وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

کاربرد پرتودهی در فرآوری و سالم سازی محصولات کشاورزی

سخنران:

مهدی نیک خواه

عضو هیأت علمی موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

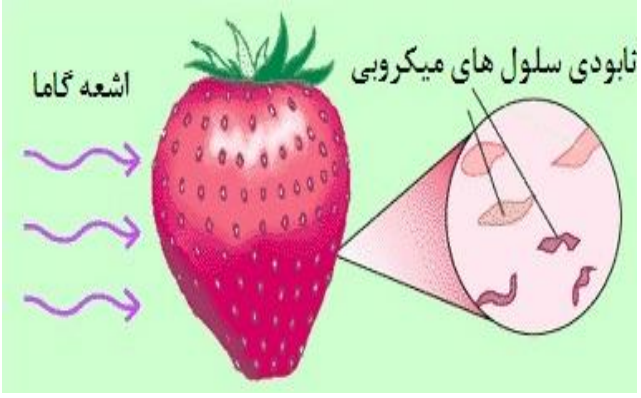
(هماهنگ‌کننده ستادی محققان معین و پژوهشگر مروجان ارشد کار گروه دام، طیور و آبزیان)

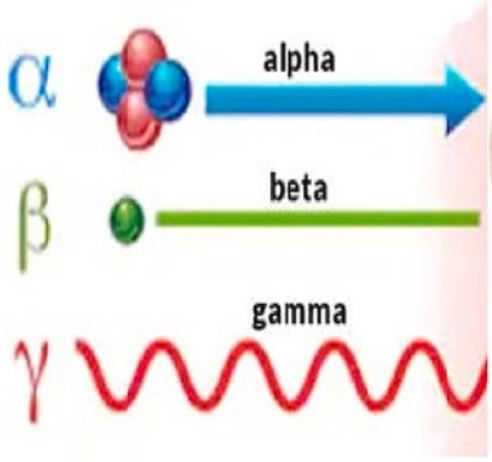
۱۶ شهریور ۱۴۰۱– ساعت: ۱۰:۰۰

بسم الله الرحمن الرحیم

فرآیند پرتودهی مواد غذایی

- استفاده از اشعه یک فن آوری نسبتا جدید و نوید بخش برای پاک‌سازی و سالم سازی مواد غذایی و محصولات کشاورزی است.
- فرآیند پرتودهی نوعی روش فیزیکی برای فرآوری مواد غذایی محسوب می شود که شامل عبور مواد غذایی از مقابل یک منبع پرتو یونیزه کننده (گاما، ایکس و پرتوالکترونی) با یک سرعت تنظیم شده است.





تاریخ های مهم در پرتودهی مواد غذایی

- ۱۸۹۵– ثبت اولین مقاله در خصوص پرتودهی مواد غذایی
- ۱۹۵۷– اولین استفاده تجاری در کشور آلمان برای انهدام حشرات در ادویه جات
- ۱۹۶۳– برای ازبین بردن حشرات و آفات در گندم و آرد گندم مورد تایید قرار گرفت.
- ۱۹۶۴– برای جلوگیری از جوانه زدن سیب زمینی مورد استفاده قرار گرفت.
- ۱۹۷۰– غذاهای پرتودیده توسط ناسا برای فضانوردان مورد استفاده قرار گرفت.
- ۱۹۸۴ –استفاده از پرتودهی در ادویه جات و چاشنی ها مورد استفاده قرار گرفت.

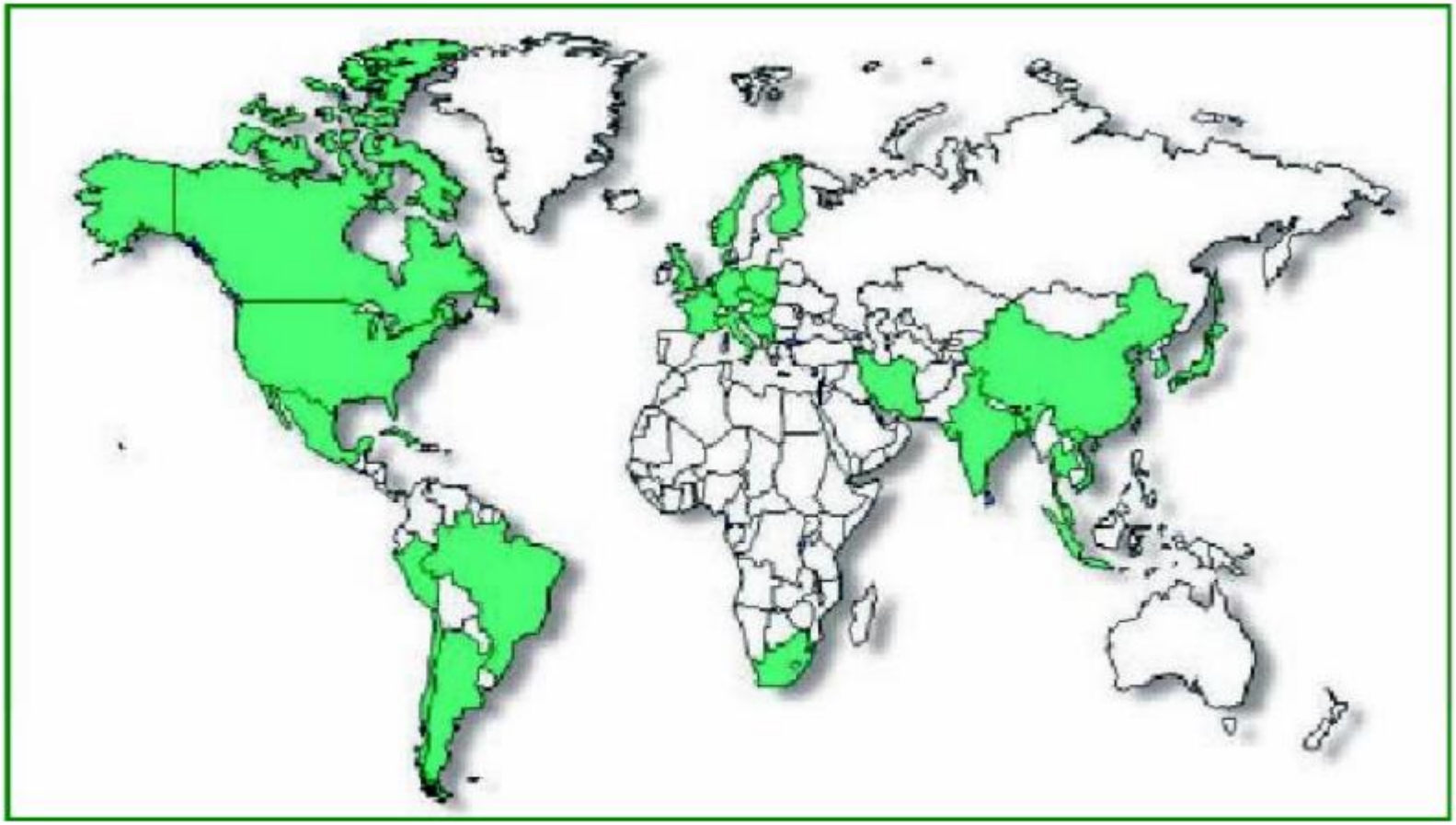
تاریخ های مهم در پرتودهی مواد غذایی

- ۱۹۸۵– استفاده از پرتودهی برای کنترل انگل تریشینلا اسپیرالیس در گوشت خوک مورد تایید قرار گرفت.
- ۱۹۸۶– استفاده از پرتودهی برای کنترل حشرات و میزان رسیدگی میوه ها و سبزیجات مورد تایید قرار گرفت.
- ۱۹۹۲– استفاده از پرتودهی برای کنترل فعالیت میکروبی در گوشت طیور مورد تایید FDA قرار گرفت.
- ۱۹۹۷– استفاده از پرتودهی برای کنترل میکروب های بیماریزا در گوشت قرمز مورد تایید FDA قرار گرفت.

سازمان ها و نهادهایی که استفاده از پرتودهی در مواد غذایی را مورد تایید قرار داده اند:

World Health Organization	سازمان بهداشت جهانی
American Medical Association	انجمن پزشکی آمریکا
Institute of Food Technologists	موسسه فناوران صنایع غذایی
American Council on Science and Health	شورای آمریکایی علم و سلامت
Food and Agriculture Organization	سازمان خواربار و کشاورزی
American Dietetic Association	انجمن رژیم غذایی آمریکا

استفاده از پرتودهی محصولات غذایی در کشورهای مختلف دنیا

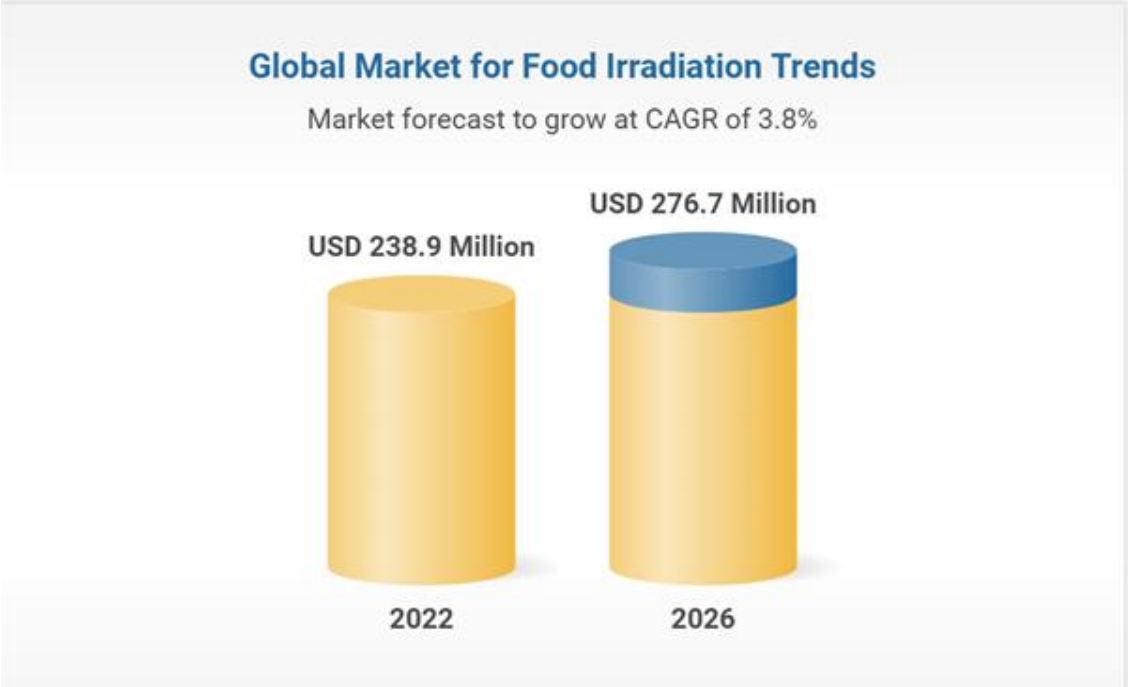


Countries which apply food irradiation for commercial purposes

Do not yet apply food irradiation

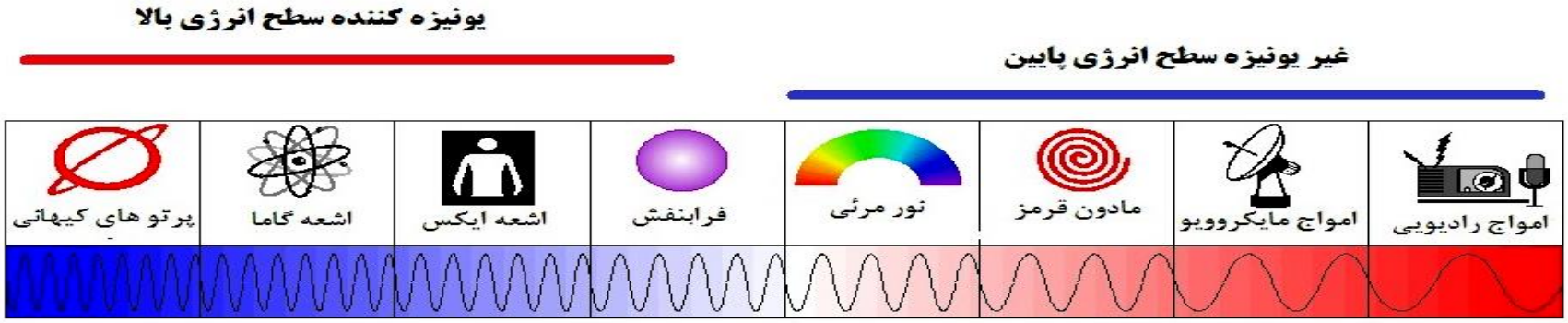
تجارت جهانی پرتودهی مواد غذایی

- بیش از ۵۰ کشور دنیا اجازه استفاده از پرتودهی برای بیش از ۵۰ نوع ماده غذایی را صادر کرده اند
- تخمین زده می شود همه ساله بیش از ۶۰۰ هزار تن مواد غذایی و محصولات کشاورزی به صورت تجاری تحت فرآیند پرتودهی قرار می گیرند.



پرتودهی (Irradiation)

- پرتودهی به معنای انتشارذرات یا امواج انرژی در داخل محیط یا فضاست. دو گونه پرتو وجود دارد: پرتو یون ساز و پرتو غیریون ساز. واژه پرتو بیشتر برای نوع یون ساز آن (مانند گاما و ایکس) بکار می‌رود که انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم‌ها را دارند، اما گاهی ممکن است برای گونه غیر یون ساز آن نیز (مانند نور، فرابنفش و امواج رادیویی) به‌کاررود.



طیف الکترومغناطیس

تعاریف و اصطلاحات

- دوز جذب شده

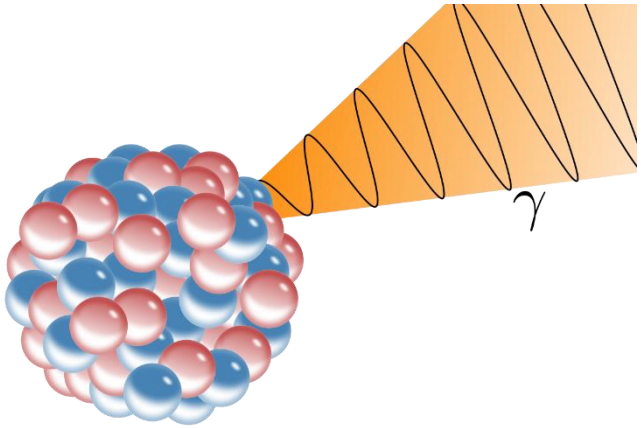
میزان تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده به هنگام قرار گرفتن مواد غذایی در برابر اشعه پرانرژی از طریق انرژی جذب شده اندازه گیری می شود. در فرآیند اشعه دهی به این انرژی دوز جذب شده یا به طور اختصار دوز گفته می شود.

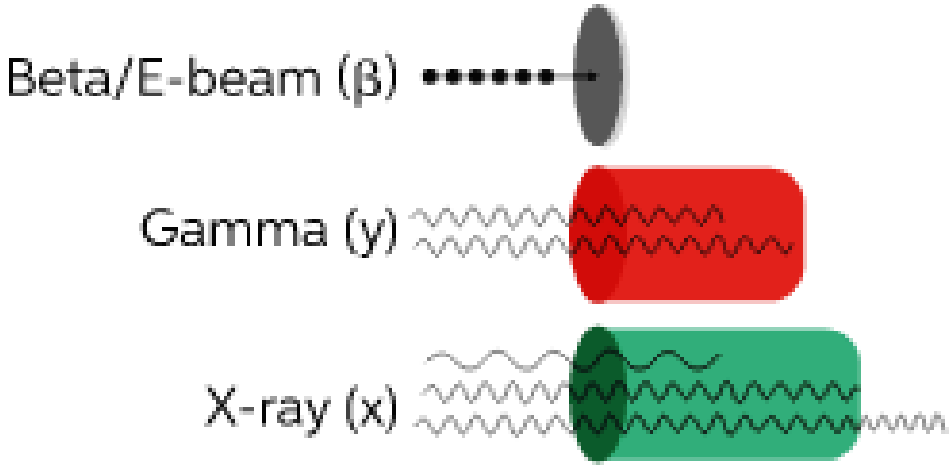
- گری (Gy) -کیلو گری(KGy)

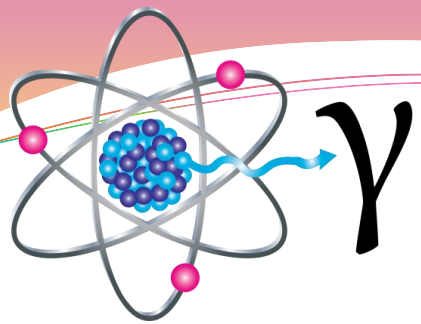
مقدار دز جذب شده بر حسب واحد کیلوگری(KGy)اندازه گیری می گردد. یک گری معادل انرژی جذب شده به میزان یک ژول در هر کیلوگرم است. در گذشته از واحد راد (۱ Gy 0/01 = Rad) به طور گسترده استفاده می شده است.

انواع روش های پرتودهی در صنایع غذایی و کشاورزی

- پرتوهای یونیزه کننده به دلیل قدرت نفوذ بالا و ویژگیهایی نظیر قابلیت استفاده آنها برای حفظ محصولات کشاورزی بعد از عملیات بسته بندی و جلوگیری از آلودگی ثانویه این محصولات و همچنین قابلیت به کارگیری آنها در سطوح تجاری، دارای اهمیت چشمگیری است.







منابع پرتودهی

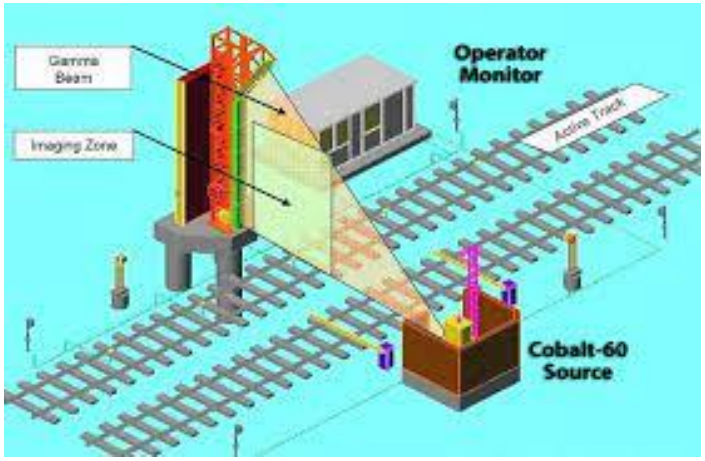
- منابع پرتودهی شامل اشعه گاما ساطع شده از چشمه های رادیوایزوتوپ کبالت ۶۰ یا سزیوم ۱۳۷، اشعه ایکس تولید شده از ماشین هایی که با انرژی ۵ مگا الکترون ولت یا کمتر کار می کنند و همچنین الکترون های شتابدار تولید شده از ماشین هایی که با انرژی ۱۰مگا الکترون ولت یا کمتر کار می کنند، هستند.

- استفاده از الکترون های پرانرژی به دلیل این که آلودگی زیست محیطی کمتری نسبت به پرتو گاما دارند و همچنین زمان پرتودهی که بسیار کوتاه است ارجحیت دارد.

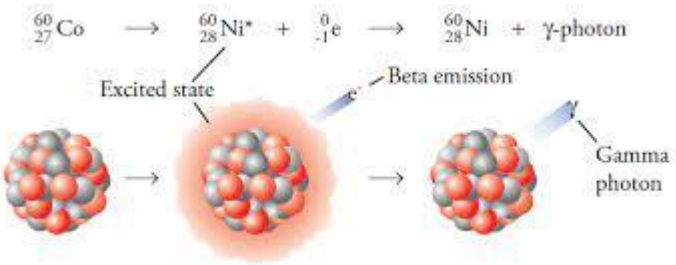
- شتاب دهنده های تجاری الکترون، پرتوهای الکترونی را با سطح انرژی مورد قبول قوانین اشعه دهی مواد غذایی تولید می کنند.

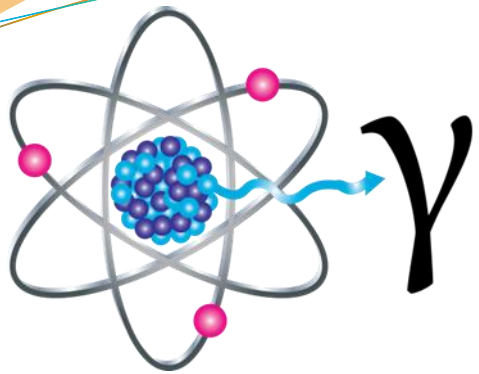
اشـــعه گامـــا

- در اغلـــب تجهیـــزات تجـــاری اشـــعه گامـــا بـــه کار بـــرده میشـــود. قســـمت عمـــده اشـــعه گامـــا از طریـــق اشـــعه دهی کبالـــت ۶۰ تولیـــد می شـــود.
- جنبه هـــای اقتصـــادی فـــرآوری بـــا اشـــعه گامـــا قابـــل رقابـــت بـــا ســـایر روش هـــای فـــرآوری مـــواد غذایـــی اســـت. از آنجـــا کـــه عناصـــر تولیدکننـــده ایـــن اشـــعه، فـــرآورده تجزیـــه اتمـــی بـــوده و جـــزء ضایعـــات اتمـــی محســـوب میشـــود، اشـــعه مذکـــور از ارزانتریـــن شـــکل اشـــعه جهـــت نگهـــداری مـــواد غذایـــی اســـت و از قـــدرت نفـــوذ بســـیار خوبـــی برخـــوردار اســـت.



کبالت ۵۹ (عدد جرمی) در طبیعت وجود دارد و فلزی پایدار است (رادیو اکتیو نیست). وقتی کبالت ۵۹ در یک میدان نوترونی قرار بگیرد ، با دریافت یک نوترون به کبالت ۶۰ تبدیل خواهد شد که ایزوتوپ همدیگرند. کبالت ۶۰ که رادیو اکتیو است دارای نیمه عمر ۵.۲۷ سال است ، که با انتشار یک بتای منفی و پس از آن تولید اشعه گاما ، به عنصر پایدار نیکل ۶۰ تبدیل می شود.





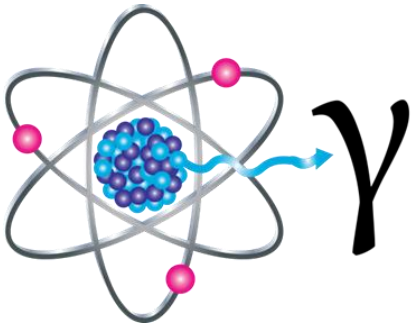
- کبالت ۶۰ قدرت نفوذ بیشتری نسبت به سزیم ۱۳۷ دارد ولی مزیت سزیم ۱۳۷ نسبت به کبالت ۶۰ نیمه عمر طولانی تر آن است.
- نیمه عمر سزیم ۱۳۷ حدود ۳۰سال و نیمه عمر کبالت ۶۰ حدود ۵.۲ سال است بنابراین ۱۲ درصد از کبالت ۶۰ هر سال باید جایگزین شود تا قدرت اولیه ثابت نگه داشته شود.
- چشمه کبالت ۶۰در جهان محدود است و رشد چشم گیر در تجاری سازی پرتودهی مواد غذایی ممکن است به کمبود آن منجر شود.

فواید کبالت ۶۰:

- تا ۹۵ درصد انرژی تشعشع قابلیت استفاده دارد.
- قدرت نفوذ بالایی دارد.
- یکنواختی قابل توجه دوز پرتودهی در محصولات غذایی
- رادیواکتیو نبودن عنصر نیکل باقیمانده پس از تابش
- به عنوان یک عنصر با ریسک پایین برای محیط زیست در نظر گرفته می شود.

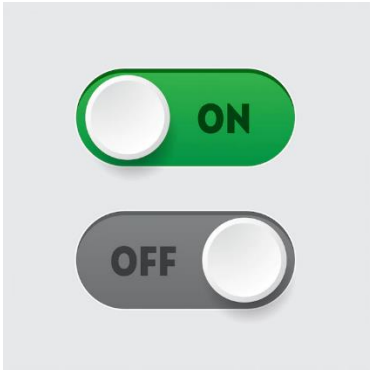
معایب کبالت ۶۰:

- نیمه عمر کوتاه
- نیاز به شارژ متوالی و در فواصل زمانی مشخص
- سرعت فرآیند در محصولات غذایی نسبتا کند می باشد



- رشد قیمت چشمه های قابل دسترس کبالت ۶۰ به همراه نگرانی مصرف کنندگان نسبت به مواد رادیواکتیو محیط مناسبی را برای توسعه ماشین های تولید کننده باریکه الکترونی و پرتو ایکس برای پرتودهی مواد غذایی فراهم کرده است.

- ماشین های تولید کننده باریکه الکترونی از شتاب دهنده های خطی استفاده کرده و باریکه های الکترونی تا سرعت های خیلی بالا نزدیک به سرعت نور شتاب می دهند.

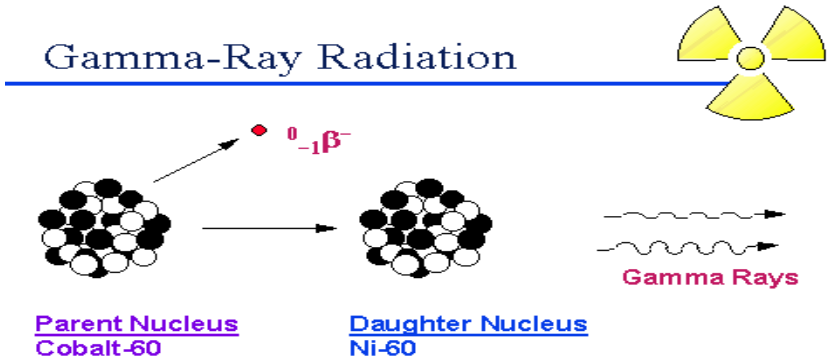


- مزیت اصلی سیستم تابش دهی با باریکه الکترونی این است که آن را می توان مثل یک حباب لامپ خاموش و روشن کرد و ارتباطی با صنعت هسته ای ندارد.

- در شتاب دهنده های الکترونی، الکترون ها به طور عمقی در مواد غذایی نفوذ نمی کنند. این پرتوهای الکترونی معمولاً برای اشعه دهی لایه های نسبتاً نازک مواد غذایی(۵ تا ۱۰ سانتیمتر) استفاده می شوند.آنها را می توان برای تابش دهی غذاهایی نظیر گوشت سفید و حبوبات استفاده نمود

- اگر ضخامت محصول کم و ظرفیت ورودی آن زیاد باشد تجهیزات پرتوهای الکترونی مزایای اقتصادی بیشتری نسبت به اشعه دهی با کبالت ٦٠ (پرتو گاما) خواهند داشت.

- بر خلاف پرتوهای الکترونی، منبع کبالت ٦٠ را حتی هنگامی که مورد استفاده قرار نمی گیرد باید همچنان روشن نگاه داشت تا خود به خود از بین برود.



پرتو ایکس

- از طریق بمباران فلزات سنگین از طریق الکترون هایی با سرعت زیاد در یک لوله خلا تولید می شود.

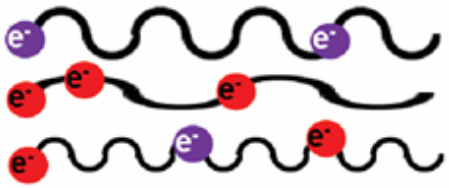
- باریکه های الکترونی را می توان به اشعه ایکس تبدیل کرد که در این صورت قدرت نفوذ بالاتری نسبت به پرتوهای کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ دارند.

- اگر بخواهیم تابش ایکس با قدرت MeV ۵ تولید کنیم ناگزیر مقدار زیادی انرژی از دست خواهیم داد زیرا فرآیند تبدیل باریکه الکترون به تابش ایکس دارای حداکثر راندمان ٤ تا ٦ درصد می باشد.

- پرتو ایکس همانند گاما، قدرت نفوذ خوبی داشته و می توان از آن برای بسته های مواد غذایی با ضخامت ٤٠ سانتیمتر یا بیشتر استفاده کرد.

ایزوتوپ رادیواکتیو

شتاب دهنده الکترونی



Gamma Ray

- متداول تر
- مکانیسم ساده و سهولت کنترل

E-Beam

- زمان تیمار کوتاه
- نرخ پرتودهی بالا
- بدون ضایعات و محصول فرعی

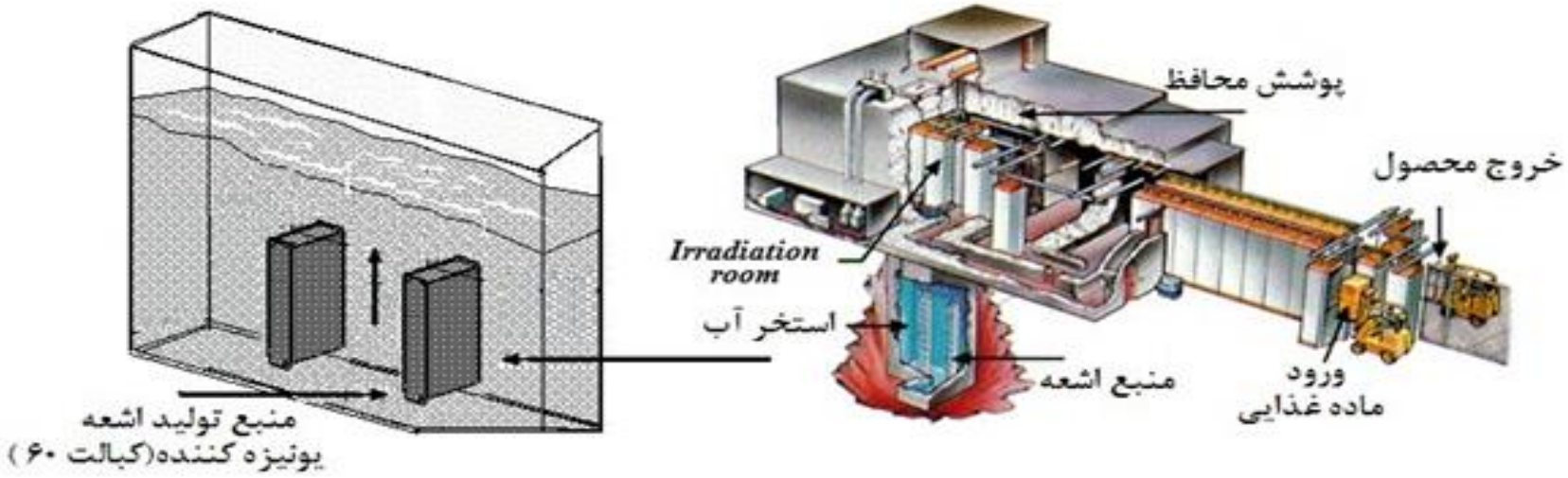
X-Ray

- قدرت نفوذ بالا
- توزیع یکنواخت دوز پرتودهی

- مستقل از حرارت / واکنش شیمیایی
- قابلیت کاربرد بر روی مواد غذایی بسته بندی شده
- ایمن و موثر

پرتودهی مواد غذایی با اشعه گاما

- همانطور که در شکل نشان داده شده است منبع تولید پرتو گاما در زمان هایی که تیمار دهی با اشعه صورت نمی گیرد به لحاظ رعایت مسائل ایمنی در عمق مناسبی از آب (حداقل ٦ متر) نگهداری می شود. در هنگام فرآوری ، منبع تولید اشعه از آب خارج شده و عملیات پرتودهی بر روی مواد غذایی بسته بندی شده که از طریق نوارنقاله به داخل اطاقک محاظت شده منقل شده اند، صورت می گیرد .



نمایی از واحد پرتودهی مواد غذایی با اشعه گاما

مزایا و معایب فرآیند پرتودهی مواد غذایی

- شروع پرتودهی تجاری مواد غذایی در دنیا براساس پذیرش استاندارد پرتودهی مواد غذایی در سال ۱۹۸۳ بود. این استاندارد به وسیله کمیته غذایی، سازمان خواربار و کشاورزی جهانی و سازمان بهداشت جهانی به نمایندگی بیش از ۱۳۰کشور دنیا براساس تایید کمیته مشترک کارشناسی پرتودهی مواد غذای مورد قبول قرار گرفت.

- به علت این که پرتودهی باعث بالا رفتن دما در ماده غذایی نمی شود، میزان کاهش مواد مغذی بر اثر پرتودهی بسیار کمتر از سایر روشهاست.

- کاهش ارزش تغذیه ای ماده غذایی را می توان با پرتودهی آن ماده در محیط عاری از اکسیژن یا در حالت انجماد به حداقل رساند.

- این فن آوری، از لحاظ زیست محیطی ایمن ،تمیز و کارآمد است.
- هیچ گونه باقیمانده شیمیایی مضر در مواد غذایی تیمارشده ایجاد نمی شود.
- پرتودهی به‌تنهایی یا در ترکیب با دیگر فرآیندها می‌تواند در ایجاد ایمنی و سلامت در غذای مصرف کنندگان نقش داشته باشد.
- در نگهداری مواد غذایی به وسیله پرتودهی باید کمترین تغییر در خصوصیات ظاهری و بافت در ماده غذایی ایجاد شود. بنابراین مقادیری از پرتو را باید استفاده نمود که به محصول آسیب وارد نسازد.

- از تشعشع برای مواد غذایی خام ، منجمد، تازه یا پخته شده استفاده شود.
- از مزایای دیگر پرتو دهی می توان به امکان جایگزینی آن با فرآیندهای شیمیایی اشاره کرد.به عنوان مثال پرتودهی با تشدید عملکرد نیترات ها در فرآورده های گوشتی عمل آوری شده باعث کاهش میزان مصرف آنها می گردد
- با توجه به این که استفاده از سموم تدخینی مثل دی برومیداتیلن، برومیدمتیل و اکسیداتیلن در بسیاری از کشورهای پیشرفته به دلایل سلامتی محیط زیست و ایمنی حرفه ای ممنوع یا محدود شده است فرایند اشعه دهی جایگزین مناسبی برای این ترکیبات شیمیایی می باشد.

- پرتودهی نمی تواند فساد ایجاد شده در ماده غذایی را از بین ببرد. بنابراین فقط مواد غذایی که از کیفیت خوب بهداشتی برخوردارند، باید پرتودهی شوند.

- در ضمن پرتودهی برای هر ماده غذایی مناسب نیست. به عنوان مثال اشعه باعث آغاز اتواکسیداسیون چربی‌ها و گسترش بدبویی در روغن‌ها، فرآورده‌های لبنی پرچرب و تخم مرغ می‌شود.

- بعضی از میوه ها وسبزی ها هنگامی که در معرض اشعه قرار می گیرند نرم شده و خصوصیات بافتی خود را از دست می دهند

- . بعضی از مواد غذایی حتی در مقادیر کم پرتو دهی به طور نامطلوب واکنش نشان می دهند . شیر و سایر فرآورده های لبنی در بین حساس ترین مواد غذائی نسبت به پرتو دهی قرار دارند . مقادیر پرتو کم در حدود ۰/۱ کیلوگری طعم نامطلوبی را در شیر ایجاد خواهد کرد

- پرتودهی معمولا روش مناسبی برای آنزیم بری یا بلانچینگ نیست به دلیل این که عموما مقاومت آنزیم ها نسبت به پرتودهی خیلی بیشتر از میکروارگانیسم ها می باشد (۵ تا ۱۰ برابر) بهتر است مواد غذایی ابتدا با روش های حرارتی آنزیم بری شده و سپس تحت فرآیند پرتودهی قرار گیرد.

- پرتودهی همچنین می تواند به ویتامین ها آسیب برساند .در بین ویتامین های محلول در چربی ویتامین Eحساسترین ویتامین محلول در چربی است و بنابراین شاخص خوبی برای تاثیر پرتودهی بر این دسته از ویتامین ها می باشد.
- بسته بندی تحت خلا و دمای پایین، ویتامین‌های Aو Eرا در طول اشعه و نگه‌داری بعد از آن محافظت می‌کنند.
- ویتامین Kپایدارترین ویتامین محلول در چربی است ضمن آنکه ویتامین Dنیز جزء ویتامین های مقاوم محلول در چربی نسبت پرتودهی می باشد .

- در بین ویتامین های محلول در آب ویتامین B1 یا تیامین ،حساسترین ویتامین محلول در آب به تابش است. به این دلیل این ویتامین می تواند به عنوان یک شاخص خوب برای اتلاف کلی ویتامین در مواد غذایی تیمارشده باشد.

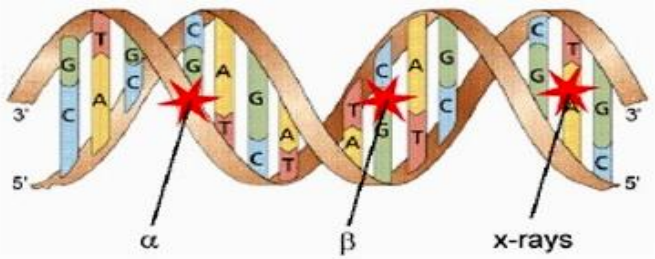
- ویتامین C یا اسید اسکوربیک نیز درجه بالایی از حساسیت به پرتودهی یونیزه کننده را نشان می دهد.

- ویتامین های B2 (ریبوفلاوین) ، نیاسین و B12 جزء مقاومترین ویتامین های محلول در آب نسبت به تشعشع می باشند.

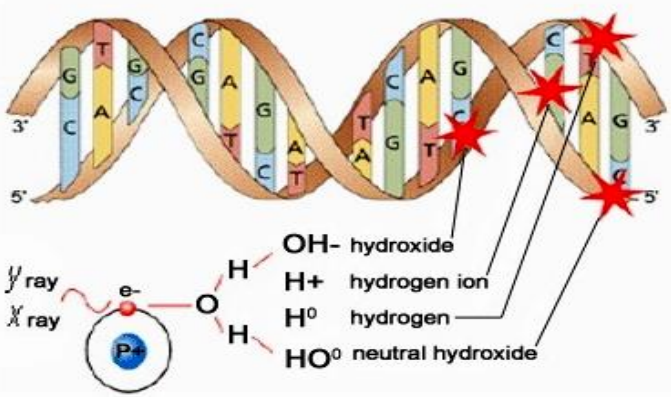
مکانیسم اثرگذاری پرتوهای یونیزه کننده بر میکروارگانیسم ها

- غیر فعال شدن میکروارگانیسم ها بوسیله تابش های یونیزه شده دارای دو سازو کار اصلی است : اثر مستقیم تابش به ترکیبات سلولی و اثر غیر مستقیم ناشی از تولید ترکیبات رادیولیتیک مثل رادیکال های آب
- آب هدف اصلی پرتوهای یونیزه کننده است. رادیولیسیس آب، رادیکالهای آزاد تولید میکند این رادیکال های تولید شده بسیار واکنش پذیر بوده و به نوبه خود ترکیبات حیاتی سلولی مانند DNA میکروارگانیسم ها را مورد هدف قرار می دهند.

- اگرچه هدف اول پرتوهای یونیزه شده، DNA کروموزومی است اما مشخص شده که آنها همچنین می توانند با ایجاد اختلال در عملکرد غشای سلولی باعث غیر فعال شدن و یا توقف رشد میکروارگانیسم ها شوند.



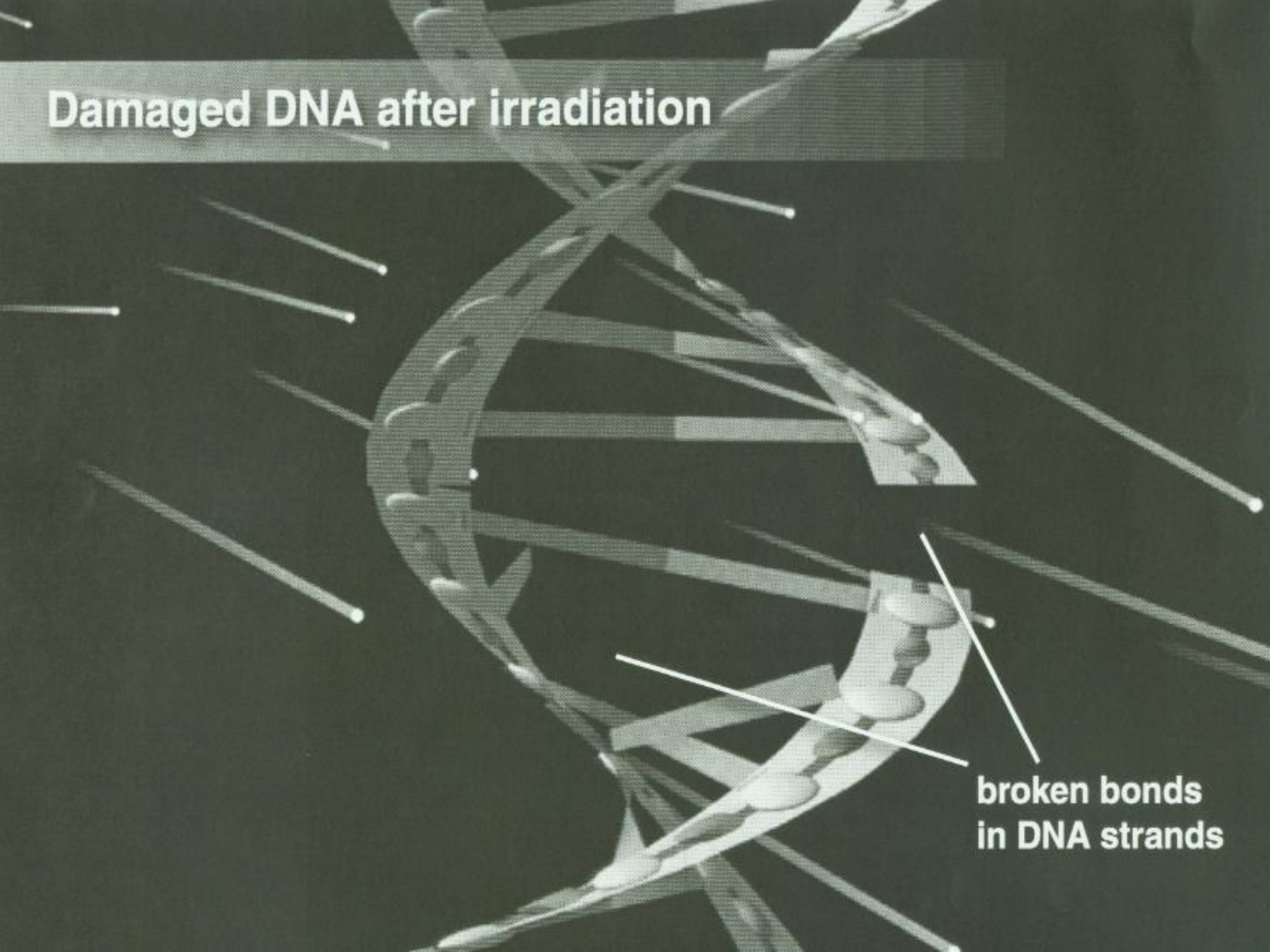
اثر مستقیم اشعه یونیزه کننده بر DNA



اثر غیر مستقیم اشعه یونیزه کننده بر DNA

از طریق ایجاد رادیکال های آزاد

اثر ات مستقیم و غیر مستقیم پرتویونیزه کننده بر DNA سلول میکروبی


Damaged DNA after irradiation
broken bonds
in DNA strands

- از این روش همچنین می توان به منظور جلوگیری از جوانه زنی بعضی محصولات کشاورزی مانند پیاز ، سیب زمینی و همچنین کنترل آفات انبارداری، کاهش بار میکروبی و قارچی بعضی از محصولات مانند زعفران و ادویه ها ، تاخیر در رسیدن بعضی میوه ها به منظور افزایش زمان نگهداری آنها و استریلیزاسیون ظروف بسته بندی اسپتیک استفاده نمود.

محصولات غذایی مهم در تیمار با پرتودهی

FRESH FRUITS AND VEGETABLES

MANGO, POMOGRANATE, PAPAYA, LITCHI, SPINACH, LETTUCE ETC

TUBERS

ONION AND POTATO

FOOD GRAINS, CEREALS AND PULSES

RICE, WHEAT, ATTA , DAL , JOWAR, MAIZE, ETC

SPICES IRRADIATION

CHILLI POWDER, WHOLE CHILLI, TURMERIC , CARDAMMOM , PEPPER, GROUND MIXED SPICES ETC.

FRESH MEAT, SEAFOOD & POULTRY

CHICKEN, FISH, SHRIMP, PRAWNS, CRABS, GROUND MEAT ETC

دوز اشعه مورد نیاز برای تیمار مواد غذایی مختلف

سطح پرتودهی	دوز مورد استفاده (KGy)	هدف	مواد غذایی
غلظت کم: (تا ۱KGy)	۰.۰۵ تا ۰.۱۵	جلوگیری از جوانه زدن	سیب زمینی ، پیاز ، سیر ، کنگر فرنگی
	۰.۱۵ تا ۰.۵	نابودی حشرات و انگل ها	غلات ، میوه جات تازه و خشک ، گوشت و ماهی خشک شده
	۰.۲۵ تا ۱	تاخیر در فرآیند رسیدگی	میوه جات و سبزیجات تازه
غلظت متوسط: (۱تا ۱۰ KGy)	۱ تا ۳	افزایش زمان ماندگاری	ماهی تازه ، توت فرنگی ، قارچ
	۱ تا ۷	حذف میکروارگانیسم های بیماریزا و مولد فساد	فرآورده های دریایی تازه و منجمد، گوشت و مرغ تازه و منجمد
غلظت بالا: (۱۰تا ۵۰ KGy)	۳۰ تا ۵۰	استریلیزاسیون صنعتی (ترکیب با فرآیند حرارتی ملایم)	گوشت ، مرغ ، غذاهای دریایی ، غذاهای آماده ، غذاهای رژیمی بیمارستانی

فرآیند پرتودهی در سالم سازی و نگهداری مواد غذایی

RADICIDATION

رادیسیداسیون

- دوز اشعه مورد استفاده در این فرایند نسبتاً پایین (در حدود۰.۱ تا ۸ کیلوگری) بوده و برای از بین بردن میکروارگانیسم های بیماری زا و سایر میکروارگانیسم ها (به غیر از ویروس ها) به کار می رود. از فرآیند رادیسیداسیون می توان جهت غیر فعال کردن انگل ها استفاده نمود. رادیسیداسیون ارگانیسم هایی از قبیل کرم نواری و تریشینا را در گوشت از بین می برد (در این مورد به ۰.۱ تا ۱ کیلوگری اشعه نیاز است) و تعداد میکروارگانیسم های بیماری زا و غیر اسپورزای زنده را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد(در این مورد به حدود ۲ تا ۸ کیلوگری اشعه نیاز است). رادیسیداسیون خصوصاً به این علت که میکروارگانیسم های بیماری زای خاصی را از بین می برد نوعی پاستوریزاسیون با اشعه (پاستوریزاسیون سرد) تلقی می شود.

RADURIZATION

رادوریزاسیون

- رادوریزاسیون نیز یکی از روش های فرآوری مواد غذایی است. دوز پرتوهای یونیزه مورد استفاده در این روش در حدی است که کیفیت غذا را از طریق کاهش قابل توجه تعداد میکروارگانیسم های زنده عامل فساد افزایش می دهد. این فرآیند با استفاده از دوزهای کمتر از ۱۰ کیلوگری انجام می گیرد و به کمک آن زمان نگهداری محصول افزایش می یابد.
- رادوریزاسیون باعث افزایش زمان ماندگاری در فرآورده های دریائی ، سبزی ها و میوه ها می شود. به عنوان مثال زمان ماندگاری ماهی و میگو با دز ۱ تا ٤ کیلوگری ۲ تا ٦ برابر می شود . در میوه ها نیز با دز ۱ تا ۳ کیلوگری می توان زمان نگهداری را به حداقل ١٤ روز افزایش داد .
- تخم و لارو حشرات نیز با استفاده از ۱کیلوگری اشعه از بین می رود.
- محدوده دوز مورد استفاده در رادوریزاسیون همانند رادیسیداسیون می تواند اثری معادل پاستوریزاسیون حرارتی داشته باشد ولی عموما هدف اصلی در رادوریزاسیون از بین رفتن میکرو ارگانیسم های مولد فساد در مواد غذایی می باشد.

Radappertization

راداپرتیزاسیون

- این فرآیند در واقع استریلیزاسیون توسط اشعه و یا به عبارت دیگر استریلیزاسیون تجارتی است که به آن استریلیزاسیون سرد نیز می گویند . مقدار اشعه برای این منظور (۱۰ تا ۵۰) یا (۳۰ تا ٤٠)کیلو گری می باشد دز پرتو یونیزه به مقداری است که تعداد و یا فعالیت میکروارگانیسم های زنده (غیر از ویروس ها) را تا حد بسیار زیادی کاهش می دهد.
- تیمار راداپرتیزاسیون باید به طریقی باشد که بدون توجه به زمان و شرایط نگهداری غذا هیچ گونه مسمومیت یا فساد با منشأ میکروبی در آن رویت نشود، مگر این که آلودگی ثانویه اتفاق افتاده باشد.
- در این روش می توان ماده غذایی را با بسته بندی نهایی پرتودهی کرد و از آلودگی ثانویه آن جلوگیری کرد. روش پرتودهی معمولا تحت شرایط انجماد انجام می شود تا اثرات ناخوشایند به حداقل برسند.
- مواد غذائی استریل تولید شده با اشعه، نسبت به دیگر روش های نگهداری تنوع زیاد و کیفیت عالی دارند.

Radappertization

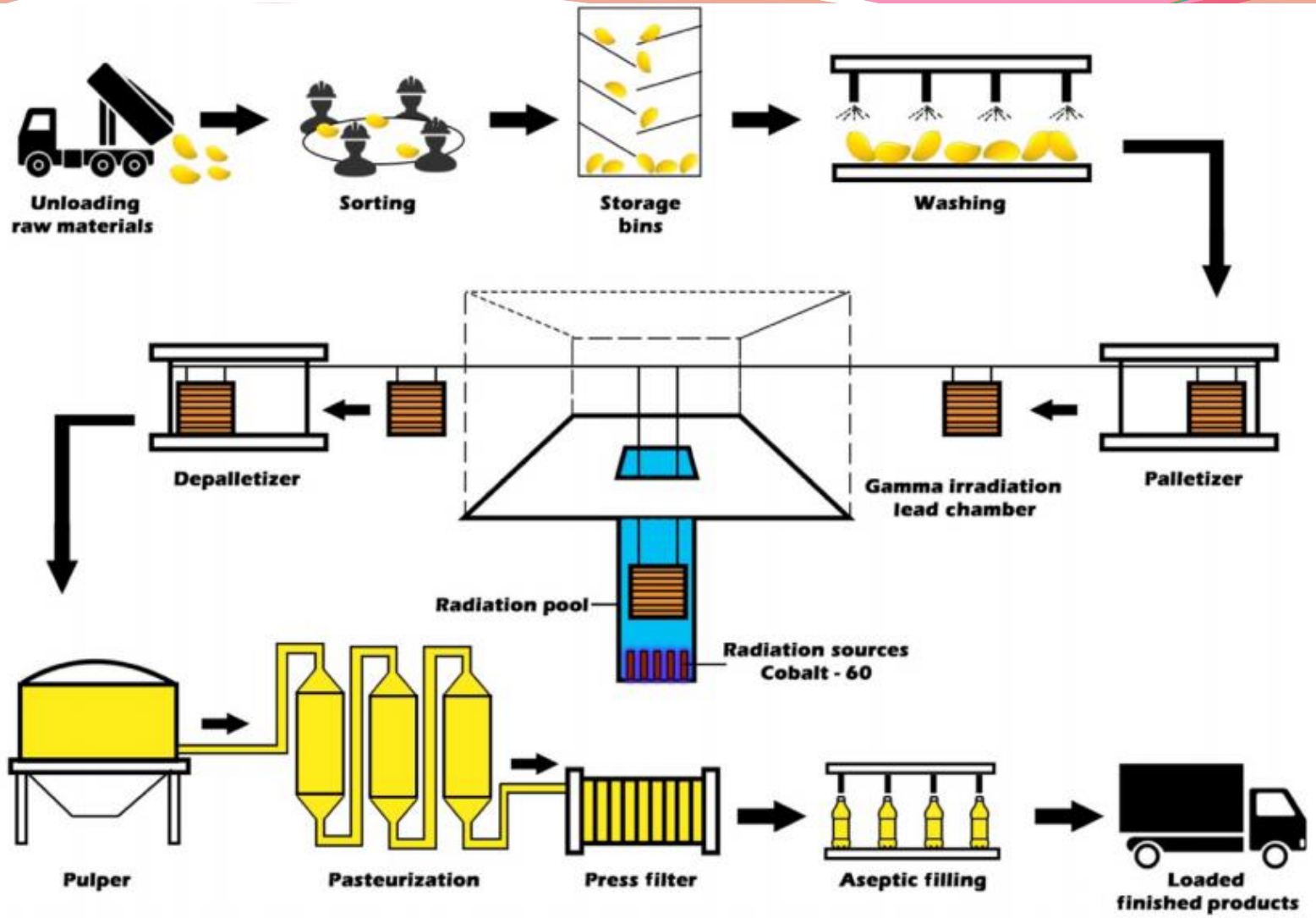
راداپرتیزاسیون

- پرتو دهی با دز بالا برای شرایطی نیاز است که می بایست مواد غذائی در دمای محیط به مدت طولانی نگهداری شوند مانند جبهه جنگ و اردوگاهای نظامی و یا برای افرادی که به دلیل شرایط خاص به ماده غذائی استریل با کیفیت بالا نیاز دارند. مانند سربازان ومجروحین با شدت جراحت زیاد که بدن آنها مشکل حاد سیستم ایمنی دارند .
- این فرآیند شامل غیرفعال سازی ویروس ها، سموم باکتری ها، مایکوتوکسین ها و آنزیم ها نمی شود.
- مقدار دقیق دوز لازم به ترکیب ماده غذایی بستگی دارد. مثلادر مواد غذایی کم اسید(pH>4.5) و فاقد نمک یا نیترات غلظت دوز موزد استفاده بیشتر می شود.
- استفاده از فرآیند راداپرتیزاسیون عمدتا محدود به گوشت و فرآورده های ماهی است . این مواد غذایی دوزهای بالا را بدون ایجاد تغییر نامطلوب در خصوصیات حسی تحمل می کنند.

GRILLED
BEEF STEAK
PRODUCED AT
U.S. ARMY SOLDIER SYSTEMS COMMAND
PROCESSED AT
FOOD TECHnology Service, Inc.
FOR USE BY
NASA
TREATED BY
IRRADIATION
FOR SHELF STABILITY

اهداف پرتودهی در میوه ها وسبزی ها

- طولانی کردن زمان ماندگاری از طریق تاخیر در فرآیندهای فیزیلوژیکی و بیولوژیکی.
- کنترل پاتوژن های قارچی که باعث فساد پس از برداشت می شوند
- غیر فعال سازی باکتری های بیماریزا برای حفظ ایمنی میکروبی و افزایش کیفیت محصولات و فرآوری آنها(آبمیوه، کنستانتره و...)
- به عنوان یک فرایند قرنطینه ای برای محصولاتی که مورد تهاجم حشرات و آفات قرار می گیرند.
- افزایش راندمان آبگیری در میوه های خانواده توت

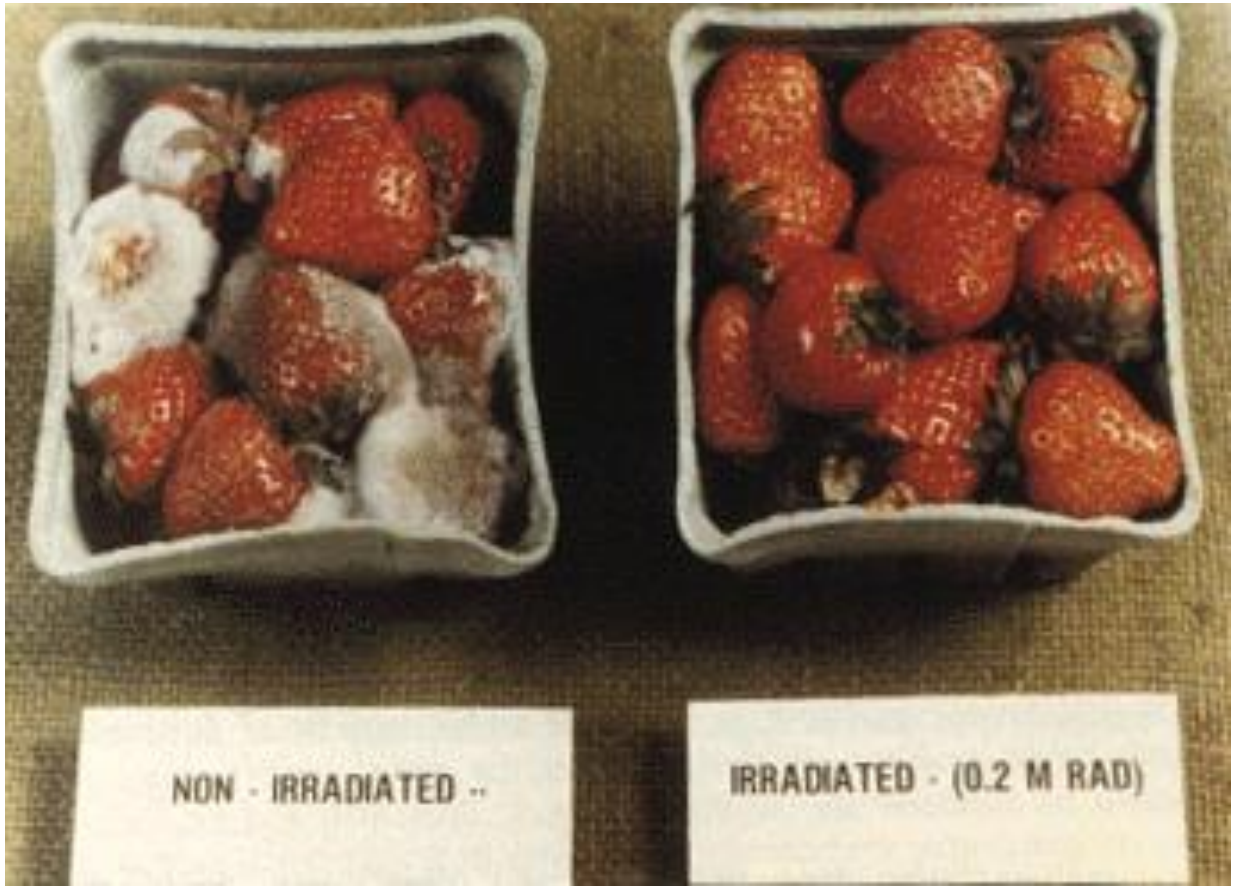


فرآیند تولید آب میوه با استفاده از پرتودهی به منظور افزایش زمان ماندگاری و راندمان استخراج آبگیری (از طریق نرم کردن بافت میوه)

- در میوه های کلایماکتریک اگر پرتودهی در دوزهای پایین قبل از مرحله رسیدگی انجام گیرد، تاخیر در سرعت رسیدگی را شاهد خواهیم بود.ولی اگر دوز بکار رفته بالاتر از حد اپتیمم باشد، باعث صدمه به بافت میوه می شود که میزان آن بسته به نوع و واریته میوه می باشد.
- اگر پرتودهی بعد از آغاز مرحله کلایماکتریک انجام شود، میوه، دوزهای بالاتر را می تواند تحمل کند ولی تاخیری در رسیدگی و افزایش زمان ماندگاری مشاهده نمی شود.
- در میوه های استوایی شامل موز، پاپایا و مانگو پرتودهی می تواند باعث تاخیر در مرحله رسیدگی شود . در موز پرتودهی ۰.۲ تا ۰.٤ کیلوگری باعث تاخیر در رسیدگی می شود.بالاتر از ۰.۵ کیلوگری باعث قهوه ای شدن پوست موز در مرحله قبل از کلایماتریک می گردد و دوز یک کیلوگری و بالاتر باعث تخریب بافت موز می گردد.

- در میان میوه های مناطق معتدله برخی مطالعات بیانگر طولانی شدن عمر ماندگاری سیب های تیمار شده با دوز پایین اشعه(۰.۰۵ تا ۰.۱ کیلوگری)می باشد. دوزهای بالاتر از ۰.۱ کیلوگری باعث نرم شدن و آردی شدن بافت می گردد.بنابراین دوزهای بالاتر که می تواند باعث مهار فعالیت قارچی شود به سایر ویژگی های کیفی میوه صدمه می زند و در برخی میوه ها مثل آلو، آلبالو، زردآلو، هلو و ... موفق نبوده است.

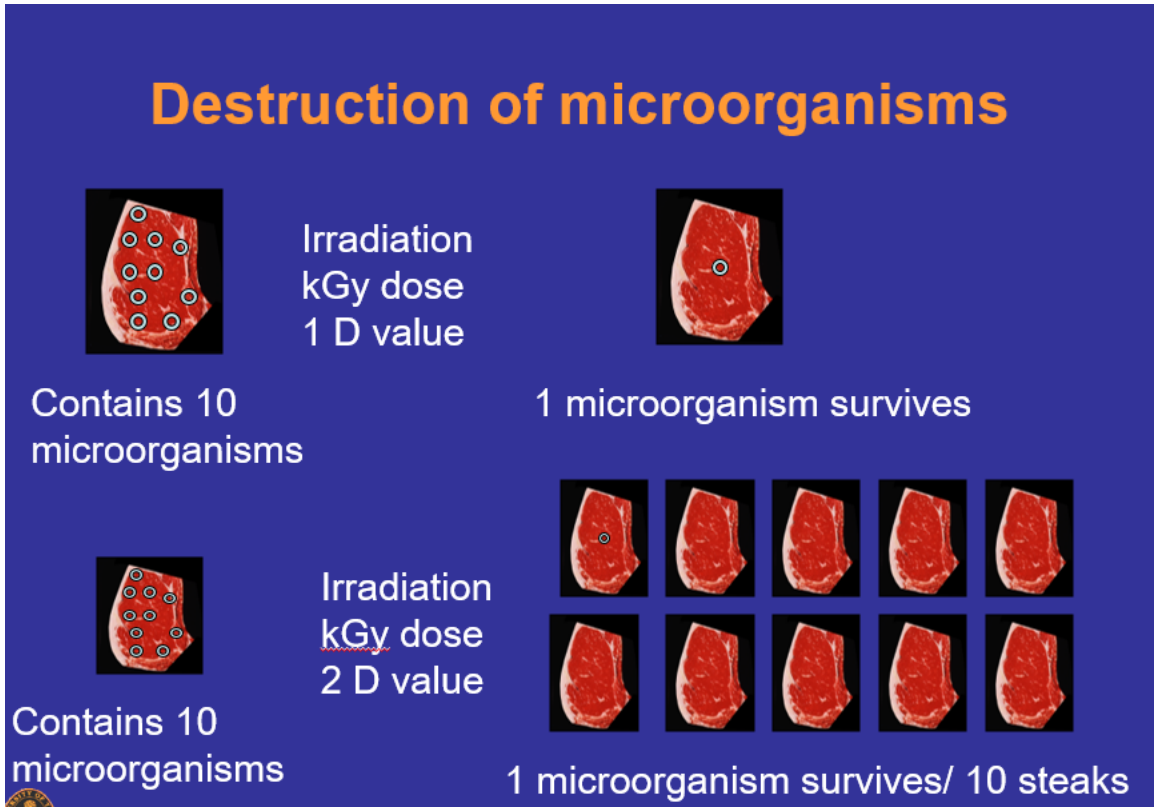
مطالعات نشان می دهد که توت فرنگی (غیر کلایماکتریک) قادر به تحمل سطوح نسبتا بالایی از پرتودهی (۱.۵ تا ۲ کیلوگری) می باشد. پرتودهی ضمن از بین بردن میکروارگانیسم‌های مولد فساد و بیماری‌زا سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنلی کل در توت‌فرنگی می شود



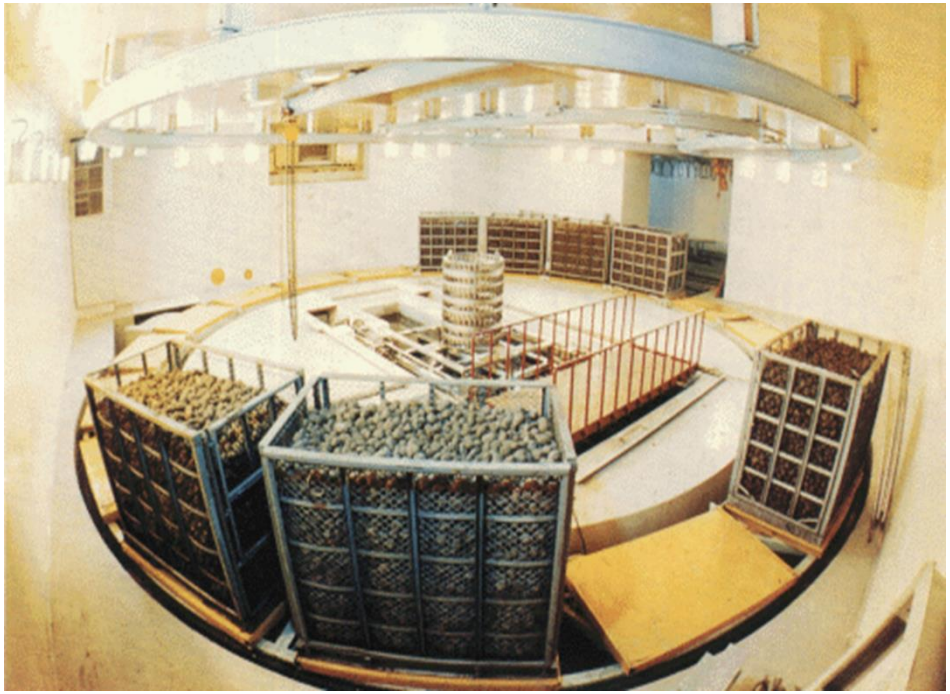
- در هویج و چغندر پرتودهی باعث جلوگیری از جوانه زنی و کاهش چروکیدگی بافت در حین ذخیره سازی می شود.
- سبزیجاتی مثل خیار، فلفل، بادمجان ، کاهو و انواع کلم پتانسیل پرتودهی ندارند و پرتودهی این محصولات، معایبی مثل قهوه ای شدن، حفره دار شدن ساقه، و زردی ناشی از بیرنگ شدن کلروفیل به همراه خواهد داشت.
- در میان سبزیها ، گوجه فرنگی و مارچوبه برای پرتودهی مناسب تر هستند.مثلا در مارچوبه پرتودهی باعث ۲برابر شدن عمرماندگاری، کاهش فعالیت میکروبی و قارچی بدون تغییر دررنگ عطرو طعم محصول می شود.
- سبزیجات خشک می توانند دوزهای بالاتری را (تا ۵ کیلوگری) نسبت به سبزی های تازه تحمل کنند . بدون آنکه تغییرات شیمیایی و فیزیکی نامطلوب در بافت آنها صورت پذیرد و عطر و طعم آنها تغییر نماید.

محاسبه مقدار دوز مورد نیاز در محصولات غذایی

- مراحل کار به اینصورت است که قبل از پرتودهی چند نمونه از کل محصول به صورت تصادفی انتخاب می شـود و آلودگی میکروبی این نمونه ها در آزمایشگاه تعیین می شود سپس دزی از پرتو که تعداد باکتری ها را به میزان یک سیکل لگاریتمی کاهش می دهد، محاسبه می شود.



- در کشورهای در حال توسعه حدود یک سوم تولیدات کشاورزی از طریق آفات و حشرات از بین می رود. برای جلوگیری از این حالت از طریق ژنتیکی آفاتی از همان گونه به وجود می آورند که توانایی باروری نداشته باشند یعنی عقیم باشند(با استفاده ازپرتوهایXو فرابنفش) به این ترتیب جمعیت حشرات پایین آمده و خسارات اقتصادی کم می شود.



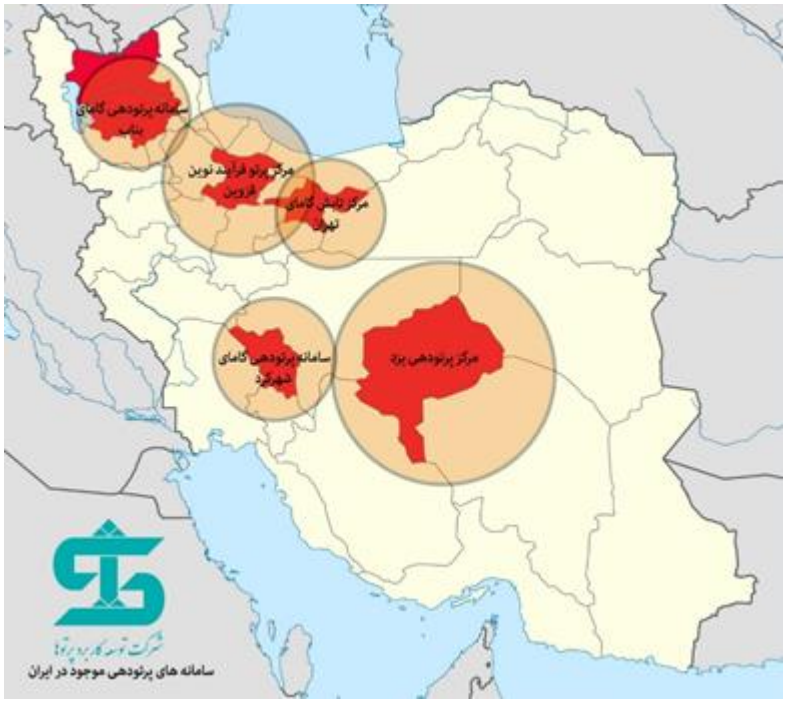
تولید و رهاسازی حشرات عقیم(Sterile Insect Technique ,SIT)

در این فرآیند حشرات پرورش داده می‌شوند و طی عقیم سازی حشرات نر و رهاسازی آن به مزارع موجب کم شدن و از بین رفتن حشرات خواهد شد.

- مراکز پرتودهی مختلف در جهان از نظر محصول به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. پردازش پرتوی مواد پلیمری، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، استریلیزاسیون تجهیزات پزشکی و پرتودهی به مواد غذایی از عمده فعالیت‌های مراکز پرتودهی می‌باشد.

- سامانه‌های پرتودهی به دو دسته‌ی کلی سامانه‌های چندمنظوره و سامانه‌های تک‌منظوره تقسیم می‌شوند. سامانه‌های تک‌منظوره، سامانه‌هایی هستند که مختص انجام فرآیندهایی مانند تصفیه‌ی فاضلاب‌های صنعتی، پرتودهی فله‌ای غلات، تصفیه‌ی گازهای خروجی کارخانه‌ها، پرتودهی زباله و چوب می‌باشند. در مقابل، سامانه‌های چندمنظوره سامانه‌هایی هستند که کاربردهای آن‌ها شامل پرتودهی انواع پلیمر (کابل، پلاستیک‌های قابل‌انقباض حرارتی، تایر، فوم و ...)، انواع موادغذایی بسته‌بندی‌شده، انواع تجهیزات پزشکی و مواد دارویی می‌باشد.

درحال حاضر در کشور تعداد سه سامانه پرتودهی گاما و دو سامانه پرتودهی الکترون وجود دارد
تهران(گاما) – قزوین– یزد– بناب(گاما) – شهر کرد(گاما)



سامانه گاما تهران

سامانه پرتودهی الکترون یزد

قوانین و مقررات

- در سال ۱۹۷۰ کمیته مشترک کارشناسان جهت بررسی فواید غذاهای اشعه دیده با حضور سازمان بهداشت جهانی (WHO) سازمان کشاورزی و غذا (FAO) و سازمان بین المللی انرژی اتمی (IAEA) برگزار شد. در این جلسه فرآیند اشعه دهی مواد غذایی کاملاً مناسب و ایمن تشخیص داده شد. این کمیته در سال ۱۹۸۰ نتیجه گیری نمود که اشعه دهی مواد غذایی با میانگین دوز حدود KGy10 هیچ گونه خطری به همراه ندارد و هیچ گونه مشکل میکروبی و تغذیه ای به وجود نمی آورد.

- سطح دوز KGy10 بالاترین سطح ایمنی محسوب نمی شود، بلکه سطحی است که ایمنی در آن به اثبات رسیده است.

- در کشورهای مختلف دوزی که برای کاهش آلودگی اغلب غذاها تصویب شده در محدوده ۱.۵تا ۷ کیلوگری است این دوز برای حذف ۳ تا ۱۰سیکل لگاریتمی باکتری های بیماریزا کافی است. باید توجه کرد که پرتودهی در محدوده توصیه شده به هیچ وجه باعث ایجاد خاصیت رادیواکتیویته در ماده غذایی نمی شود.

قوانین و مقررات

- تفاوت قوانین درکشورهای مختلف ، تجارت فرآورده های اشعه دیده را محدود می کند . توصیه سازمان جهانی بهداشت رعایت دوز ۱۰ کیلوگری برای مواد غذایی اشعه دیده می باشد . بعضی کشورها دزهای پایین تر را رعایت می کنند به عنوان مثال دوز توصیه شده برای گوشت و ماکیان در امریکا و هلند ۳ کیلوگری ، در فرانسه ۵ کیلو گری و در برزیل ، شیلی ،آفریقای جنوبی و انگلستان حداکثر ۱۰ کیلوگری است .

- عمل برچسب زنی برای هماهنگ شدن فرآورده های اشعه دیده مسئله مهمی است . در بیشتر کشورها برچسب زنی غذاهای اشعه دیده با علامت سبز رادورا (Radura) و قید عباراتی نظیر : اشعه دیده ، تیمارشده با اشعه ، محافظت شده با اپرتیزاسیون الزامی است .

قوانین و مقررات

- در آمریکا وقتی یک ماده غذایی اشعه دیده می تواند فروخته شود که FDA آن غذا را بی خطرتشخیص داده و دستورالعمل شرایط ایمنی اشعه دهی درآن مورد را صادرکرده باشد و برچسب ماده غذایی باید نشان دهنده آن باشد .
- در ایران بر طبق استاندارد ملی آیین کار پرتودهی و برچسب گذاری ، مواد غذایی پرتودیده باید حاوی اطلاعاتی مانند نام مرکز پرتودهی تاریخ یا تاریخ های پرتودهی ، مشخصات بهر محصول پرتودیده و قید عبارت پرتودیده و میزان دوز در نزدیکی نام محصول باشد.

نشان رادورا مختص مواد غذایی پرتودیده

استاندارد های ایران

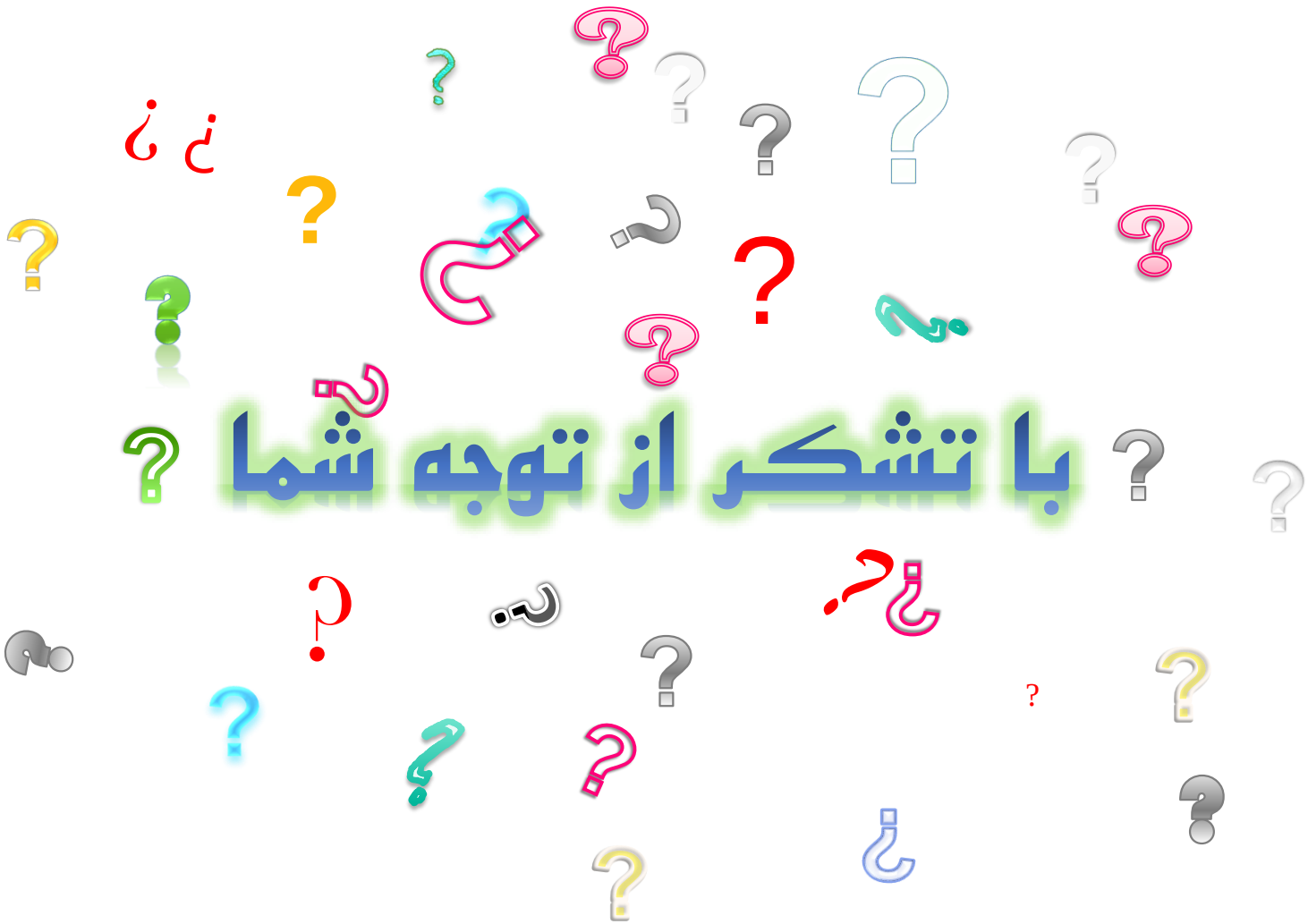
پرتو دهی مواد غذایی–الزامات توسعه ، صحه گذاری و روش کنترل روزمره فرایند پرتودهی با استفاده از پرتوهای یون ساز برای تیمار مواد غذایی شماره ١٦٠٦٦

پرتودهی انواع ادویه، گیاهان دارویی و چاشنی‌های گیاهی خشک به‌منظور کنترل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و غیربیماری‌زا – راهنما شماره ١٦٤١٢
تجهیزات پرتودهی مواد غذایی – آیین کار و کاربرد. شماره ٨٠٣٣

پرتودهی محصولات تازه کشاورزی به‌عنوان تیمار بهداشت گیاهی– راهنما شماره ٢١٧٩٨

پرتودهی فرآورده های گوشتی و طیور و فرآوری شده وبسته بندی شده ، به منظور کنترل میکروارگانیسم های بیماری زاد و دیگر میکروارگانیسم ها–آئین کار شماره ١١٣٣٣

دوزسنجی در تحقیقات پرتودهی مواد غذایی و محصولات کشاورزی – راهنما ١٥٦٨٤


با تشکر از توجه شما

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

کاربرد پرتودهی در فرآوری و سالم سازی محصولات کشاورزی

سخنران:

مهدی نیک خواه

عضو هیأت علمی موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

(هماهنگ‌کننده ستادی محققان معین و پژوهشگر مروجان ارشد کار گروه دام، طیور و آبزیان)

۱۶ شهریور ۱۴۰۱– ساعت: ۱۰:۰۰