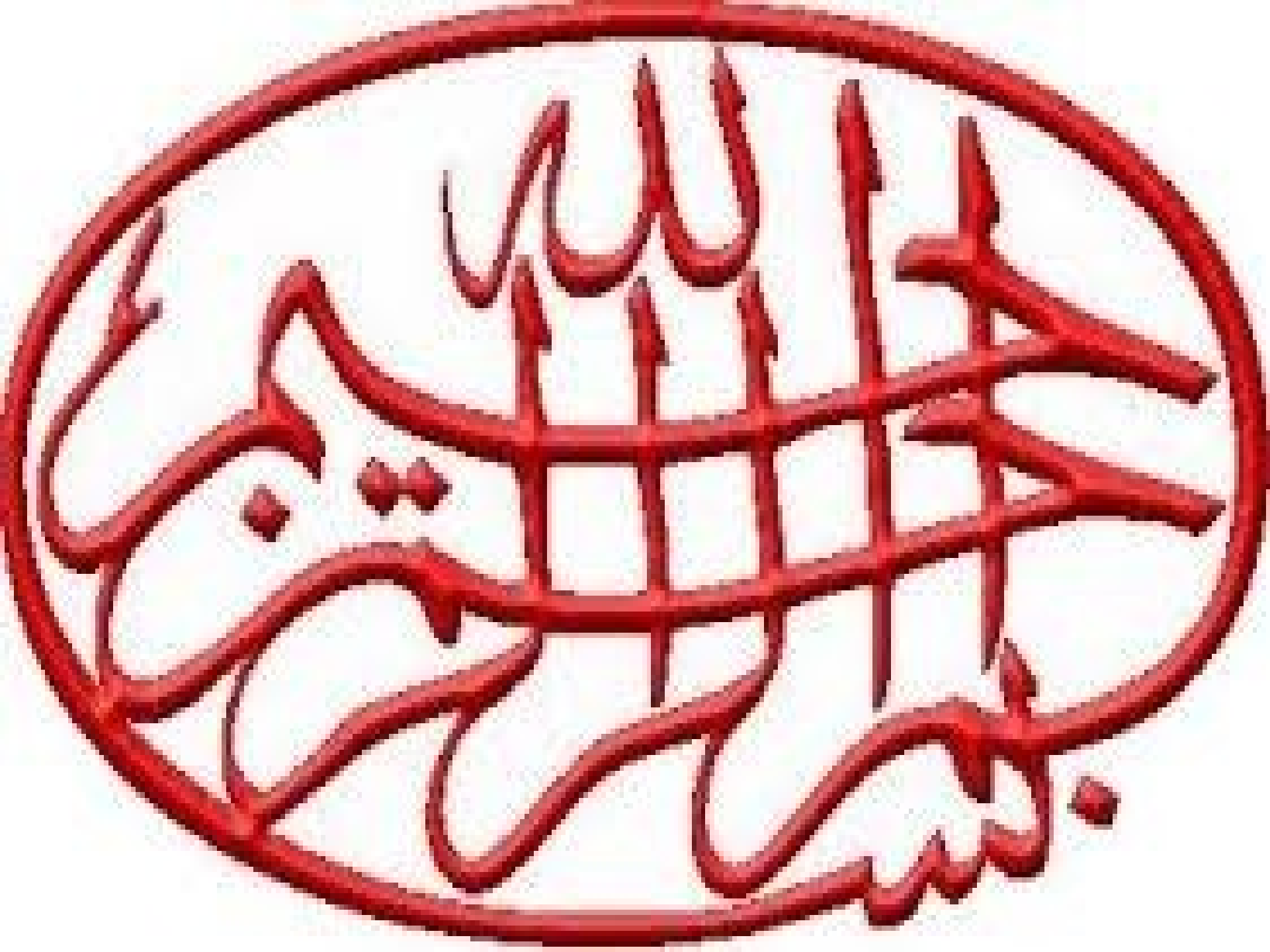
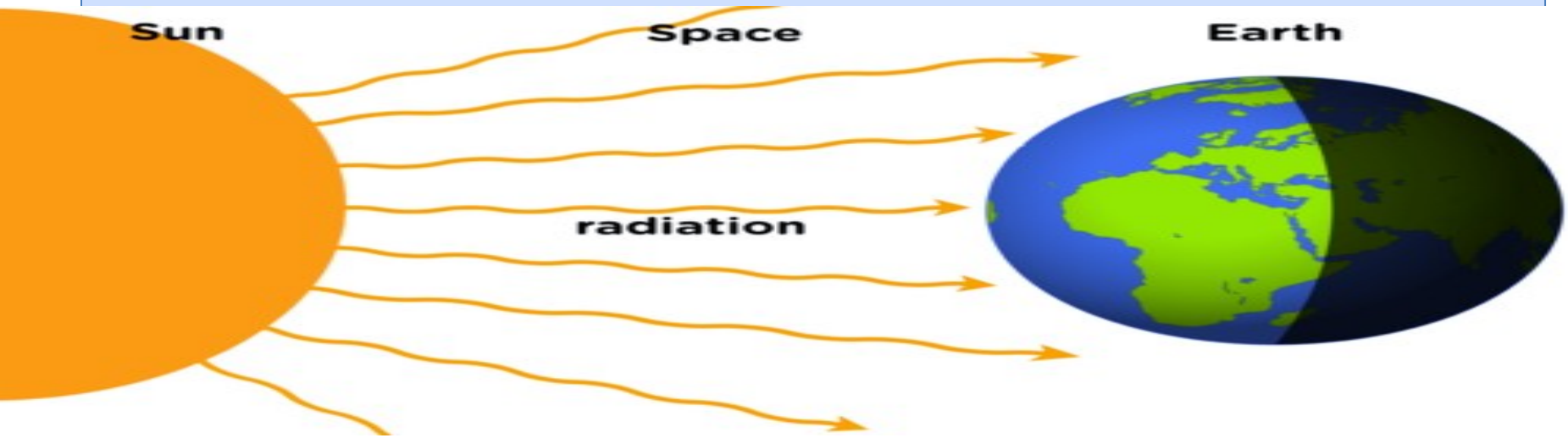


حفـــظ الأغذيـــــــــة بالإشعـــــــــاع Food Irradiation

تعريف الاشعاع Radiation

انبعاث وسريان طاقة في الفراغ او في الهواء او خلال مادة ما. والأشعة الشائع استخدامها في حفظ الاغذية هى الاشعة الكهرومغناطيسية Electromagnetic radiations.



حفـــظ الأغذيـــــــــة بالإشعـــــــاع

عبارة عن معالجة فيزيائية يتم فيها تعريض المنتجات الزراعية والغذائية للأشعة المؤينة أشعة جاما أو الأشعة السينية أو الإلكترونات المسرعة high speed electron beam ويتم إجراء ذلك فى وحدات خاصة لتلك الأشعة وبجرعات محددة ولفترة

بعض الأغذية المشعة
والشعار المطلوب وضعه على بطاقة الأغذية المشعة

الفرق بين الأغذية المشعة والأغذية المشععة

- **الاغذية المشعة Rradiated Foods**

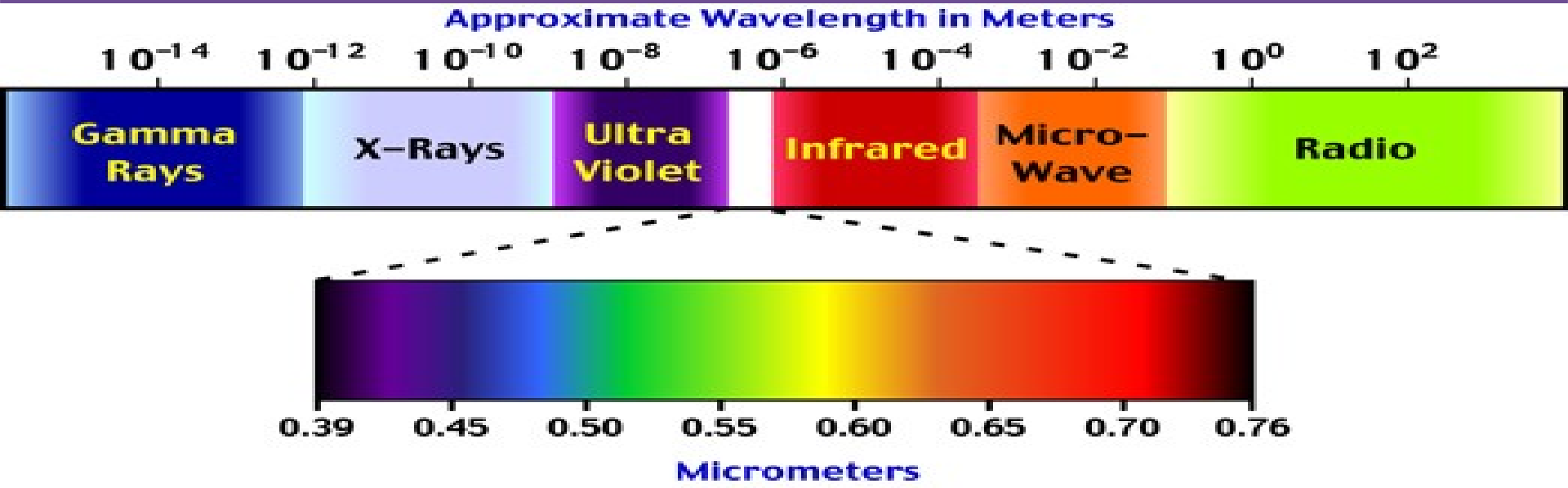
تلوث الغذاء ببعض جزيئات المواد ذات النشاط الاشعاعى وقد يكون سبب ذلك إلى الكوارث النووية التي نشأت بسبب الحروب او نتيجة للانفجارات النووية كما هو الحال في حادثة تشيرنوبل فالأغذية النشطة إشعاعيا هي الاغذية التي تعرضت للتلوث الإشعاعي بصورة عرضية مثل حوادث المفاعلات النووية .

- **الأغذية المشععة Irradiated Foods**

هى اغذية تم معاملتها بالاشعاع بغرض حفظها.

الاشعاعات المستخدمة في حفظ الاغذية

1. الاشعة فوق البنفسجية (UV) Ultraviolet.
2. أشعة جاما (Y) Gamma rays .
3. اشعة Microwaves.



1- أشعة جاما Gamma radiation:

يستخدم العنصريين المشعين كوبالت 60 (60Co) والسيزيوم 137 (137Cs) في تشعيع المواد الغذائية ويتميزا برخص سعرهما نسبياً . وتجري عملية التشعيع في غرف خاصة. كما تنبعث الإشعاعات من مصدر الإشعاع لتقوم باختراق المادة الغذائية المحيطة به.

مميزات استخدام اشعة جاما

- تعمل على تخلل المواد الغذائية دون أن تترك بها متبقيات مثل المعالجة الكيميائية.
- تعتبر " معالجة على البارد " لأنها لا تزيد من درجة حرارة الغذاء وينعكس ذلك على المحافظة على لون ونكهة وصفات الجودة للغذاء الخام الطازج.
- منتجات الأغذية المعالجة بالإشعاع يمكن استهلاكها أو تصديرها أو تخزينها مباشرة بعد إتمام العملية .
- قدرتها على إبادة الميكروبات ويساعد قدرة الإشعاع للنفاذ إلى أماكن نمو الميكروبات بين أنسجة المادة الغذائية إلى تثبيط نموها بالقدر الذى يسمح بإطالة فترة تسويقها وتقليل الفاقد منها .

ويعيب استخدام أشعة جاما في حفظ الأغذية ما يلي:

أ ـ تخرج أو تنبعث أشعة جاما من المصدر المشع في جميع الاتجاهات ويصعب التحكم في اتجاهاتها.

ب- تعتبر فترة نصف العمر لعنصر الكوبالت قصيرة نسبياً

حيث تصل إلى حوالي 5 سنوات مما يستلزم معه تغيير المصدر الإشعاع بصفة دورية.

2) شعاع أو تيار الإلكترونات Electrons beams:

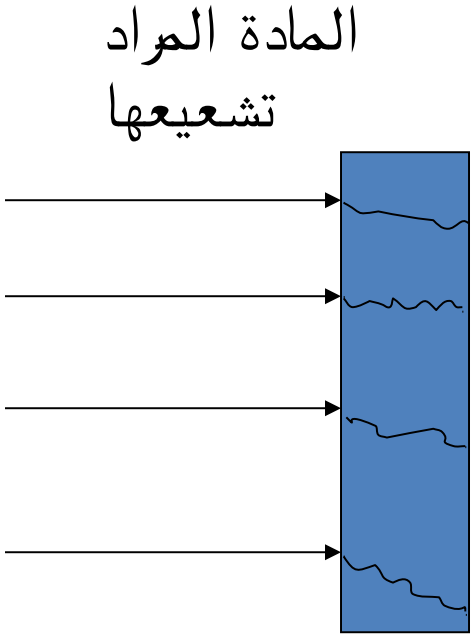
يتميز استخدام تيار الإلكترونات عند استخدام العناصر المشعة بعدة مميزات

ومن هذه المميزات

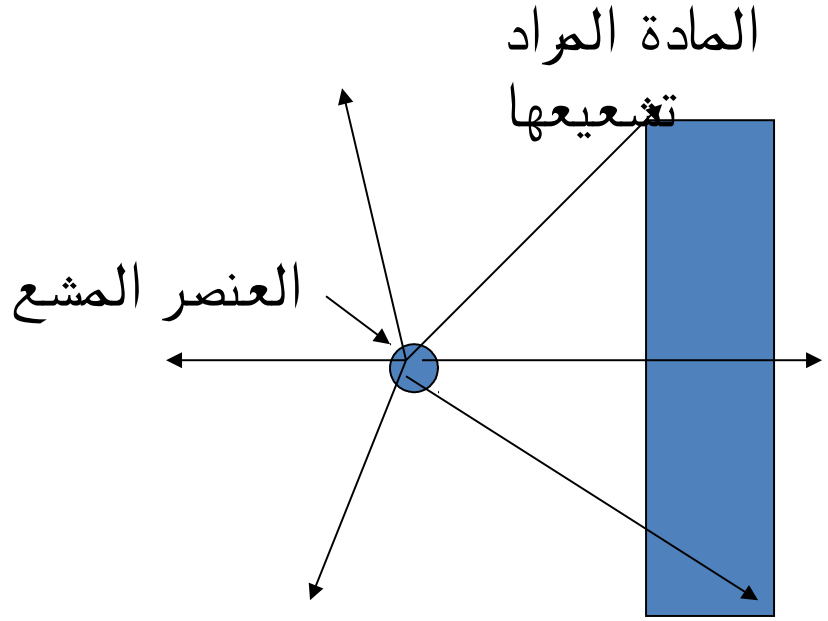
- ✓ ارتفاع سعة وكفاءة محطة التشعيع.
- ✓ له قدرة اختراقية عالية أكبر من أشعة جاما مما يمكن استخدامه مع المواد الأكثر سمكاً.
- ✓ إمكانية التحكم في درجة وعمق الاختراق مما يؤدي إلى توسيع دائرة الاستخدام والاختبار.
- ✓ ينبعث تيار الإلكترونات في اتجاه واحد فقط.

- القابلية للبرمجة والتحكم الأوتوماتيكي لعدة مراحل من التشعيع.
- سهولة إطلاق ووقف انبعاث تيار الإلكترونات حسب الحاجة دون اللجوء إلى برامج صيانة معقدة.
- سهولة نقل مصدر التشعيع لعدم الاحتياج لغرف تشعيع
- ذات حوائط خاصة.

سلوك أشعة جاما وتيار الالكترونات عند اختراقها المواد



تيار الإلكترونات



أشعة جاما

فوائد تشعيع المنتجات الغذائية والزراعية

- ✓ تقليل نسبة الفاقد في المنتجات الزراعية والغذائية.
- ✓ تقليل الاعتماد على المواد الكيميائية المستخدمة في حفظ المنتجات الغذائية والزراعية.
- ✓ طريقة مكملة أو بديلة للحجر الصحي.
- ✓ الحد من أمراض التسمم الغذائي الناتج عن الميكروبات الممرضة.
- ✓ تسهيل عمليات التصدير والتبادل التجاري العالمي.

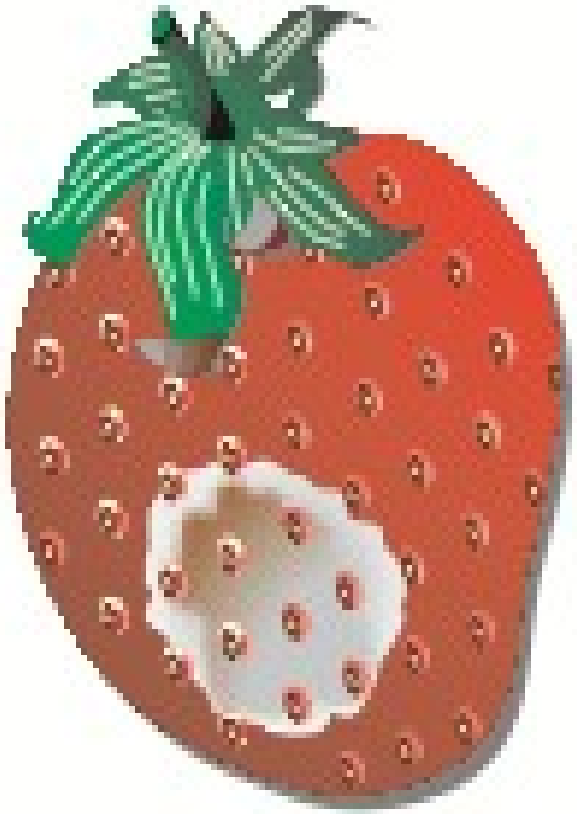
فوائد تشعيع المنتجات الغذائية والزراعية

- ✓ ضمان جودة وسلامة المواد الغذائية.
- ✓ من الممكن أن يعبأ المنتج فى حالة جافة.
- ✓ التشعيع من الممكن أن يستعمل لحفظ أنواع مختلفة من الأغذية فى مدى من الأحجام والأشكال المختلفة مما يعطيه صفة المرونة . فممكن أن يستعمل مع الأغذية ذات الأحجام الكبيرة.
- ✓ يمكن أن يستخدم لتجهيز منتجات ذات درجة حفظ ثابتة مثل اللحوم المملحة أو المتبلة وكذلك السجق.
- ✓ المحافظة على الخصائص الحسية والقيمة الغذائية للعصائر الطبيعية أثناء عمليات التشعيع بدرجة عالية.

تطبيقات لاستخدام الأشعة المؤينة فى مجال الأغذية

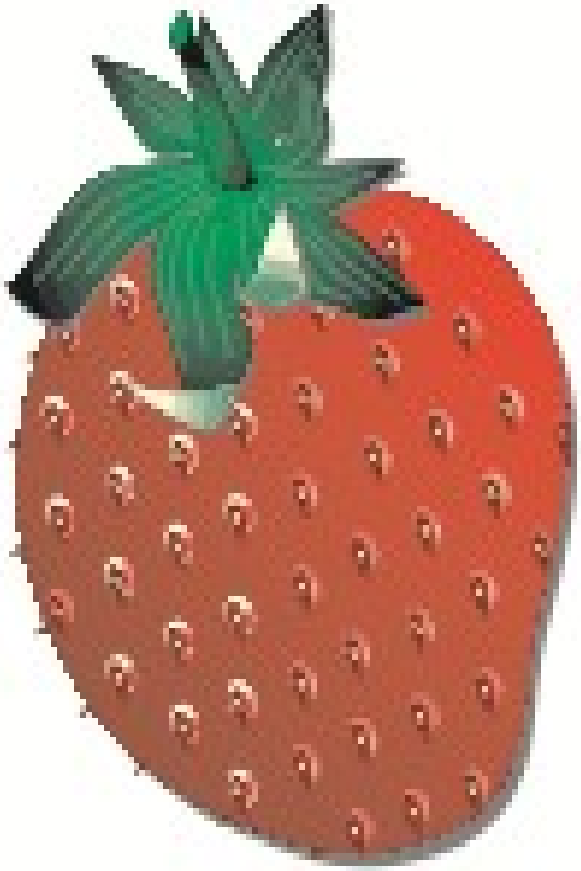
- تثبيط الإنبات أو التزريع لبعض المحاصيل كالبطاطس والبصل وبالتالى إطالة فترة التخزين لها .
- يمكن أن يستعمل التشعيع بدلا من التدخين الكيماوى للتحكم فى مهاجمة الحشرات التى تحدث للحبوب والدقيق والفواكه الجافة والطازجة والمنتجات الغذائية الأخرى.
- تقليل التلوث أو تطهير التوابل والأعشاب من الكائنات الدقيقة حيث أن الحرارة لا يمكن أن تستعمل لإزالة التلوث فى هذه الحالة لأنها سوف تفقد المواد الطيارة المسئولة عن النكهة والرائحة.
- المعاملة بالإشعاع استخدمت كى تحل محل بعض الإضافات الغذائية أو تقليل الكمية المستخدمة منها حيث استعمل الإشعاع فى إنتاج بعض اللحوم المصنعة باستخدام كمية قليلة جدا من النتريت عن تلك الكمية المستعملة فى حالة اللحوم المصنعة بطرق تقليدية .
-

UNTREATED



5 days
after harvesting

TREATED



3 weeks
after harvesting

تطبيقات لاستخدام الأشعة المؤينة فى مجال الأغذية

- يستخدم لتطهير أسطح اللحوم التى يمكن أن تتلوث خلال عمليات الذبح والسلخ والتقطيع فهو يستعمل لتدمير الميكروبات الحساسة وخاصة السالبة الجرام مثل *Flavobacterium* ، *Achromobacter* ، *Pseudomonas* والتى يمكن أن تسبب الفساد .
- يستخدم لبسترة بعض الأغذية كالألبان والعصائر واللحوم والأسماك والفواكه والخضراوات الطازجة.
- كما يستخدم فى أغراض أخرى مهمة للتصنيع الغذائى مثل تعقيم محاليل الأنزيمات وتحليل المركبات ذات الجزئيات الكبيرة كالنشا والسليلوز وتطرية اللحوم وغيرها .

تطبيقات لاستخدام الأشعة المؤينة فى مجال الأغذية

One Process:

Multiple Uses

Sprout Inhibition

Onion, Potato, Ginger, Garlic

Quarantine

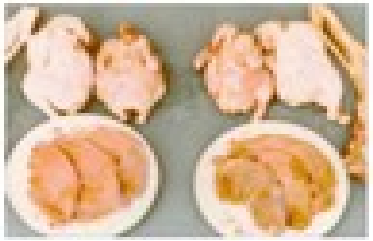
Fruits

Insect Disinfestation

Cereals, Pulses, Dry Fruits

Shelf-life Extension

Chicken, Meat, Fish



Pathogen Reduction

Spices, Flesh Foods

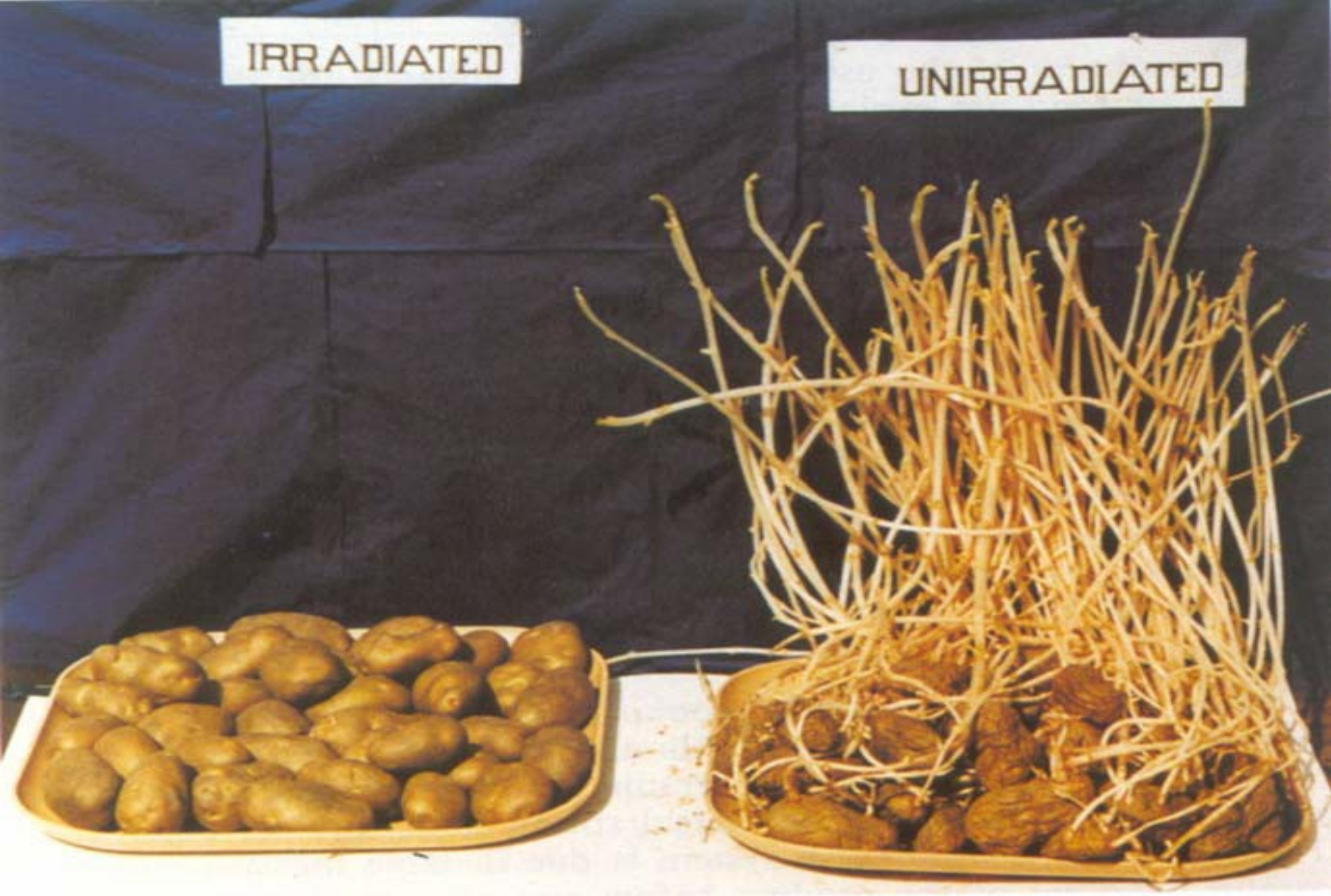


Fig. 2. Comparison of irradiated potatoes with untreated potatoes after 6 month of storage.

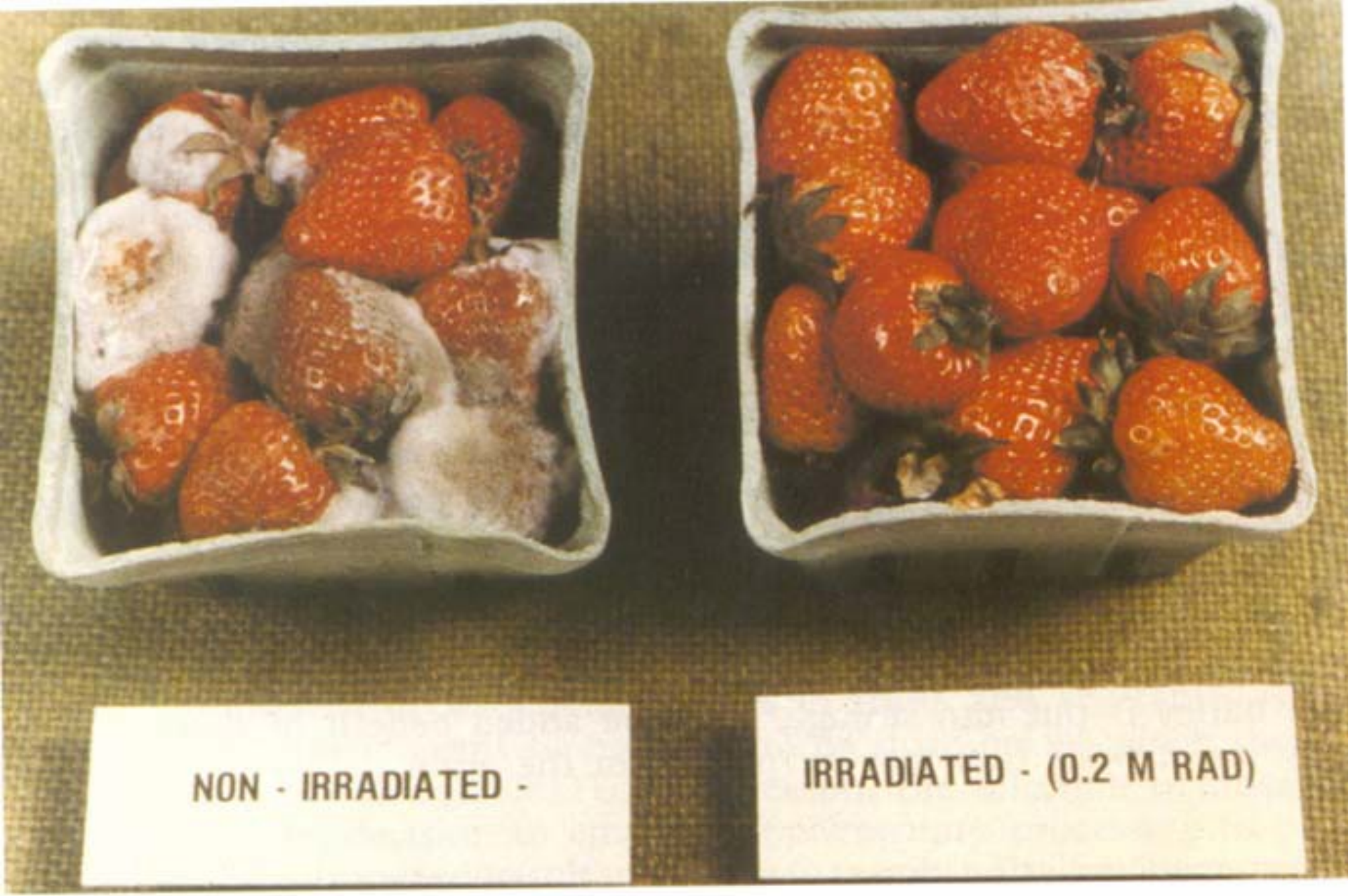


Fig. 3. Comparison of irradiated strawberries with untreated strawberries after 15 days of storage.

أقسام التشعيع

يقسم التشعيع إلى عدة جرعات على حسب الغرض منه وهى :

1- **التعقيم Radappertization:**

وهى عملية تعقيم كاملة للمادة الغذائية بواسطة الإشعاع وتحتاج جرعات إشعاعية مرتفعة (45-50 كيلوجراى) لتحطيم جميع الكائنات الدقيقة المفسدة للغذاء والضارة لصحة الإنسان بما فيها بكتريا *Clostriduim botulinum* أكثر الكائنات مقاومة للإشعاع . هذه المعاملة قد تسبب تغييرا فى لون ورائحة المادة الغذائية خصوصا إذا كانت من النوع الذى يحتوى على نسبة مرتفعة من الرطوبة.

2 – الاستئصال Radicidation

- يهدف هذا النوع من المعاملة إلى إزالة الكائنات الحية الدقيقة التى لها علاقة مؤكدة بإحداث الضرر لصحة الإنسان. ويستخدم فى ذلك جرعات إشعاعية أقل من تلك التى تستخدم فى عمليات التعقيم وبالقدر الكافى لتحطيم الميكروبات الممرضة مع تخفيض الحمل الميكروبى للحد الذى لا يسبب مشاكل غير عادية للغذاء ولا تستطيع التكاثر لفترة من الوقت بعد التشعيع مما يساعد على إطالة فترة تخزين المنتج الغذائى. وحيث أن السالمونيلا هى أكثر الكائنات الدقيقة حساسية للإشعاع وهى من الميكروبات المفسدة للغذاء والضارة بصحة الإنسان، لذلك فإن الهدف الأول لـ Radicidation هو تحديد الجرعة اللازمة للتخلص من السالمونيلا. وأثبتت التجارب أن الجرعات من 0,75 – 1,05 كيلو جراى كانت كفيلة للتخلص من 90% من العدد الكلى للسالمونيلا. هذه العملية الإشعاعية تعتبر حلا جزئيا من أجل إطالة فترة تخزين المنتج الغذائى، ولذلك يستلزم استخدام وسائل أخرى مكملة مثل التخزين البارد ليساعد على إطالة فترة التخزين .

البسترة Radurization

يطلق عليها البسترة الإشعاعية ويستخدم لها جرعات تصل إلى 5 كيلو جراى لتخيف الحمل الميكروبى بوجه عام ولكنها تسمح ببقاء بعض الكائنات الدقيقة حيا ومن ضمنها البكتريا المنتجة للجراثيم ولذا فإن الغرض منها مضاعفة فترة بقاء الغذاء باستخدام جرعات إشعاعية بالقدر الذى لا يسمح بحدوث تغير فى صفات جودته مع خفض ملحوظ فى الحمل الميكروبى. وتكون البسترة الإشعاعية مناسبة لحفظ الأسماك والصدفيات والدواجن واللحوم ومنتجاتها بجانب العديد من ثمار الفاكهة .

لجرعة الإشعاعية المطلوبة في التطبيقات المختلفة لتشعيع الأغذية

المنتج	الجرعة (كيلو جراي)	الغرض
البطاطس والبصل والثوم الحبوب والفواكه الطازجة والمعلبة واللحم الفواكه الطازجة والخضار	0.15 – 0.05 0.5 – 0.15 1.0 – 0.5	– جرعة منخفضة (حتى 1 كيلو جراي) منع التبرعم منع تكاثر الحشرات (التعقيم) تأخير النضج واكتماله
السمك الطازج والفواولة وغيرها الأغذية البحرية الطازجة والمثلجة والدجاج الطازج واللحم المثلج.	3.0 – 1.0 7.0 – 1.0	– جرعة متوسطة (1–10) كيلو جراي إطالة عمر العرض التخلص من الميكروبات الضارة
اللحم والدجاج والأغذية البحرية والوجبات الجاهزة، الأطعمة المعقمة لبعض المرضى.	50 – 30	– جرعة عالية (10–50 كيلو جراي) التعقيم الصناعي (مع التسخين القليل)
البهارات، وإعداد الأنزيمات والعك الطبيعي وغيرها.	50 – 10	**إزالة التلوث ن بعض أصناف منكهات الغذاء ومكوناته**

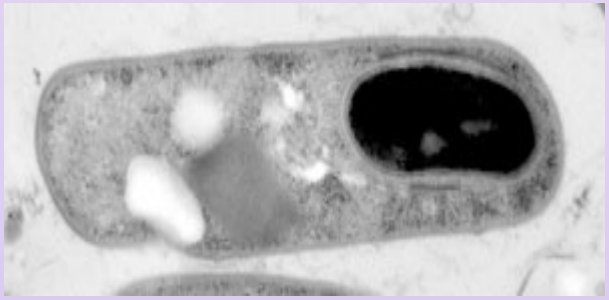
العوامل التي تؤثر على إبادة الأحياء الدقيقة بالإشعاع

Principles affecting the destruction of microorganisms by irradiation

1)أنواع وأجناس الأحياء الدقيقة:

تتباين الأحياء الدقيقة في درجة مقاومتها أو حساسيتها للإشعاع تتميز البكريا المكونة للجراثيم sporeformers عن الأنواع غير القادرة على تكوين الجراثيم . وقد أظهرت بكتريا *micrococci* وبكتريا حامض اللاكتيك ذاتية التخمر *homofermentative. Lactobacilli* أعلى درجات المقاومة بالنسبة للأنواع غير المتجرثمة.

للخمائر – بصفة عامة – درجة مقاومة أعلى من فطريات العفن.



2) عدد الأحياء الدقيقة:

تتناسب درجة الحساسية للإشعاع عكسياً مع عدد الأحياء الدقيقة ،

فكلما زاد عدد الأحياء الدقيقة المعر[illegible] للإشعاع

انخفضت درجة الحساسية.

3) التركيب الكيماوي للوسط المحيط بالأحياء الدقيقة:

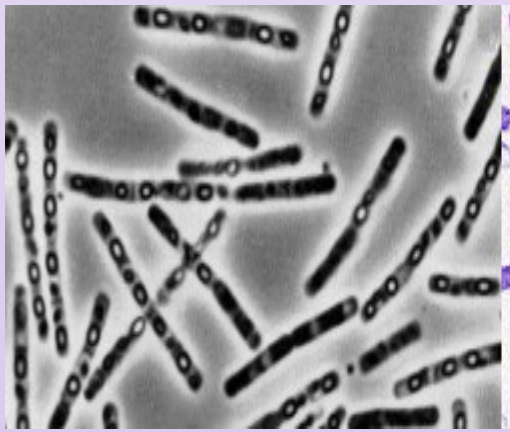
تزداد حساسية الأحياء الدقيقة للإشعاع عند وجودها في محاليل متعادلة أو محاليل منظمة عنها في حالة وجودها في بيئة تحتوي على البروتين الذي يبدي تأثيراً حافظاً

4) الأكسجين:

يؤدي غياب الأكسجين إلى ارتفاع درجة مقاومة الأحياء الدقيقة للإشعاع.

5) الخواص الطبيعية:

تظهر الخلايا المجففة درجة مقاومة للإشعاع مرتفعة بالمقارنة بها في الحالة الرطبة ويرتبط ذلك مباشرة بقدرة الإشعاع على إحداث التحلل radiolysis للماء الموجود بوفرة في الحالة الرطبة



6) عمر الكائنات الحية:

تتمتع البكتريا بأعلى درجات المقاومة للإشعاع في الطور التمهيدي وقبل بداية طور الانقسام اللوغاريتمي وتقل مقاومتها كلما طال بها العمر .

7- حساسية الفطر والعائل

8 - حجم الجرعة الإشعاعية: الجرعة 5 كيلو جراى تكون مناسبة لإيقاف نمو مستعمرات فطر *Rhizopus stolonifer* بينما تستخدم الجرعة 15 كيلوجراى لإيقاف إنبات الجراثيم .

9- شدة الجرعة: وجد أن الجرعة 0.8 كيلو جراى وشدتها حوالى 10 كيلو جراى/ ساعة كانت كافية لقتل ميسليوم فطر *Penicillium expansum* بينما استخدام نفس الجرعة بشدة أقل (200 جراى/ ساعة) لا يعطى نفس الأثر.

10- درجة حرارة التخزين : درجة حرارة التخزين من العناصر البيئية الهامة التى تؤثر على إنبات الجراثيم ونموها .

الطفرات الميكروبية

- تعمل الجرعات الإشعاعية التى تستخدم فى تعقيم الغذاء على قتل نسبة كبيرة من الكائنات الدقيقة الموجودة عليه وتصبح الكائنات الدقيقة المتبقية بعد التشعيع والتى استطاعت تحمل هذه الجرعات الإشعاعية المستخدمة لها صفة المقاومة ضد هذه الجرعات. وإعادة نشاط ونمو هذه الميكروبات وتكاثرها بصفاتها الجديدة يعتبر أمرا خطيرا، إذ تكون لها صفة الطفرات التى تتحمل مدى معين من الجرعات إلاشعاعية. وتظهر هذه الظاهرة فى البكتريا التى تعيش بعد معاملة الاستئصال Radicidation أو معاملة البسترة الإشعاعية Radurization ويؤدى تكرار تشعيع البكتريا الخضرية بجرعات تحت المميتة Sub-lethal لإعادة نشاطها وإنتاج طفرات بكتيرية مقاومة للإشعاع أكثر عدة مرات من السلالة الأصلية .

تأثير الأشعة المؤينة على الأنزيمات

الأنزيمات لا تتأثر كثيرا بالجرعات المستخدمة من الأشعة المؤينة وذلك حتى فى التعقيم الإشعاعي. ولذا فإن عملية تثبيط الإنزيمات الداخلية تكون أسهل بمعاملة حرارية أولية .وقد ثبت عدم تأثر الإنزيمات المحللة للبروتينات فى حبوب القمح المشعة حتى جرعة مقدارها 0.5 كيلوجراى ، بينما تنشط هذه الأنزيمات فى الدقيق المشع بجرعات من 0.5 – 5 كيلوجراى وتنشط الجرعات من 0.1 –0.2 كيلو جراى إنزيم الأميلز فى الحبوب . كما وجد أن تشعيع القمح بجرعة 0.5 كيلوجراى لا تؤثر على نشاط إنزيم الليبوكسيديز بينما تسبب الجرعة 5 كيلوجراى انخفاضا واضحا فى نشاطه .ولوحظ أن معاملة المشروم بالإشعاع بجرعة مقدارها 2 كيلو جراى يقلل من نشاط إنزيم polyphenol oxidase الذى يسبب ظهور اللون البنى عند التخزين على 10° م وبالتالى يزود الفترة التخزينية إلى أكثر من عشرة أيام .

تأثير الأشعة المؤينة على القيمة الغذائية ومكونات الغذاء :

تحدث العديد من التغيرات غير المرغوبة في بعض الأغذية المشعة عن طريق مباشر أو طريق غير مباشر ومن أمثلة تلك التفاعلات ما يلي:

1- تتعرض جزيئات الماء إلى عملية تحلل إشعاعي radiolysis عند تشعيعها نتيجة تكون أربعة منتجات مختلفة

- $3H_2O \longrightarrow H + OH + H_2O2 + H_2$

2- تتكون الشقوق الحرة freeradicals وتقوم بالتفاعل مع بعضها.

3- تتفاعل بعض نواتج تأثير الإشعاع على الغذائية مع جزيئات المذيب المادة.

الدهون

الإشعاع يؤدى إلى حدوث تغيرات اكسيدية (غير مباشرة) وغير اكسيدية (مباشرة) فى الليبيدات . فالتغيرات الغير اكسيدية ترجع إلى انشطار أو تشقق جزئ الدهن ، فبعض الروابط يسهل تكسيرها عند التعرض للإشعاع وينتج أيدروجين ، ثانى أكسيد الكربون ، الدهيدات ، ، alkanes alkenes. أما الأكسدة الذاتية للدهون فهى من التغيرات الغير مباشرة للإشعاع حيث تتكون شقوق حرة وينتج البيروكسيدات ، المواد الكربونيلية ، hydroxy and Keto polymers، lactones، acids . وقد وجد أن تعريض دهون اللحوم بجرعة إشعاعية مقدارها 20 كيلو جرام يؤدى إلى إسراع ظهور رائحة التزنخ المميزة له

البروتينات

يحدث تغيرات طفيفة للبروتينات نتيجة عمليات التشعيع (وخاصة لتلك المحتوية على نسبة عالية من الكبريت) هذا ولا تتأثر الأحماض الأمينية أو القيمة الغذائية للبروتينات نتيجة لعمليات التشعيع ، أما الأنزيمات فتظل محتفظة بنشاطها عند التعريض للإشعاع حتى 10 كيلو جراى .

الكربوهيدرات

التشعيع قد يحدث انحلال تحللى أو أكسيدى لجزئيات الكربوهيدرات. السكريات البسيطة يمكن أن تتأكسد فى نهاية الجزيئ لتكوين أحماض أط بالنسبة لجزئيات الكربوهيدرات المعقدة فإنها تنشطر إلى وحدات أصغر نتيجة لانحلال الروابط الجليكوسيدية. كط تقصر الروابط الخاصة بالبكتين نتيجة لهذا الانحلال مع فقد فى القوة الجيلية .

الفيتامينات

الفيتامينات حساسة للمعاملة بالإشعاع وعملية إتلاف الفيتامينات بواسطة الإشعاع تكون عادة بطريقة غير مباشرة وتتوقف على المحتوى من الماء والأكسجين. بالنسبة للفيتامينات الذائبة فى الدهون يكون فيتامين هـ أكثرها حساسية للأشعة المؤينة بينما يكون فيتامين د أقلها . وفيتامين أ يكون أيضا حساسا للإشعاع نظرا لأن نشاطه يقل عن طريق Cis-trans isomerization , الثيامين يكون أكثر الفيتامينات على الإطلاق حساسية للإشعاع وكذلك فإن pyridoxine يكون حساسا جدا للمعاملة بالأشعة المؤينة. أما الريبوفلافين، النياسين، حمض البنتوثنيك ، البيوتين ، وحمض الفوليك تكون ثابتة نسبيا عند التعرض للإشعاع .حامض الاسكوربيك يتحول بالإشعاع إلى حامض ديهيدرواسكوربيك .

المعادن

المعادن لا تتأثر بالمعاملة بالإشعاع . وعامة فإن محتوى المعادن فى الأغذية المعقمة بالإشعاع يكون أعلى من تلك المعقمة بالحرارة .

شعار التشعيع

بعض الأغذية المشعة

وسائل تقليل الآثار الجانبية التى تحدث فى الأغذية عند تعرضها للإشعاعات المؤينة:

كيفية قيامها بدورها	الوسيلة
انخفاض معدل تكوين الشقوق الحرة .	خفض درجة الحرارة اثناء عملية التشعيع .
انخفاض عدد الشقوق الحرة المؤكسدة	خفض معدل تواجد الاكسجين اثناء التشعيع
تنافس المواد الممتصة مع الاشعاع على الشقوق الحرة	اضافة مواد لامتصاص الشقوق الحرة
ازالة المركبات المنتجة للروائح والنكهات الطيارة غير المرغوبة	اجراء عملية التقطير اثناء عملية التشعيع
انخفاض معدلات التفاعلات والتغيرات كلها	اختزال جرعة التشعيع المستخدمة

تحفظات المستهلك على التشعيع

1. الخلط بين مفهوم التلوثالإشعاعي وتقنيةالتشعيع بهدف الحفظ
2. الأفكار العاطفية المرتبطة بالأسلحةوالتفجيرات النووية
3. الحوادث النووية والإشعاعية
- ✓ – حادث مفاعل شرنوبيل عام ١٩٨٦
- ✓ – حادث التلوث الإشعاعي في البرازيل عام ١٩٨٧ واليابان عام ١٩٩٩ م
4. قصور التثقيف عن دور تقنية تشعيع الأغذيةفي الحد من مشاكل التسمم
والفساد الغذائي والمخاطر الصحية للأغذية
5. قلةالتجارب التسويقيةللمنتجات الغذائية المشععة
6. شكوك المستهلك بسبب غياب التشريعاتوالتراخيص لممارسة تقنية التشعيع

Thank You