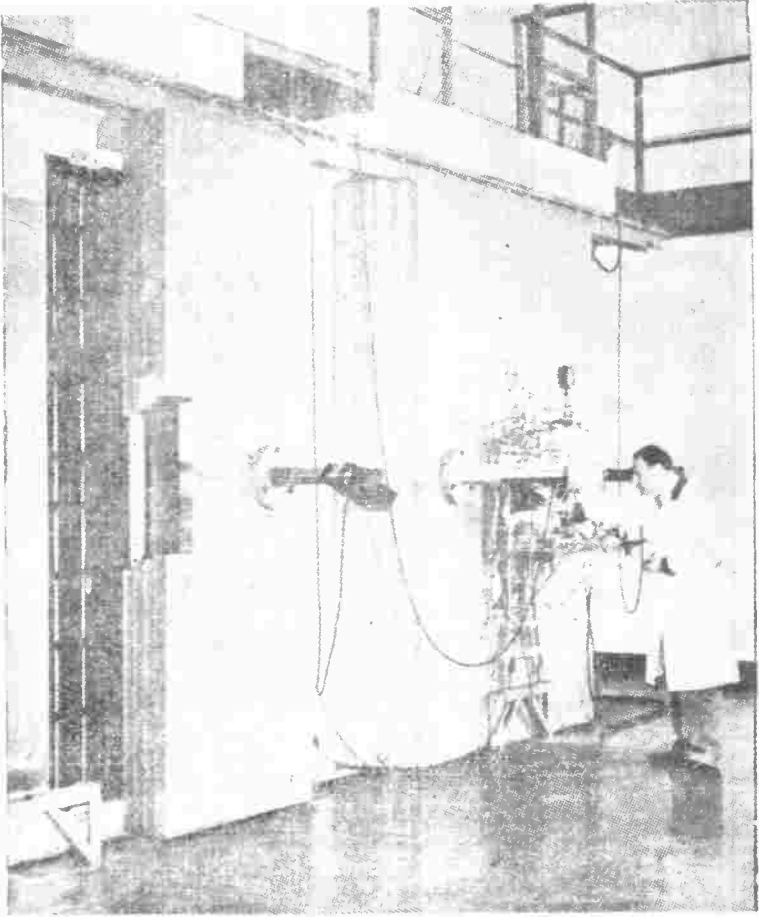
وعملية التمثيل الكلوروفيلي في النباتات الخضراء عملية كيميائية معقدة للغاية . فالمواد الخام التي تبدأ بها العملية بسيطة، أما مخلفاتها فليست معقدة

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

وقد عكف العلماء على دراسة التمثيل الكلوروفيلي بصبر سنين طويلة وكشفوا معظم أسرارهِ ببطء خطوة بخطوة .

وكان التقدم عظيماً منذ أن جعل العصر الذري النظائر في متناول اليد . فبالنظائر يمكن تتبع الطريق الكيماوي لأي ناتج . ولقد استعمل نظير أكسجين لتحديد موضع مصدر الأكسجين الذي يطرده النباتات خلال عملية التمثيل الكلوروفيلي . وهذا الأكسجين يمكن أن يأتي من أي مادتين خامتين تستعملهما النبات ، وهما الماء (الذي يحتوي على أكسجين وأيدروجين) ، وثاني أكسيد الكربون (الذي يحتوي على كربون وأكسجين) . وعندما نمد نباتاً بثاني أكسيد الكربون المحتوي على نظير ١٨١ ، فإن الأكسجين المطرود لا يحتوي على ١٨١ ، ولذا اعتبر ثاني أكسيد الكربون هو المصدر . وعندما أمد النبات بماء يحتوي على أكسجين ١٨ ، كان الأكسجين المتصاعده أكسجين ١٨ . وهذا ما حدد بالضبط مصدر الأكسجين الخارج من عملية التمثيل الكلوروفيلي وهو الماء .

وقد استعمل الدكتور دانيال أرنون بجامعة كاليفورنيا النظير ك ١٤ للكربون ليثبت نجاحه في صنع سكر في أنابيب الاختبار ، فقد استعمل ثاني أكسيد الكربون المحتوي على بعض ك ١٤ كمادة بادئة وقد احتوى السكر الذي صنعه على ك ١٤ أيضاً .



(صورة رقم ٢٢)

مهندس بنظر خلال بيرسكوب ويعمل من بعيد على
تناول مواد كيميائية مشعة داخل « خلية ساخنة »

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

ولناخذ المخصبات مثلاً فهي 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 ما نحتاج إليه هو نظير
مشع لنعرف أين ومتى يسير هذا الجزء .

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

وقبل أن تستعمل هذه النظائر الكاشفة 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 ١٦٠ فدان ، فى حين أن الشجرة نفسها لا تشغل
سوى ١٦ من مساحة الفدان . ولذا فإن رش الأوراق بالمخصب يعطى

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

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

ومن المزايا الأخرى لرش تلك المخصبات أنه يمكن مزجها بالمبيدات الحشرية في نفس المحلول فيؤدي غرضين في وقت واحد كما يمكن إضافة الكشاف المشع كما يضاف للمخصب لمعرفة السكبة التي امتصها النبات من هذه الكميات وكمن الوقت استغرقها .

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

ومن أعجب الطرق التي استعمل فيها الإشعاع لمساعدة الفلاحين في مكافحة الحشرات ، طريقة مكافحة ذبابة الديدان اللولبية التي تسبب خسائر تقدر بملايين الدولارات في الماشية في المناطق الدافئة ؛ إذ تتزوج الأنثى مرة في كل فصل ، بينما يتزوج 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 في تلك المناطق بعد بضعة فصول .

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

ويعتبر النظير ك ١٤ للكربون هاماً جداً ، لأن الكربون يدخل في تركيب الأغذية ولذا ، فإن ك ١٤ يساعد على دراسة إفراز اللبن في الأبقار وتكاثر الحيوانات ونمو الصوف على الأغنام وإنتاج البيض من الدواجن . وعلى سبيل المثال ، فإن العلماء افترضوا منذ بعيد أن الكبريت ما لم يدخل في مركب غذائي فإن الحيوانات غير المجتررة كالخنازير والطيور لا يمكنها الاستفادة منه ولدحض هذه النظرية أطعمت الكسناكيت بنظائر كبريت في مركب غير عضوي فثبت عدم صحة هذه النظرية ؛ إذ استعملت الكسناكيت الكبريت غير العضوي في الحمض العضوي «سيستين» الذي يكون البروتين .

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

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

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

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

والقليل منها يكون من نوع حسن ويشق طريقه . وقد أمكن الحصول على فراء فاخرة من الثعالب الفضية والزرقاء والبلاطينية 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 في فترات قليلة ولكن من الممكن زيادة معدلها مائة ضعف صناعياً بواسطة الإشعاع ، فالأشعة الذرية في ماكينات الأشعة السينية والمواد المشعة والمفاعلات النووية تؤثر في الوحدات الوراثية فتسبب التحول . وهذا النسل الناتج يشبه الجيل الأصلي فإن المادة التي تعرضت للإشعاع لا تكون نفسها مشعة . وأصبح التحول ، أكثر احتمالاً عما لو ترك طبيعياً . وبدلاً من إتمام محصول بعد محصول وانتظار حدوث تحول طبيعي (وهي فرصة واحدة في المليون) أصبح في إمكان رجال تربية النباتات معاملة البذرة أو النبات النامي بحيث يضمّنون حدوث عدة تحولات .

وقد أجرى الكثير من هذه البحوث الخاصة بتأثير الطاقة الذرية على النباتات في معامل «بروكهافن» الوطنية بالقرب من نيويورك ، وخصصت مساحة فدان للحديقة ، وسميت مزرعة «جاما» ، وتنمو فيها النباتات خلال «رذاذ» من الإشعاع الذري . 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 قبيلة كوبلت في وسط الحديقة . وهذه القبيلة تحتوى على قطعة كوبلت مشعة لدرجة أنها قد تقتل رجلاً إن اقترب منها .

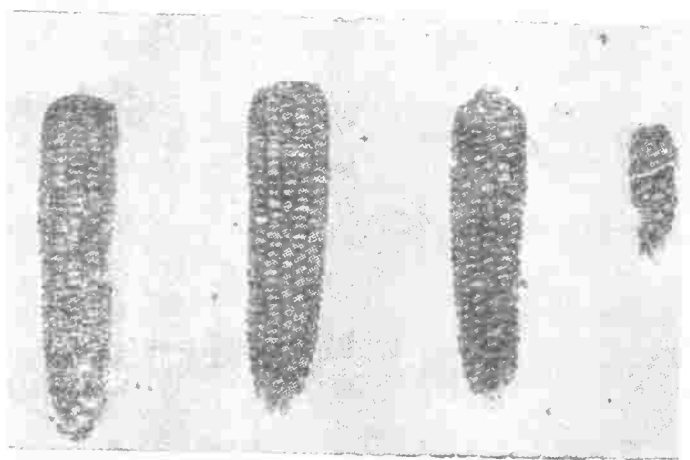
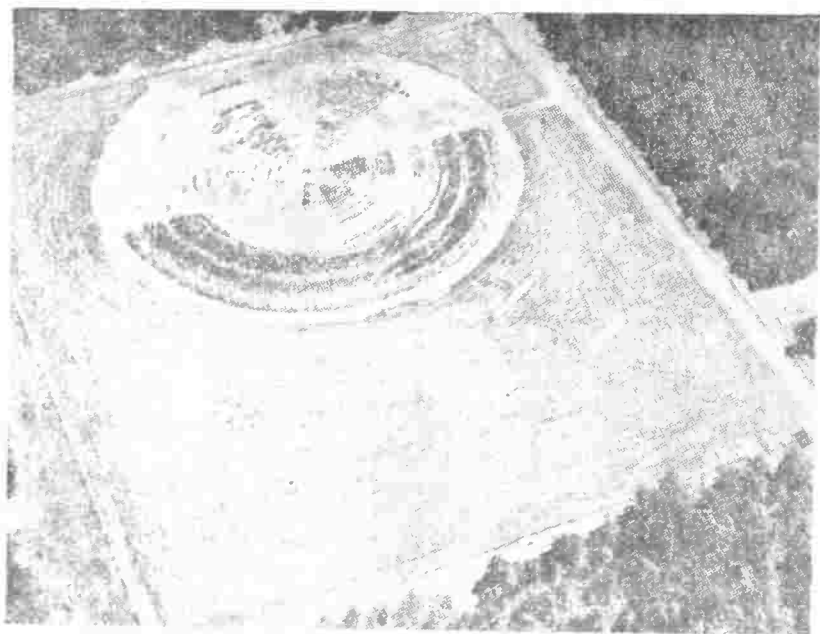
وحول الأنوبة التي يتدل منها الكوبلات أنواع عديدة من النباتات في حلقات ، وقد تكون طماطم وبطاطس وأزهار وخوخ وعنب ونباتات متسلقة وأشجار صنوبر . وتموت النباتات القريبة من الكوبلات من أشعة جاما القوية . أما التي أبعد من ذلك قليلاً فتكون مشوهة وهزيلة لدرجة كبيرة ولو أنها حية . وكلها بعدت المسافة من الكوبلات خفت أضرار الأشعة .

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

وتفحص النباتات في 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 في 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 في مفاعل نووى كما حدث في «بروكهافن» . وتوضع هذه البذور أياً كان مصدرها في صندوق من البلاستيك ، وينزل إلى إحدى فتحات المفاعل فتعرضها لنيوترونات



(صورة رقم ٢٣)

طعام أوفر وأنواع أجود يمكن الحصول عليها من الأراضي الزراعية « الحارة » . وفي الأرض المبينة بالصورة توزع النباتات في صفوف دائرية لتصبح النباتات في 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 وفي بعض الأحوال تسبب الإشعاعات في تغيير نوع المحصول إلى نوع آخر جديد وأجود .

بطيئة السرعة (مفاعل بروكها فن من النوع البطيء) 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 في الحقول العادية . وقد جربت وحدة صغيرة كهذه في بروكها فن . وهي تحمل نظيراً مشعاً وضع على برعم النباتات للفترة المطلوبة . كما صممت وحدة إشعاعية كبيرة من نوع جاما على سيارة خاصة يمكن تسيرها في الحقل أو مكان معين .

ويتوقع انتشار استعمال هذه المصادر المتحركة للإشعاع . وقد استوعب العلماء الكثير من تأثير الإشعاع على النباتات ، فقد وجدوا أن جرعة معتدلة تكفي جداً إذا أعطيت في الوقت المناسب لنمو النبات (في حالة القمح قبل نضوج البذور مباشرة) . ولإنتاج سلالات جديدة من التفاح يكفي تعريض أشعة جاما من مصدر متحرك للبيستان في 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 . وهماي بعض النتائج .

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

واستحدث نوع من القمح شديد المقاومة للآفات الورقية .
نوع من الفول السوداني يزيد محصوله ٣٠ ٪ على الأنواع القديمة .

سلالة أخرى من الفول السوداني 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 والتغليظ فمن الممكن أن تتبع طريقة لمنع هذا التلف ، بل وحفظ 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 الإشعاع ليست فيها أية أضرار .

ويحتاج التعقيم الكامل لكميات كبيرة من الإشعاع وهذا يسبب تغييرات في النكهة والشكل في 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 في الثلاجات . وقد ثبت أنها تعيش أكثر في تلك الحالة عن الأطعمة التي لم تعرض للإشعاع .

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

وبعض الأطعمة كالحبوب والبطاطس والبصل لا نحتاج إلى تعقيم ويمكن أن تعيش طويلاً إذا كانت الحبوب خالية من الحشرات ، والبراعم غير منبثة . والإشعاع يفيد في هذا المجال أيضاً ؛ إذ تقتل جرعة صغيرة من الإشعاع الحشرات والديدان وتبطئ 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 في المنتجات الحيوانية التي لا تؤكل .
فالبضائع المصنوعة من الجلود يمكن معالجتها لقتل الفطريات ، كما تعرض
الفراء والأصواف للإشعاع لقتل العتة .

وتجرى محارلات لتعريض الأطعمة للإشعاع بطرق مختلفة من أكفها
ما صممه 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 النسبة
أثناء التعريض ولا تحفظ الأطعمة فى الثلاجات بعد التعريض للإشعاع .

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 النسبة والقوام) . ويمكن
لوحدة دجوى 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
المكينات محطمة الذرة ، كولد فان دى جراف ، أو بنظائر مشعة خاصة
مثل سترونتيوم ٩٠ الموجود فى رماد الأفران الذرية .