

سرخس



اثرات اشعه یونیزه بر روی ترکیبات مواد غذایی

درس اثر فرایند بر ارزش مواد غذایی

استاد محترم: خانم دکتر جعفریان

ارائه دهندگان: مینا احمدزاده، پریسا پورمحمدی، مهسا رمضان زاده، ریحانه کیاکجوری و نرگس نوایی

اسفند ۹۵



روش های فرآوری و نگهداری مواد غذایی

➤ حرارتی

➤ استفاده از مواد شیمیایی

➤ دوددهی

➤ پرتودهی





روش پرتودهی

کاربردها:

پرتوهای مورد استفاده در صنایع غذایی :

- ✓ کشتن حشرات و کنترل آفات انبارداری
- ✓ کاهش با میکروبی و قارچی بعضی از محصولات مانند زعفران و ادویه ها
- ✓ تاخیر در رسیدن میوه جات و سبزیجات
- ✓ جلوگیری از فساد میوه ها و سبزیهای تازه
- ✓ ممانعت از جوانه زدن محصولات غده ای و ریشه ای
- ✓ افزایش زمان ماندگاری
- ✓ حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری و خواص تغذیه ای و حسی فرآوردههای شیلاتی

✓ پرتوهای یونیزه کننده گاما

✓ پرتوهای غیر یونیزه پرتو گاما

✓ ایکس

✓ پرتوهای الکترونی



مکانیسم پرتودهی مواد غذایی

پرتودهی فرایندی است که مواد غذایی در سطوح کنترل شده ای در معرض تابش یونیزه کننده (ذرات بتا، اشعه گاما و اشعه ایکس) به منظور کشتن باکتری های بیماریزا، انگلها، قارچها و حشرات، افزایش مدت زمان ماندگاری از طریق حذف میکروارگانیسم های عامل فساد و ... قرار می گیرند. فرایند پرتودهی اغلب پاستوریزاسیون سرد نامیده می شود به دلیل آنکه در دمای محصولات پرتودهی شده تغییری حاصل نمیشود. زیرا باکتریهای مضر بدون حرارت از بین می روند.

- نخستین استفاده تجاری از پرتودهی مواد غذایی در سال 1351 در آلمان روی داد که یک تولیدکننده ادویه جات در اشتوتگارت با پرتودهی الکترونها با استفاده از مولد الکتروستاتیکی، کیفیت بهداشتی محصول خود را بهبود بخشید.

نکته: بهترین دز برای اکثر مواد غذایی در حدود 4 kGy معرفی شده است



مزایای روش پرتودهی

- ✓ کیفیت مواد غذایی تا مدت زمانهای مختلف ثابت می ماند.
- ✓ با کنترل میکروارگانیسمها عوامل فساد نیز کنترل میگردد.
- ✓ جلوگیری از بروز آلودگی مواد غذایی
- ✓ مواد غذایی عاری از وجود باکتریهای بیماریزا، مخمرها، کپکها و حشرات میشود.
- ✓ رسیدگی، پیری و جوانه زنی میوهها و سبزیها را کنترل میکند .
- ✓ ترکیبات شیمیایی مواد غذایی در جهت بهبود کیفیت مواد غذایی تغییر پیدا می کنند.
- ✓ بعد از اعمال پرتو هیچگونه سمی در مواد غذایی باقی نمیماند.
- ✓ کاهش هزینه ها به دلیل کاهش مصرف انرژی و کاهش ضایعات
- ✓ عدم تغییر در طعم، رنگ و رایحه محصولات پس از پرتودهی



Non-Irradiated food



Irradiated food



پرتودهی محصولات کشاورزی با گاما باعث توقف جوانه زنی در آنها میشود.



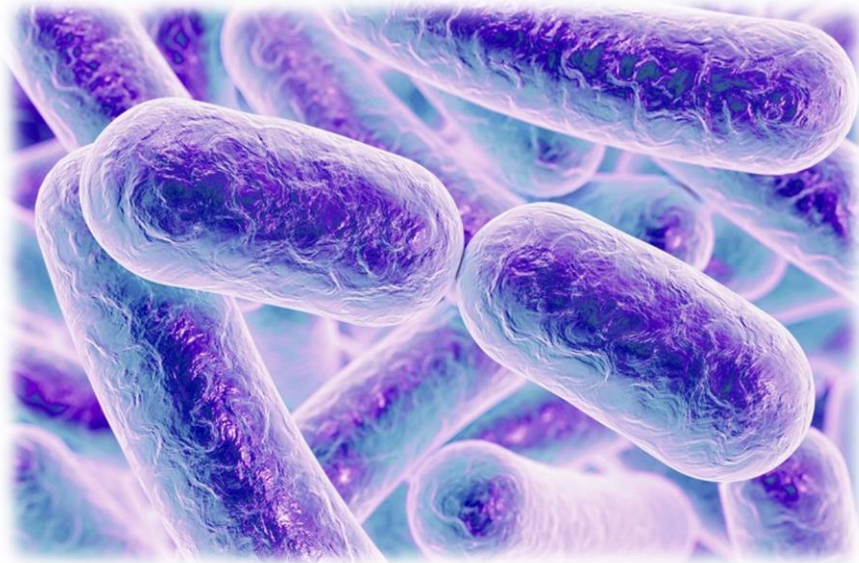
به تاخیر انداختن زمان رسیدن میوه جات



پرتودهی پسته باعث
افزایش زمان ماندگاری آن
در اثر گذشت زمان شده
است.



اثر بر میکروارگانیسم ها



- نوع و گونه میکروارگانیسم
- تعداد میکروارگانیسم ها (یا اسپورهای) اولیه
- ترکیب ماده غذایی
- حضور یا عدم حضور اکسیژن
- حالت فیزیکی ماده غذایی در حین تشعشع
- شرایط میکروارگانیسم

❖ اثر میکروب کشی اشعه مربوط به یونیزه شدن مواد اطراف (به ویژه آب) و تبدیل آنها به رادیکالهای آزاد است. بعضی از این رادیکالها ممکن است اکسید یا احیاء شوند و بنابراین در تخریب میکروارگانیسم مؤثراند.



❖ تشعشع همچنین ممکن است در میکروارگانیسم متاسیون ایجاد نماید.



تأثیر تشعشع بر ترکیبات ماده غذایی

- کربوهیدرات ها
- چربی ها
- ویتامین ها
- پروتئین ها
- آنزیم ها
- DNA

اثر بر کربوهیدرات‌ها

- باعث تجزیه کربوهیدرات‌ها و تبدیل آنها به ترکیبات سبک‌تر می‌شود.

نشاسته موجود در سیب‌زمینی و غلات تجزیه شده و تولید گلوکز می‌کنند، در نتیجه سیب‌زمینی پر تو داده شده طعم شیرینی پیدا می‌کند و نسبت به واکنش‌های قهوه‌ای شدن حساس‌تر می‌گردد.



این موضوع در مورد غلاتی که پرتو داده شده‌اند صادق است .

در مورد میوه‌جات و سبزیجات تجزیه پکتین و سلولز باعث نرم شدن بافت آنها می‌شود.

- تجزیه پلی ساکاریدها، سلولز، واکتین (پکتین) به اجزای سازنده آنها است.

تغییر پکتین و تجزیه آن در بعضی موارد مطلوب است بویژه در مورد افزایش بهره‌بری استخراج آب میوه‌جات و بهبود کیفیت آنها.





اثر بر کربوهیدرات‌ها (ادامه)

در سیستم های آبی، رادیولیز کربوهیدراتها بطور عمده توسط فعالیت غیر مستقیم رادیکالهای OH که واکنش های اولیه با پیوند های C-H می باشد رخ می دهد.

مقدار محصولات رادیو لیتیک حاصل از کربوهیدراتها با ترکیب، دوز و پارامترهای پرتو دهی متفاوت است .

در نتیجه:

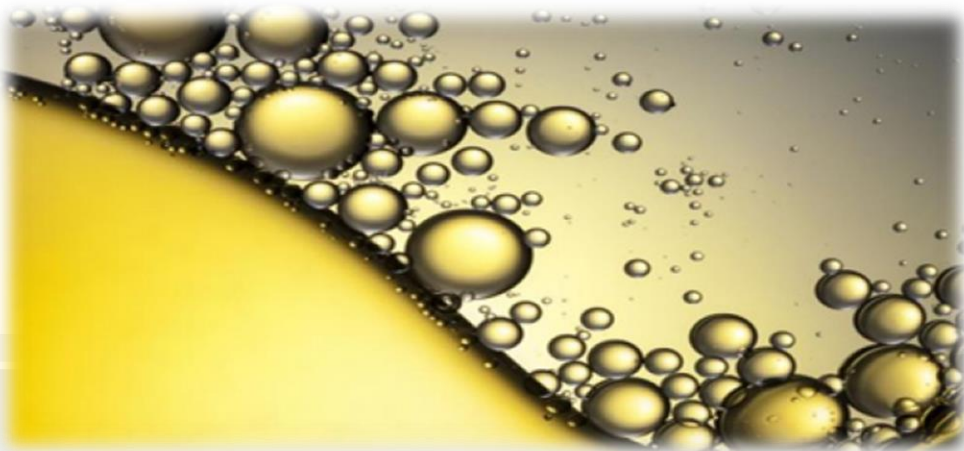
✓ دوز تابش کم و متوسط اثرات کمی روی ارزش تغذیه ای کربوهیدراتها دارند.

✓ دوزهای تابش بالا با ضعیف کردن مواد دیواره سلولی فیبری منجر به نابودی بافت و از دست دادن کیفیت می شوند.

اثر بر چربی‌ها

چربی‌ها نسبت به عوامل اکسیدکننده بسیار حساسند. بنابراین در نتیجه فرآیند تشعشع بیشتر از سایر ترکیبات تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

- دو عامل نور و اکسیژن این تأثیر نامطلوب را تشدید می‌کند.
 - پرتودهی لیپیدها در درجه حرارت بالا و بخصوص در حضور اکسیژن میتواند منجر به شکل‌گیری هیدروپراکسیدهای لیپید شود. این مواد اغلب بوها و طعم‌های نامطلوب دارند.
- به همین علت معمولاً به نوع بسته‌بندی محصولات چربی‌داری که تحت فرآیند تشعشع قرار داده می‌شوند، توجه ویژه‌ای می‌شود و معمولاً برای گوشت قرمز، ماهی و مرغ از بسته‌بندی تحت خلاء چند لایه و مجهز به آلومینیم استفاده می‌گردد.



اثر بر ویتامین‌ها

❖ از میان ویتامین‌های محلول در آب ویتامین C و ویتامین B1 حساس‌ترین ویتامین‌ها نسبت به تشعشع می‌باشند.

✓ ویتامین C

در محصولات نظیر سیب‌زمینی (برای جلوگیری از جوانه‌زدن) همین‌طور توت‌فرنگی (برای افزایش shelf life) و آب میوه‌جات نظیر آب پرتقال از نظر افت ویتامین C بسیار در معرض خطر هستند و حتی در شرایط بسیار مطلوب نیز افت نسبی ویتامین C حاصل می‌شود.

✓ ویتامین B1 یا تیامین

در فرآورده‌های گوشتی مطرح است. چون اتصالات دوگانه دارد، پس مستعد برای اکسید شدن می‌باشد و به میزان قابل توجهی (تا حدود ۶۰٪) در نتیجه تشعشع افت می‌کند. شیوه انجماد و بسته‌بندی تحت خلاء جهت کاهش افت آن توصیه می‌شود.

❖ از میان ویتامین‌های محلول در چربی ویتامین A و E بسیار تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

نکته: کاهش ویتامین‌هایی مثل پیریدوکسین ، ویتامین K,D در اکثر مواد غذایی اما ریبوفلاوین و نیاسین نسبتاً مقاوم اند.



اثر بر ویتامین‌ها (ادامه)

- شیر کامل در دوز حدود ۱/۵ کیلوگری تحت تابش باعث از دست دادن ۳۵٪ ویتامین B_1 می شود.
- در محتوی تیامین پودر شیر پرتودهی شده در دوز ۲۸ و ۵۶ کیلوگری هیچ کمبودی دیده نشد.
- نابودی تیامین به میزان ۲۰٪ در آرد گندم پرتودهی شده بادوز ۰/۳۵ کیلوگری و ۳۵٪ در پرک جو پرتودهی شده با دوز ۲۵/۰ کیلوگری گزارش شد.
- در پودر تخم مرغ پرتودهی شده در دوزهای کمتر از ۵ کیلوگری و ذخیره سازی به مدت ۱۵ ماه، ویتامین B_1 بدون از دست دادن میزان قابل توجهی باقی ماند.
- ✓ مشاهده شده ویتامین B_1 زمانیکه در مواد غذایی حضور دارد پایداری بسیار زیادی به اشعه دارد در حقیقت معمولاً با پروتئین پیوند برقرار می کند تا گروههای پروستتیک را در برابر اشعه محافظت کند.
- ✓ حساسیت ویتامین C به پرتودهی شبیه به حساسیت آن نسبت به حرارت با اکسیداسیون می باشد تحت شرایط خاص تابش به ندرت بیش از ۳۰٪ ویتامین از بین می رود.

اثر بر پروتئین‌ها

پروتئین‌ها ترکیبات بزرگی هستند که علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، شامل نیتروژن هستند. همچنین برخی از پروتئین‌ها شامل آهن، فسفر و سولفور می‌باشند. آنها از عناصر عمده سلولها بوده و بیش از ۵۰٪ وزن خشک بافت حیوانی را تشکیل می‌دهند.

- رادیولیز پروتئین‌ها عمدتاً توسط اسیدهای آمینه گوگردی و آروماتیک که خیلی حساس هستند انجام گیرد. واکنش الکترون‌ها علاوه بر گروه‌های آروماتیک منجر به دامیناسیون، کاهش پیوند‌های دی‌سولفید و پپتید می‌شود.

محصولات فرار ناشی از تجزیه رادیولیز پروتئین عبارتند از:

آمونیاک، اسیدهای چرب، کتوکسیدها، ترکیبات آروماتیک، آمیدها و مرکاپتان‌ها ترکیبات حاوی سولفور که به خاطر ویژگی‌های بد طعمی مهم هستند.

- علاوه بر تخریب، پروتئین ممکن است دستخوش تجمع، خصوصاً در مورد پروتئین‌های کروی شود.





اثر بر پروتئین‌ها (ادامه)

دوز معمول که برای پرتودهی گوشت به کار می رود برای غیرفعال سازی آنزیم هایی که موجب اتولیز در طی ذخیره سازی می شود کافی نیست. بنابراین غیر فعال سازی حرارتی قبل از پرتودهی برای پایداری طولانی مدت لازم است. در حالی که اسید های آمینه به تنهایی به حمله رادیکال های آزاد تحت تابش نسبتاً حساس هستند. زمانی که در ساختار سفت و سخت مولکول پروتئین قرار می گیرند حساسیت کمتری دارند.

✓ در نتیجه، دوز پایین و متوسط تنها موجب تجزیه جزئی پروتئین های غذا به داخل پروتئین های خرد شده با وزن مولکولی پایین تر و اسید های آمینه می شود.

در واقع شواهد تجربی نشان می دهد که چنین رفتاری باعث تخریب پروتئین کمتر از بخار حرارت استریلیزاسیون می شود. اگرچه، در دوز بالا، پرتودهی می تواند منجر به دناتوراسیون پروتئین شود.

به همین دلیل در صورتی که دوز تشعشعی جذب شده از حدود ۶ کیلو گری در محصولات گوشتی تجاوز کند می تواند طعم نامطلوبی را به واسطه آزاد کردن ترکیبات گوگردی و همینطور ترکیبات کربونیلی در محصولات ایجاد نماید.

✓ معمولاً جهت کاهش تأثیرات نامطلوب فرآیند تشعشع از انجماد بافتهای گوشتی و بسته بندی تحت خلاء استفاده می شود.



اثر بر آنزیم‌ها

فرآیند تشعشع بر روی آنزیم‌های مخرب غذایی به ویژه آنزیم‌های اکسیدکننده مثل پرواکسیداز و کاتالاز تأثیر چندانی ندارد. یعنی مقاومت آنزیم‌ها در مقابل تشعشع بسیار زیاد بوده و حداقل D.value آن ۵۰ کیلو گری ارزیابی شده. بنابراین شیوه تشعشع در جهت افزایش قابلیت محصول روی آنزیم‌ها تأثیری ندارد.

✓ به همین علت توصیه می‌شود محصول غذایی پیش از پرتودهی در حد بلانچینگ حرارت داده شود تا آنزیم‌ها غیرفعال شده و سپس در دمای بالاتر یعنی دمای مربوط به بلانچینگ پرتو داده شوند.

در این دمای بالاتر فرآیند تشعشع تأثیر بیشتری خواهد داشت. در عین حال عکس این شیوه توصیه نمی‌شود چرا که اگر ابتدا تشعشع اعمال گردد فرصت کافی برای فعالیت آنزیم‌های مقاوم وجود داشته و اثرات تخریبی آنها توسط حرارت دهی بعدی جبران نخواهد شد.

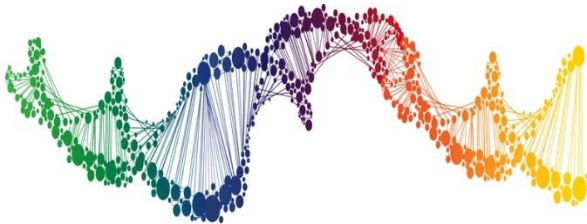
- اثرات پرتودهی روی آنزیم‌ها موجب تغییرات خاصی از فرایند های فیزیولوژیکی در طول ذخیره سازی میوه ها و سبزیجات پرتودهی شده است.

اثرات پرتو یونیزه کننده بر DNA

از آنجا که تنها یک (یا حداکثر چند نسخه) از مولکول های DNA در یک سلول وجود دارد، اگر آن آسیب ببیند، یا به وسیله هر یک از حوادث اولیه یونیزه یا از طریق حمله رادیکال های آزاد ثانویه، شامل تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی شود می تواند از پاسخ جلوگیری کند و باعث مرگ سلول شود.

✓ یک دلیل مهم برای حساسیت نسبی بالای DNA به اثرات یونیزاسیون این است که DNA بسیار بزرگتر از ساختمان های مولکولی دیگر در یک سلول است. معمولا شکستگی پیوندها توسط اشعه در مولکول DNA کشنده نیست و آنها می توانند باعث جهش در تکرار شوند. علاوه بر این، با توجه به جهت مولکول و جهت اشعه یونیزه شده می باشد.

✓ به طور کلی از آنجایی که اندازه مولکول DNA با پیچیدگی یک اجزا موجودات افزایش می یابد ویروس ها معمولا در مقابل تابش از باکتری ها مقاوم ترند، و مقاوم تر از حشرات و غیره هستند.





تغییرات ناشی از استریلیزاسیون مواد غذایی با اشعه

۱. افزایش PH تخریب گلوکاتایون و افزایش ترکیبات کربنیلی ، سولفات هیدروژن و متیل مرکاپتان در گوشت.
۲. تخریب آنتی اکسیدانهای طبیعی، اکسیداسیون به همراه پلیمریزاسیون جزئی و افزایش ترکیبات کربنیلی در چربیها و لیپیدها.
۳. کاهش بعضی از ویتامین ها مثل تیامین ، پیریدوکسین ، ویتامین K,E,D.C در اکثر مواد غذایی اما ریبوفلاوین و نیاسین نسبتا مقاوم اند.

✓ دوز اشعه لازم برای تخریب بیشتر آنزیمهای موجود در مواد غذایی ۵-۱۰ برابر دوز لازم برای کشتن کلیه میکروارگانیسم هاست.

بعد از تخریب کلیه میکروارگانیسم ها توسط اشعه آنزیم ها به فعالیت خود ادامه می دهند، مگر این که قبل از تشعشع توسط عمل بلاچینگ غیر فعال شوند.

منابع

- مقاله مروری بر کاربرد علم پرتودهی در صنایع غذایی
- مقاله افزایش ایمنی و ماندگاری مواد غذایی با استفاده از پرتودهی گاما
- محمد رزداری، آ.، رئیسی، م.، ابراهیمی، ر.، و کیانی، ح. ۱۱۳۲. علم پرتو دهی و تأثیر آن در افزایش ماندگاری مواد غذایی
- بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.
- Bachir, M. 1198. Effect of gamma irradiation on storability of two cultivars of Syrian grapes. Radiation Physics and Chemistry. 81-85.





باتشکر از توجه شما