بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلیٰ مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

دانش فنی تخصصی

رشتهٔ صنایع غذایی

گروه کشاورزی و غذا

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی تخصصی (رشتهٔ صنایع غذایی) ـ ۲۱۲۳۷۱
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی وتألیف: معصومه حقیقت‌پژوه مطلق، مسعود هماپور، زهرا میرخاور، رضا فریدنیا، شراره شهبازی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
مسعود هماپور، رضا فریدنیا (اعضای گروه تألیف)ـ عزت الله خیرالله (ویراستار)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری)ـ افسانه ابراهیمی (صفحه‌آرا) ـ مریم کیوان(طراح جلد)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت‌چاپ‌ونشرکتاب‌های‌درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن :۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ هفتم ۱۴۰۳

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۱- ۳۱۸۹ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3189–1**

ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به‌کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان اول: اثر فرایند بر کیفیت مواد غذایی ۱
- تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی بر کیفیت مواد غذایی ۲
- تحلیل اثر روش‌های نگهداری غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی ۱۲

پودمان دوم: افزودنی‌های مواد غذایی ۲۹
- کاربرد نگهدارنده‌های مواد غذایی ۳۰
- کاربرد طعم دهنده‌های مواد غذایی ۴۴

پودمان سوم: غذا و سلامت جامعه ۶۱
- تحلیل مسمومیت‌های بیولوژیکی در مواد غذایی ۶۲
- تحلیل مسمومیت‌های شیمیایی در مواد غذایی ۸۱

پودمان چهارم: فناوری نانو و غنی‌سازی در صنعت غذا ۹۳
- کاربرد فناوری نانو در صنعت غذا ۹۴
- تحلیل غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند ۱۰۶

پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی ۱۲۱
- کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی ۱۲۲
- منابع ۱۳۸

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی بر اساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی بر اساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازارکار مانند تولید انواع نان و محصولات آردی، تولید فراورده‌های گوشتی، تولید روغن زیتون و...

۲ـ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هریک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی است که ویژه رشته صنایع غذایی برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن بر اساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند یاددهی ـ یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید. و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به‌روزرسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است.

در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین در کتاب **همراه هنرجو** واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما آورده شده است. **کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید.** در این درس نیز مانند سایر دروس اجزایی دیگر از بسته آموزشی در نظر گرفته شده است و شما می‌توانید با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir از عناوین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان عزیز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته صنایع غذایی بازطراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی‌های فنی است که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی ۵ پودمان دارد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای ـ تحصیلی است. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان‌های این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به‌صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی است.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: اثر فرایند بر کیفیت مواد غذایی

پودمان دوم: افزودنی‌های مواد غذایی

پودمان سوم: غذا و سلامت جامعه

پودمان چهارم: فناوری نانو و غنی‌سازی در صنعت غذا

پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان باید کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

اثر فرایند بر کیفیت مواد غذایی

اصول نگهداری مواد غذایی یعنی انجام فرایندهایی که ماده غذایی را در مقابل عوامل فسادزا محافظت می‌کند. مواد غذایی توسط عوامل بیولوژیکی، واکنش‌های شیمیایی و فیزیکی دچار فساد می‌شوند. بشر همواره برای جلوگیری از فساد مواد غذایی در حال تجربه و به کارگیری مجموعه‌ای از روش‌های نگهداری بوده است. به‌طور کلی روش‌های نگهداری مواد غذایی را می‌توان به دو دسته روش‌های حرارتی و غیرحرارتی طبقه‌بندی نمود. کاربرد هر یک از این روش‌ها علاوه بر جلوگیری از فساد و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری ماده غذایی (Shelf Life)، روی کیفیت آن نیز تأثیر دارد.

واحد یادگیری ۱
تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی بر کیفیت مواد غذایی

فرایندهای حرارتی به دو منظور در صنایع غذایی استفاده می‌شوند. یکی برای نابودی میکروارگانیسم‌های پاتوژن و در نتیجه تهیه غذای ایمن و سالم (Safe) برای مصرف‌کنندگان و دیگری پختن و فراهم کردن غذای آماده مصرف. روش‌های متفاوتی برای پخت مواد غذایی مانند پخت خشک و مرطوب یا پخت با مایکروویو، کباب کردن و سرخ کردن و... وجود دارد؛ که هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. یعنی نمی‌توان گفت پختن مواد غذایی با یک روش خاص، کاملاً مناسب و یا نامناسب برای همه گروه‌های غذایی است.

مزایای عمده روش‌های نگهداری حرارتی مواد غذایی عبارت‌اند از:

- کنترل نسبتاً آسان فرایند؛
- تولید محصولات پایدار که نیاز به نگهداری در شرایط سرد ندارند؛
- اثرات مفید تغذیه‌ای شامل تخریب فاکتورهای ضد تغذیه‌ای (بازدارنده‌های تریپسین سویا) و یا تخریب ترکیبات آلرژن و افزایش قابلیت دسترسی به مواد مغذی.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی و غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

دانلود سوالات آزمون
راهنمای کامل آزمون

اثر حرارت بر ترکیبات مغذی مواد غذایی

روش‌های پخت مواد غذایی

مصرف بسیاری از مواد غذایی به‌صورت پخته با شرایط فیزیولوژیک بدن ما سازگارتر است. پخت‌وپز باعث ایمن‌تر و کام‌پذیرتر شدن برخی گروه‌های غذایی مانند گوشت می‌شود. معمولاً ارزش تغذیه‌ای چنین خوراکی‌هایی با پختن بیشتر می‌شود.

به‌طور کلی دو روش عمده حرارتی برای پختن مواد غذایی وجود دارد:

۱ـ روش پخت مرطوب

در این روش درجه حرارت نسبتاً کم است. بنابراین تخریب مواد مغذی کمتر صورت می‌گیرد. ولی زمان پخت در چنین دماهایی کمی طولانی است و این امر منجر به ورود مقداری از مواد مغذی محلول، به آب مورد استفاده برای طبخ می‌شود.

روش‌های پخت حرارتی مرطوب شامل جوشاندن، بخارپز کردن و آرام پختن می‌شود.

ـ جوشاندن: آب به واسطه دارا بودن گرمای ویژه بالا، محیط مناسبی برای انتقال حرارت به ماده غذایی است. به‌همین دلیل از روش جوشاندن برای پخت بسیاری از مواد غذایی استفاده می‌شود. یکی از معایب استفاده از آب برای پخت، حلالیت بالای آن است زیرا ممکن است ماده غذایی در آب مقداری از مواد مغذی خود را از دست بدهد. به‌طور مثال سبزی‌ها را معمولاً برای پخت می‌جوشانند و این امر موجب کاهش برخی از عناصر مغذی و ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین C می‌شود.(شکل ۱)

شکل ۱

نکته

دمای جوش آب رابطه مستقیم با فشار هوا دارد.

پرسش

چرا مدت زمان پخت مواد غذایی در زودپز کاهش می‌یابد؟

نکته مهم دیگر این است که هر چه سطح مخصوص ماده غذایی بزرگ‌تر باشد، کاهش مواد مغذی محلول در آب بیشتر می‌شود. خرد و له کردن، بریدن و ریز کردن ماده غذایی نه تنها سطح مخصوص آن را افزایش می‌دهد، بلکه آنزیم‌ها را نیز آزاد می‌کند و به این ترتیب مقدار بیشتری مواد مغذی از دست می‌رود. (جدول ۱)

جدول ۱ـ تأثیر اندازه ذرات مواد غذایی بر کاهش مواد مغذی هنگام پخت (درصد اتلاف)

مواد مغذی / اندازه ماده غذایی	قندها	پروتئین‌ها	املاح معدنی	ویتامین C
قطعات بزرگ	۱۰ـ۲۱	۲ـ۸	۸ ـ۱۶	۳۲ـ۳۳
قطعات کوچک	۱۹ـ۳۵	۱۴ـ۲۲	۱۷ـ۳۰	۳۲ـ۵۰

بحث کلاسی

از جدول صفحه قبل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ـ بخارپز کردن: در این روش از بخار آب برای پخت ماده غذایی استفاده می‌شود. از آنجا که تماس بین ماده غذایی و آب در این روش کمتر از روش جوشاندن است، کاهش مواد مغذی از این طریق کمتر است، ولی به دلیل طولانی‌تر بودن زمان پخت، مقداری از مواد مغذی مثل ویتامین‌ها به‌واسطه تخریب حرارتی دچار افت می‌شوند.

ـ آرام پختن: پختن مواد غذایی در آب داغ که دمای آن پایین‌تر از نقطه جوش آب است، را روش «آرام پختن» می‌گویند. بنابراین تغییراتی که در حین آرام پختن رخ می‌دهد مشابه جوشاندن است ولی با سرعت کمتر و زمان بیشتری انجام می‌شود.

در این روش به‌دلیل زمان طولانی پخت، واکنش‌های شیمیایی ایجادکننده ترکیبات مولد عطر و طعم، زمان بیشتری برای انجام دارند. بنابراین غذای پخته شده با این روش دارای عطر و طعم بیشتری است.

۲ـ روش پخت خشک

این روش شامل کباب کردن و پختن روی شعله مستقیم است. در روش پخت با حرارت خشک، از درجه حرارت بالاتری نسبت به روش مرطوب استفاده می‌شود و به همان میزان، افت مواد مغذی حساس به حرارت بیشتر است. (شکل ۲ و ۳)

شکل ۲ـ کباب کردن افقی

شکل ۳ـ کباب کردن عمودی

نکته

به‌واسطه اینکه در این روش پخت، امکان تشکیل برخی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای و حتی سمی وجود دارد، توصیه می‌شود از محصولاتی که به‌طور مستقیم روی آتش کباب می‌شوند کمتر استفاده شود.

اگرچه حرارت دادن، برخی مواد مغذی را تخریب می‌کند، اما دسترسی بدن به برخی مواد مغذی دیگر را افزایش می‌دهد. درنتیجه، هر یک از روش‌های پخت مواد غذایی نسبت به دیگری مزایا و معایبی دارد. حتی مصرف محصولات به‌صورت خام نیز بهترین روش نیست. گرچه می‌توان بیشتر اعضای گروه میوه‌ها و سبزی‌ها را به‌صورت خام مصرف کرد. اما در مورد برخی دیگر از این گروه مواد غذایی، پختن سبب بهبود ویژگی‌های آنها می‌شود.

برای مثال می‌توان به رنگدانه با ارزش و مغذی گوجه‌فرنگی به نام لیکوپن اشاره نمود. زیرا دسترسی بدن به آن در گوجه فرنگی خام کمتر است. ولی در حین فراوری گوجه‌فرنگی برای تولید رب، سلول‌های گوجه‌فرنگی خرد می‌شوند. بنابراین لیکوپن از سلول‌های گیاهی خارج شده و جذب آن برای بدن آسان‌تر می‌شود.

اثر حرارت بر ویژگی‌های بیولوژیک مواد غذایی

روش‌های سالم‌سازی حرارتی

هدف دیگر فرایندهای حرارتی، سالم‌سازی محصول از طریق از بین بردن میکروارگانیسم‌ها است. فرایندهای حرارتی به‌منظور سالم‌سازی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرند که بسته به نوع محصول، هدف فرایند، ارگانیسم هدف و طول عمر نگهداری مورد نظر از فرایندهای ملایم تا شدید متفاوت هستند.

مهم‌ترین این روش‌ها در این قسمت مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱ـ ترمیزاسیون (Termization): فرایند حرارتی ملایمی است که برای افزایش مدت زمان نگهداری شیر خام طراحی شده است. این فرایند زمانی انجام می‌شود که امکان استفاده فوری از شیر خام ورودی در خط تولید وجود نداشته باشد. هدف این فرایند در واقع کاهش باکتری‌های سایکروتروف موجود در شیر است. این باکتری‌ها قادر به تولید آنزیم‌های لیپاز و پروتئاز مقاوم به حرارت هستند. این آنزیم‌ها طی پاستوریزاسیون غیرفعال نشده و امکان دارد که در صورت استفاده شیر برای تولید پنیر یا شیرخشک سبب ایجاد طعم‌های نامطلوب در محصول شوند. دمای مورد استفاده در ترمیزاسیون ۶۳ تا ۶۵ درجه سلسیوس در زمان ۱۵ ثانیه است. به این ترتیب می‌توان این شیر را در دمای کمتر از ۸ درجه سلسیوس برای مدت سه روز نگهداری کرد. تست فسفاتاز قلیایی در شیر ترمیزه شده مثبت است. زیرا شدت این فرایند در حدی نیست که این آنزیم را غیرفعال کند.

نکته

شیر ترمیزه شده، باید بسته به هدف قبل از ارائه به مصرف‌کننده، پاستوریزه یا استریلیزه شود.

۲ـ پاستوریزاسیون (Pasteurization): فرایند حرارتی نسبتاً ملایمی است که در آن مواد غذایی تا دمای زیر ۱۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده می‌شوند.

فدراسیون جهانی محصولات لبنی (IDF) پاستوریزاسیون را این‌گونه تعریف کرده است:

« فرایندی که با هدف به حداقل رساندن خطرات احتمالی ناشی از حضور میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای موجود در شیر، به‌کار برده می‌شود و کاربرد آن باید با حداقل تغییرات فیزیکی، شیمیایی و ارگانولپتیکی در محصول توأم باشد.»

این تعریف برای محصولاتی غیر از شیر، مثل خامه، بستنی، تخم‌مرغ، آب‌میوه، محصولات تخمیری، سوپ‌ها و سایر آشامیدنی‌ها نیز قابل استفاده است. دلیل این‌که فرایند پاستوریزاسیون به‌عنوان یک فرایند ملایم شناخته می‌شود این است که میزان آسیب‌های فیزیکوشیمیایی طی این فرایند کم بوده و تغییرات ایجاد شده در خصوصیات حسی محصول در حداقل است.

شدت فرایند حرارتی و میزان افزایش طول عمر نگهداری محصولات پاستوریزه شده، توسط pH ماده غذایی تعیین می‌شود. در مواد غذایی کم اسید که pH بالاتر از ۴/۵ دارند، هدف اصلی از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا است. در حالیکه در pH های زیر ۴/۵، از بین بردن میکروارگانیسم‌های مولد فساد و غیرفعال کردن آنزیم‌ها، اهمیت بیشتری دارد. فرایند پاستوریزاسیون قادر به حذف باکتری‌های اسپوردار ترموفیل نیست.

۳ـ استریلیزاسیون (Sterilization): این روش شامل نابودی کامل یا حذف همه میکروارگانیسم‌های زنده موجود در مواد غذایی است. این فرایند باعث از بین رفتن مخمرها، کپک‌ها، فرم رویشی و اشکال اسپوری باکتری‌ها هم می‌شود. بنابراین، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان محصول را در دمای محیط برای مدت طولانی مثلاً بیش از ۶ ماه نگهداری کرد. دمای بالای فرایند استریلیزاسیون می‌تواند موجب بروز تغییرات شدید در ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی ماده غذایی شود. به‌همین دلیل در صنعت از فرایندهای دما بالا ـ زمان پائین (HTST) استفاده می‌شود. این کار از طریق فراوری محصول قبل از بسته‌بندی، که تحت عنوان فرایند اسپتیک (Aseptic) نامیده می‌شود، انجام می‌گیرد.

بحث کلاسی

در مورد تفاوت محصول اسپتیک با محصولات استریل شده در قوطی بحث کنید.

شکل ۴

مدت زمان مورد نیاز فرایندهای حرارتی ماده غذایی به عوامل زیر بستگی دارد:

ـ مقاومت حرارتی میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های موجود در ماده غذایی؛

ـ شرایط حرارت‌دهی؛

ـ pH ماده غذایی؛

ـ اندازه ظرف؛

ـ وضعیت فیزیکی ماده غذایی.

اثر حرارت به ویژگی‌های حسی مواد غذایی

دناتوره شدن پروتئین‌ها (Denaturation)

مکانیسم اصلی کشندگی فرایند حرارتی ناشی از دناتوره شدن پروتئین‌ها است، که این امر می‌تواند منجر به نابودی فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه توقف متابولیسم سلولی شود. پاتوژن‌های موجود در مواد غذایی تنوع قابل توجهی از نظر مقاومت حرارتی دارند. برخی از آنها نظیر *کامپیلوباکتر، سالمونلا، لیستریا و اشرشیاکلی* حساس به حرارت بوده و به وسیله پاستوریزاسیون از بین می‌روند. در حالی که اسپورزاهایی نظیر *باسیلوس سرئوس* مقاومت حرارتی بالایی دارند و طی پاستوریزاسیون سالم باقی می‌مانند. در بین باکتری‌های بیماری‌زا اسپورهای *کلستریدیوم بوتولینوم* بیشترین اهمیت را دارند. علاوه بر باکتری‌های بیماری‌زا، غیرفعال نمودن میکروارگانیسم‌های مولد فساد مواد غذایی نیز حائز اهمیت است. این گروه از نظر مقاومت حرارتی تنوع قابل توجهی دارند.

طی فرایند و در حین نگهداری، تغییرات فیزیکی و شیمیایی در محصول به‌وجود می‌آیند که روی کیفیت آن از نظر خصوصیات حسی و ارزش تغذیه‌ای، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی رخ داده طی فرایند حرارتی، می‌توانند مطلوب و یا نامطلوب باشند. شدت فرایند حرارتی بسته به نوع محصول متفاوت است، از این رو تغییراتی که طی این فرایند به وقوع می‌پیوندد متفاوت خواهد بود.

ویژگی‌های مواد غذایی که طی فرایند حرارتی دچار تغییر می‌شوند عبارت‌اند از:

۱ بافت

در اثر حرارت‌دهی غشای برخی از سلول‌ها تخریب می‌شود و در نتیجه انسجام و چسبندگی بین سلول‌ها از بین می‌رود. این امر منجر به از بین رفتن تردی بافت این محصولات می‌شود. عامل دیگری که روی بافت محصولات غذایی حرارت دیده تأثیر دارد؛ دناتوراسیون پروتئین‌ها است. درنتیجه این پدیده حلالیت و قابلیت انعطاف پروتئین‌ها کاهش می‌یابد. و تغییرات زیادی در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها به‌وجود می‌آید. بافت محصولات گیاهی در اثر فرایند حرارتی نرم‌تر می‌شود. حرارت می‌تواند بر سلول‌های پارانشیم و حفره‌های حاوی آب در گیاه تأثیر بگذارد و باعث چروکیده شدن و از دست رفتن بافت طبیعی سبزی‌ها شود. در اثر اعمال حرارتی غشای سلولی خاصیت نیمه‌تراوایی خود را از دست داده و در نتیجه آب سلول به‌راحتی حذف می‌شود. همچنین تبدیل کلاژن به ژلاتین و ذوب چربی‌ها باعث نرم‌تر شدن بافت حیوانی در اثر فرایند حرارتی می‌شود.

۲ رنگ

رنگدانه‌های طبیعی عموماً ترکیبات ناپایداری هستند که در اثر حرارت تجزیه می‌شوند. اما ثبات آنها به فاکتورهای مختلفی بستگی دارد. در میوه‌ها و سبزی‌ها در اثر حرارت‌دهی (مانند آنزیم‌بری با آب داغ) کلروفیل به فئوفیتین تبدیل می‌شود. کاروتنوئیدها ایزومره شده و بی‌رنگ می‌شوند و آنتوسیانین‌ها به رنگدانه‌های قهوه‌ای تجزیه می‌شوند.

نکته

تغییر رنگ خیار در فرایند تولید خیارشور از سبز به زیتونی، به سبب فئوفتینه شدن کلروفیل است.

پرسش

چرا هنگام پختن سبزی‌ها، مانند اسفناج توصیه می‌شود درب ظرف باز باشد؟

مقدار اکسیژن موجود در محصول و دمای نگهداری، دو پارامتر مؤثر در تجزیه رنگدانه‌ها هستند. در غذاهای گوشتی در اثر حرارت، رنگدانه قرمز اکسی میوگلوبین به مت میوگلوبین قهوه‌ای رنگ تبدیل می‌شود. از سوی دیگر، حرارت‌دهی می‌تواند منجر به تشدید واکنش میلارد از طریق اثر بر پروتئین‌ها و قندهای موجود در محصول شده و به این ترتیب باعث تغییر رنگ آن به قهوه‌ای یا سیاه شود.

۳ طعم و بو

عموماً فراوری مواد غذایی به کمک حرارت طعم‌های اصلی یعنی شیرینی، تلخی، ترشی یا شوری را به میزان قابل توجهی تغییر نمی‌دهد. در میوه‌ها و سبزی‌ها تغییر طعم در اثر واکنش‌های پیچیده‌ای به‌وجود می‌آید که عبارت‌اند از تخریب آمینواسیدها و تجزیه آنها، واکنش‌های میلارد، کاراملیزاسیون و اکسیداسیون چربی‌ها. تغییرات بو معمولاً در اثر خروج ترکیبات فرار به‌وجود می‌آیند. یکی از مهم‌ترین منابع ترکیبات فرار، اکسیداسیون چربی‌ها یا تند شدن اکسیداتیو آنها است. همچنین در اثر حرارت دادن ترکیبات پروتئینی، گاز H_2S و سایر گازهای بدبو از آمینواسیدهای گوگرددار حاصل می‌شوند.

۴ ترکیبات حساسیت‌زا و مواد ضد تغذیه‌ای

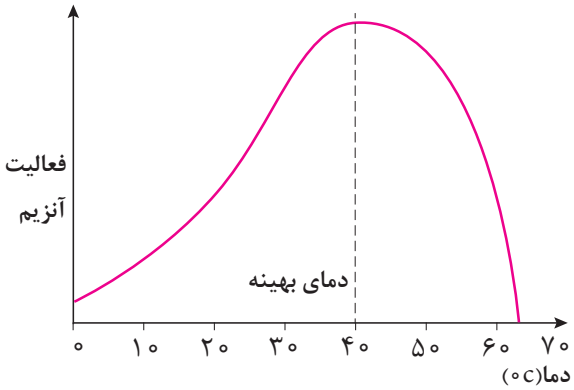
فرایندهای حرارتی موجب غیرفعال شدن ترکیبات حساسیت‌زا یا آلرژن در مواد غذایی می‌شوند. هر چند مشخص شده است که فراوری مواد غذایی ممکن است موجب ایجاد ترکیبات آلرژی‌زای جدید شوند و این امر دلیل حساسیت برخی افراد به مواد غذایی فراوری شده است.

فرایند حرارتی مواد غذایی ممکن است موجب تخریب، تغییر، پوشانیدن و یا آشکار نمودن بخش حساسیت‌زای پروتئین شده و بنابراین موجب کاهش، افزایش و یا عدم تأثیر روی حساسیت‌زایی آن ترکیب شود. در رابطه با اثر حرارت روی ترکیبات ضد تغذیه‌ای مشخص شده است که اغلب بازدارنده‌های پروتئازی موجود در محصولات گیاهی در اثر حرارت نابود می‌شوند که این مسئله موجب افزایش ارزش تغذیه‌ای پروتئین‌ها می‌شود. این تأثیر حرارت به‌ویژه در مورد سویا مورد توجه قرار دارد به‌طوری که بازدارنده تریپسین موجود در آن به حرارت حساس است. میزان نابودی این عامل به درجه حرارت، زمان حرارت‌دهی، اندازه ذرات و میزان رطوبت محصول بستگی دارد.

۵ ایجاد ترکیبات سمی

در اثر فرایند حرارتی مواد غذایی واکنش‌های مختلفی به وقوع می‌پیوندند که در برخی مواقع این واکنش‌ها منجر به تشکیل ترکیبات سمی و مضر در آنها می‌شوند. یکی از مهم‌ترین ترکیبات سمی که در اثر فرایند حرارتی مواد غذایی به‌وجود می‌آید اکریل‌آمید است.

اکریل‌آمید به‌عنوان یک ترکیب سرطان‌زا شناخته می‌شود و بیشتر در اثر فرایند حرارتی مواد غذایی در دمای بالاتر از ۱۲۰درجه سلسیوس به‌وجود می‌آید. اما در مواد غذایی خام و یا جوشانده شده، مشاهده نشده است. ترکیبات هیدروکربنه چند حلقه‌ای (PAH) نیز در مقادیر مختلف در اثر حرارت‌دهی مواد غذایی پروتئینی به‌ویژه با روش‌های سرخ کردن و کبابی کردن به‌وجود می‌آیند. مشخص شده است که این ترکیبات دارای پتانسیل جهش‌زایی و سرطان‌زایی هستند. همانند آکریل‌آمید هیچ‌گونه ترکیب هیدروکربنه چند حلقه‌ای در گوشت خام قابل تشخیص نیست. این امر نشان می‌دهد که این ترکیبات طی فرایند پخت تشکیل شده‌اند.



شکل ۵ـ اثر دما روی میزان فعالیت آنزیم‌ها

۶ اثر حرارت بر آنزیم‌ها

با افزایش حرارت، سرعت فعالیت آنزیم‌ها ابتدا افزایش یافته ولی با بالا رفتن دما آنزیم‌ها غیرفعال خواهند شد. دمایی که آنزیم بیشترین سرعت فعالیت خود را نشان می‌دهد، دمای بهینه آنزیم نامیده می‌شود. این دما بسته به نوع آنزیم متفاوت است. برای مثال آنزیم آمیلاز که موجب تجزیه نشاسته می‌شود تا دمای ۴۰درجه سلسیوس روند افزایشی و سپس روند کاهشی پیدا می‌کند. (شکل ۵)

اکثر آنزیم‌ها نسبت به حرارت حساس هستند. به‌طوری‌که به‌منظور غیرفعال کردن آنها از فرایند حرارتی موسوم به آنزیم‌بری (Blanching) استفاده می‌شود.

آنزیم‌بری نوعی فرایند حرارتی است که سبب غیرفعال شدن آنزیم‌ها شده و کیفیت ماده غذایی مانند عطر، طعم و رنگ بهتر حفظ می‌شود. در این عمل علاوه بر آنزیم‌ها تعدادی از میکروارگانیسم‌های سطحی نیز از بین می‌روند. همچنین بافت ماده غذایی نرم شده و از شکنندگی آن جلوگیری می‌شود. این فرایند به‌وسیله آب داغ و بخار انجام می‌شود. آنزیم‌بری با بخار سبب خروج ترکیبات مغذی کمتری از ماده غذایی می‌شود.

بیشتربدانید

گاهی از حساسیت حرارتی آنزیم‌ها به‌عنوان روشی برای تعیین صحت یک فرایند استفاده می‌شود. برای مثال غیرفعال شدن آنزیم فسفاتاز قلیایی به‌عنوان شاخص صحت انجام پاستوریزاسیون شیر، و غیرفعال شدن آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز شاخص صحت انجام فرایند آنزیم‌بری هستند.

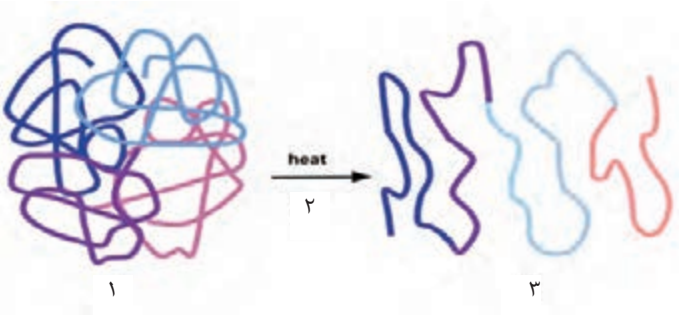
پرسش

اساس کار آزمون تعیین صحت پاستوریزاسیون شیر توسط آنزیم فسفاتاز قلیایی چیست؟

۷ مواد مغذی

فرایند حرارتی روی هرکدام از اجزاء ترکیبات مغذی تأثیرات متفاوتی دارد. اثرات این فرایندها روی ترکیبات مغذی عمده به شرح زیر است:

الف) پروتئین‌ها: نگهداری مواد غذایی در اثر حرارت موجب بروز تغییرات مطلوب و یا نامطلوب در کیفیت تغذیه‌ای پروتئین‌ها می‌شود. تغییرات حرارتی عمده در پروتئین‌ها عبارت‌اند از دناتوراسیون (تغییر در ساختمان سه بعدی)، تغییر در ویژگی‌های عملکردی، تغییرات شیمیایی و قابلیت دسترسی آمینواسیدها. طی دناتوراسیون ساختار تاخورده پروتئین باز می‌شود بدون اینکه پیوندهای کووالانسی آن شکسته شود، یعنی ساختارهای سوم و دوم باز می‌شوند بدون اینکه ساختار اول آن دچار تغییر شود. (شکل ۶)

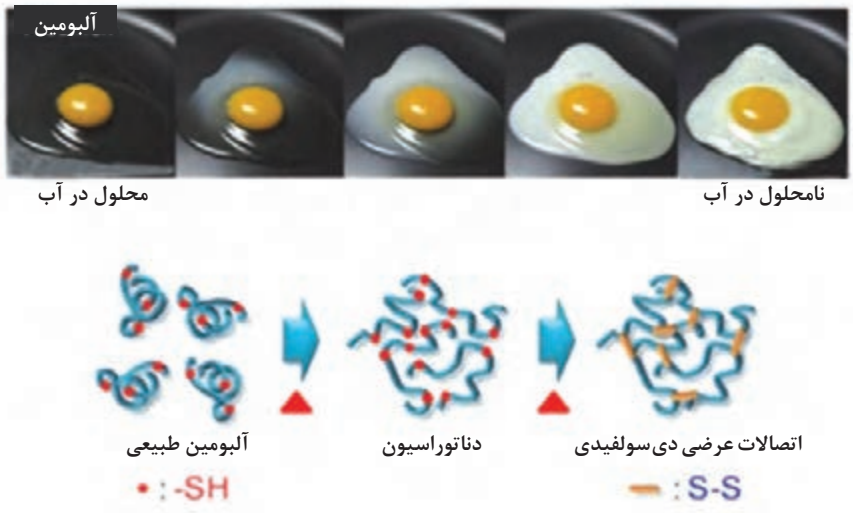


شکل ۶ـ اثر دناتوراسیون بر ساختمان پروتئین‌ها

دناتوراسیون عموماً موجب بهبود قابلیت هضم پروتئین‌ها توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک می‌شود.
برخی از آمینواسیدهای ضروری مانند لیزین به حرارت حساس هستند به‌طوری که در اثر فرایند حرارتی (به‌ویژه حرارت‌دهی خشک) مقادیر قابل توجهی از آنها کاهش می‌یابند.
برخی اثرات دناتوراسیون پروتئین‌ها عبارت‌اند از:
ـ کاهش حلالیت و قدرت جذب آب؛
ـ افزایش حساسیت به عمل آنزیم‌ها؛
ـ کاهش فعالیت بیولوژیک؛
ـ افزایش ویسکوزیته.
حساسیت پروتئین‌ها به دناتوراسیون حرارتی به شدت وابسته به مقدار رطوبت محیط است. یعنی با افزایش رطوبت، شدت دناتوراسیون افزایش می‌یابد.

پرسش

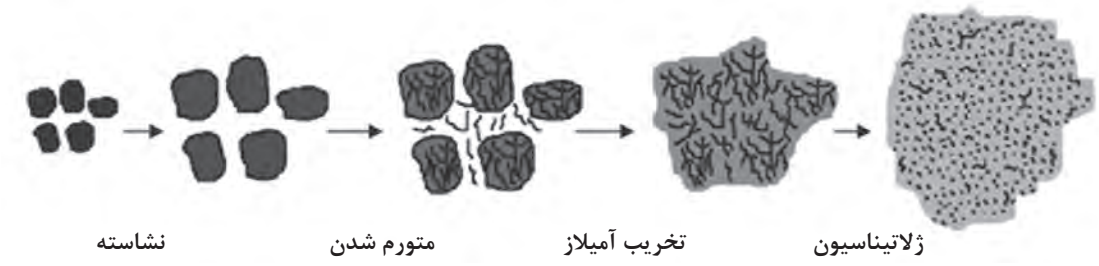
چرا فرایندهای حرارتی مرطوب اثر میکروب‌کشی بیشتری از فرایندهای حرارتی خشک دارند؟



شکل ۷ـ دناتوراسیون حرارتی برگشت‌ناپذیر پروتئین

دناتوراسیون در برخی از مواد غذایی مانند تخم‌مرغ مطلوب است، زیرا هم احتمال وجود سالمونلا در تخم‌مرغ خام وجود دارد و هم ماده‌ای به نام آویدین در سفیده تخم‌مرغ موجود است که اگر خام مصرف شود، می‌تواند با ویتامین بیوتین موجود در بدن ترکیب و مانع جذب آن شود. (شکل ۷)
ب) کربوهیدرات‌ها: کربوهیدرات‌ها نسبت به سایر اجزای مواد غذایی به فرایندهای حرارتی حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهند. حرارت دارای تأثیرات مشخص روی کربوهیدرات‌های مختلف است به‌عنوان مثال در مورد نشاسته، حرارت دادن و ژلاتینه شدن موجب افزایش قابلیت جذب آن می‌شود. یک مثال خوب در این مورد سیب‌زمینی است که به‌طور خام غیر قابل هضم است. سلولز، همی‌سلولز و پکتین که مسئول ایجاد

ساختمان و بافت در مواد غذایی گیاهی هستند می‌توانند به وسیله حرارت تجزیه شده و موجب نرم شدن بافت ماده غذایی و افزایش قابلیت خوراکی این قبیل مواد غذایی شوند. (شکل ۸)



شکل ۸ــ اثر حرارت روی نشاسته

ج) چربی‌ها: زمانی‌که چربی‌ها به‌ویژه چربی‌های غیراشباع در حضور هوا یا اکسیژن حرارت داده شوند دچار پدیده اکسیداسیون می‌شوند. در اثر اکسیداسیون، علاوه بر ایجاد ترکیبات فرار مولد عطر و طعم نامطلوب، اسیدهای چرب از حالت طبیعی سیس به حالت ترانس تبدیل می‌شوند. اسیدهای چرب ترانس از لحاظ تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی ترکیباتی نامطلوب هستند. به این ترتیب اکسیداسیون سبب کاهش ارزش تغذیه‌ای چربی‌ها خواهد شد.

همچنین طی سرخ کردن یک‌سری تغییرات فیزیکی و شیمیایی در روغن و ماده غذایی اتفاق می‌افتد. از نمونه‌های این تغییرات تولید اسیدهای چرب آزاد، هیدروپراکسیدها، اسیدهای چرب ترانس و پلیمریزاسیون تری‌گلیسیریدها است. هر چه درجه حرارت و زمان سرخ کردن بیشتر شود، شدت این تغییرات افزایش می‌یابد.

بحث کلاسی

در مورد تفاوت‌های دو نوع فرایند سرخ کردن سطحی و عمقی بحث کنید.

د) ویتامین‌ها: فرایند حرارتی عمدتاً اثر تخریبی روی ویتامین‌ها دارد. هرچند که شرایط حرارت‌دهی ملایم می‌تواند اثرات مفیدی روی دسترسی زیستی برخی ویتامین‌ها به‌ویژه بیوتین و نیاسین داشته باشد. ثبات ویتامین‌ها تحت شرایط مختلف متفاوت است. ویتامین C و تیامین حساس‌ترین ویتامین‌ها در برابر تخریب حرارتی هستند. البته تیامین حساسیت کمتری نسبت به ویتامین C دارد. فولیک‌اسید و پیریدوکسین نیز به تجزیه حرارتی حساس هستند. ویتامین‌های محلول در چربی ثبات حرارتی بالاتری دارند.

نکته

ویتامین C به آسانی ضمن پختن از بین می‌رود. به این ترتیب می‌توان میزان کاهش این ویتامین را به‌عنوان شاخص شدت فرایند پخت در نظر گرفت.

هـ) مواد معدنی: مواد معدنی معمولاً در شرایط حرارتی متداول پایدار هستند. اما ممکن است طی فرایند کنسروسازی بخشی از مواد معدنی از ماده غذایی خارج شده و به مایع داخل قوطی وارد شوند. همچنین برخی عناصر معدنی نظیر سدیم و کلسیم می‌توانند از مایع داخل قوطی یا محیط حرارتی (مانند آب بلانچر) به ماده غذایی نفوذ کنند.

واحد یادگیری ۲
تحلیل اثر روش‌های نگهداری غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی

افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی به‌طور سنتی با فراوری گرمایی به تنهایی یا توأم با روش‌های نگهداری شیمیایی و بیوشیمیایی امکان‌پذیر شده است. با این وجود فراوری گرمایی تا حدودی کیفیت محصول و تازگی آن را کاهش می‌دهد. بنابراین روش نگهداری ایده‌ال فرایندی است که با حداقل آسیب به ساختار ماده غذایی، میکروارگانیسم‌ها را غیرفعال ساخته و واکنش‌های تخریب‌کننده را متوقف سازد.
همچنین برای به حداقل رساندن آسیب وارده به مواد غذایی حین نگهداری تا مصرف، تکنیک‌های بسته‌بندی مختلفی به بازار عرضه شده است. یکی از متداول‌ترین آنها تکنولوژی بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته یا MAP است. از بین فرایندهای غیرحرارتی تنها دو فرایند تشعشع یونی و فشار بالا، در مقیاس تجاری توسعه یافته‌اند.
امروزه برای به حداقل رسانیدن آسیب وارده به ماده غذایی، استفاده تلفیقی از چند روش نگهداری حرارتی و غیرحرارتی با شدت کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این امر تحت عنوان تکنولوژی هردل (Hurdle Technology) شناخته می‌شود. به این معنا که با به‌کارگیری چند روش نگهداری به‌طور همزمان، میکروارگانیسم از چند جهت مورد حمله قرار می‌گیرد. بنابراین دیگر نیازی به استفاده از یک روش شدید نگهداری که آسیب زیادی به ماده غذایی وارد می‌کند وجود ندارد.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی و غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

اثر فناوری فشار بالا بر کیفیت مواد غذایی

امروزه مصرف‌کنندگان خواستار غذاهایی با حداقل فراوری به‌منظور حفظ مواد مغذی و نیز حفظ خواص حسی هستند که علاوه‌بر تأمین کالری و سیر کردن فرد، احساس لذت بردن از غذا را تأمین کند.

فناوری استفاده از فشار بالا فرایند نسبتاً جدیدی در صنایع غذایی است که سبب غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها بدون ایجاد تغییرات مشخص تغذیه‌ای و طعمی می‌شود. فرایند حرارتی باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی زیادی در مواد غذایی می‌شود. مهم‌ترین آنها واکنش‌های تجزیه حرارتی است که منجر به بدطعمی، تخریب مواد مغذی و دیگر افت‌های کیفی در محصولات می‌شود. به‌همین دلیل مجموعه‌ای از روش‌های نگهداری غیرحرارتی مواد غذایی در حال پیشرفت و تکمیل هستند.

شکل ۱

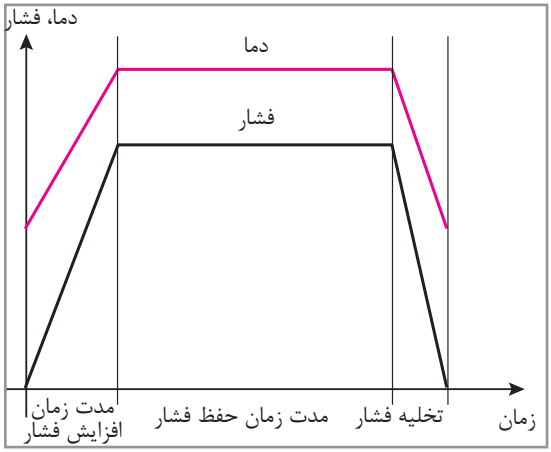
فرایند فشار بالا که با عنوان فرایند فشار هیدرواستاتیک بالا هم شناخته می‌شود عبارت است از اعمال فشار بر مواد غذایی جامد یا مایع در مقیاس بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاپاسکال.

نکته

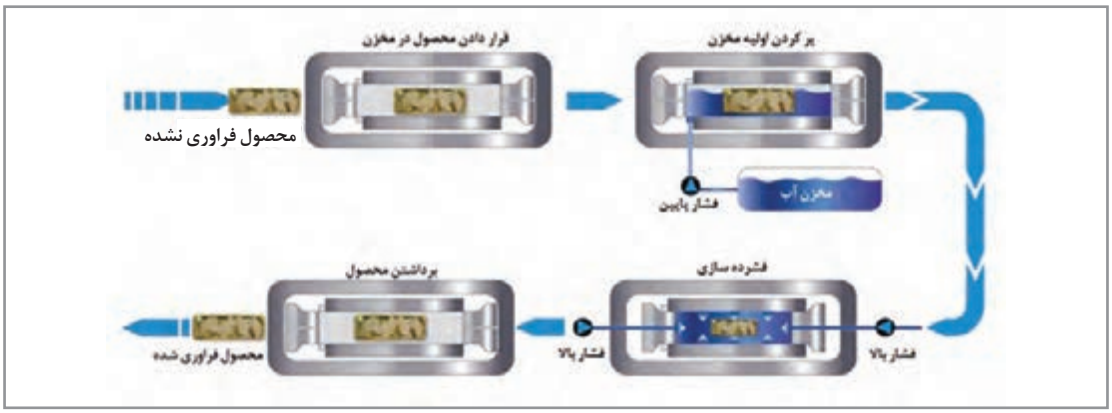
فشار هوا در سطح دریا، معادل یک اتمسفر و برابر ۰/۱ مگا پاسکال است.

دمای انجام این فرایند می‌تواند از زیر صفر تا ۱۰۰ درجه سلسیوس متغیر باشد. زمان اعمال فشار در مقیاس تجاری بین پالس‌های کسری از ثانیه تا حدود ۱۲۰۰ ثانیه متغیر است.

اساس استفاده از فشار بالا در فراوری مواد غذایی متراکم نمودن آب اطراف آنها است. در این روش ماده غذایی به مدت مشخصی تحت فشار بالا قرار می‌گیرد. زمان نگهداری در مخزن تحت فشار به نوع ماده غذایی و درجه حرارت فرایند بستگی دارد. در پایان زمان فراوری، فشار داخل مخزن حذف می‌شود تا مواد فراوری شده خارج شوند.

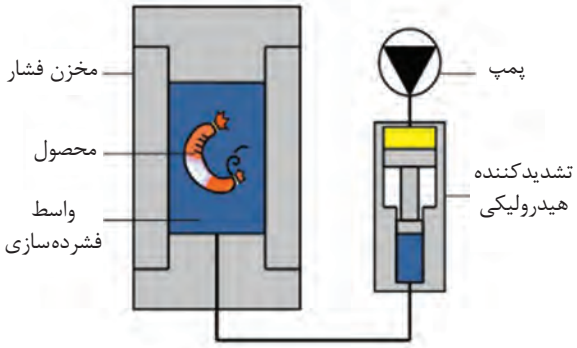


شکل ۲ـ منحنی فشار و دمای یک فرایند فراوری با فشار بالا



شکل ۳ــ مراحل فراوری با فشار بالا

یک سیستم فشار بالای صنعتی از یک محفظه فشار بالا، پمپ فشار و یک دستگاه کنترل‌کننده دما و یک سیستم کنترل جریان مواد تشکیل می‌شود که می‌تواند خودکار باشد. در این سیستم ابتدا ماده غذایی در یک ظرف استریل پر می‌شود و پس از درب‌بندی درون مخزن فشار قرار می‌گیرد. بدیهی است که جنس بسته‌بندی از مواد پلیمری ساخته می‌شود. چون فشار اعمال شده یکنواخت است و بسته‌بندی تغییر شکل نمی‌دهد.
پس از آن‌که مخزن فشار از مواد غذایی بسته‌بندی شده پر شد، درب آن بسته می‌شود و ماده ناقل فشار که در اغلب موارد، آب است به درون این دستگاه فرستاده می‌شود. (شکل ۴)



شکل ۴ــ اجزای یک سیستم فراوری با فشار بالا

اثر فشار بالا بر میکروارگانیسم‌ها

مطالعه اثر فشار بر موجودات زنده را بیولوژی فشار می‌نامند. فراوری فشار بالا از طریق ایجاد اختلال در عملکرد دیواره سلولی به میکروارگانیسم آسیب وارد می‌کند. به این ترتیب این فرایند در عملکرد ورود مواد مغذی به داخل سلول و خروج مواد زاید اختلال ایجاد می‌کند. بررسی‌ها نشان داده که باکتری‌های گرم منفی نسبت به اعمال فشار حساس‌تر از باکتری‌های گرم مثبت هستند. اسپورها نسبت به فرم رویشی میکروب‌ها مقاومت خیلی بیشتری در مقابل فشار بالا دارند. برای نابود کردن اسپورها با فشار بالا از تکنیک اعمال فشار پالسی استفاده می‌شود. به این ترتیب که اسپورها در اثر اعمال مقداری فشار جوانه‌زده و به سلول رویشی تبدیل می‌شوند و در مرحله بعد اعمال فشار بالا باعث غیرفعال شدن سلول‌های رویشی می‌شود.

نکته

برای نابود کردن اسپورها، نوعی فرایند حرارتی پالسی به نام تیندالیزاسیون وجود دارد.

مرحله رشد باکتری نیز در تعیین مقاومت آن در برابر فشار بالا عامل مهمی است. به‌طوری‌که سلول‌ها در فاز ثابت رشد مقاومت بیشتری نسبت به فاز لگاریتمی دارند.
برای افزایش میزان غیرفعال کردن میکروب‌ها و آنزیم‌ها می‌توان از ترکیب فشار هیدرواستاتیک بالا و حرارت استفاده کرد.

اثر فشار بالا بر دناتوراسیون پروتئین‌ها و غیرفعال‌سازی آنزیم‌ها

فشار بالا سبب فعال و یا غیرفعال شدن آنزیم‌ها می‌شود. اثر این فرایند روی آنزیم‌ها با توجه به فشار، دما، زمان، رطوبت و pH متفاوت است. فشار نسبتاً کم (۱۰۰ تا ۲۰۰ مگاپاسکال) می‌تواند برخی آنزیم‌ها را فعال کند، در حالی‌که فشار بالا (۴۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاپاسکال) سبب غیرفعال شدن آنزیم‌ها می‌شود.
فشار بالا از طریق تغییر آرایش ساختمانی، مولکول‌های پروتئین را دناتوره می‌کند. فشار مورد نیاز برای دناتوراسیون پروتئین‌های چند زنجیره‌ای، بالاتر از پروتئین‌های تک زنجیره است.

نکته

مکانیسم دناتوراسیون پروتئین‌ها توسط فشار بالا با دناتوراسیون حرارتی آنها متفاوت است.

فشار بالا پیوندهای یونی و آب‌گریز (هیدروفوب) را در ساختمان پروتئین‌ها تخریب می‌کند. مولکول‌های DNA در فشار بالا پایدارتر هستند در حالی‌که دمای بالا باعث دناتوراسیون مولکول‌های DNA می‌شود. فشار اعمال شده در این فرایند تأثیر جزئی بر پیوندهای کووالانسی دارد. بنابراین مواد غذایی که در درجه حرارت‌های معمولی تحت فشار قرار می‌گیرند دستخوش تغییرات بسیار کمی می‌شوند.

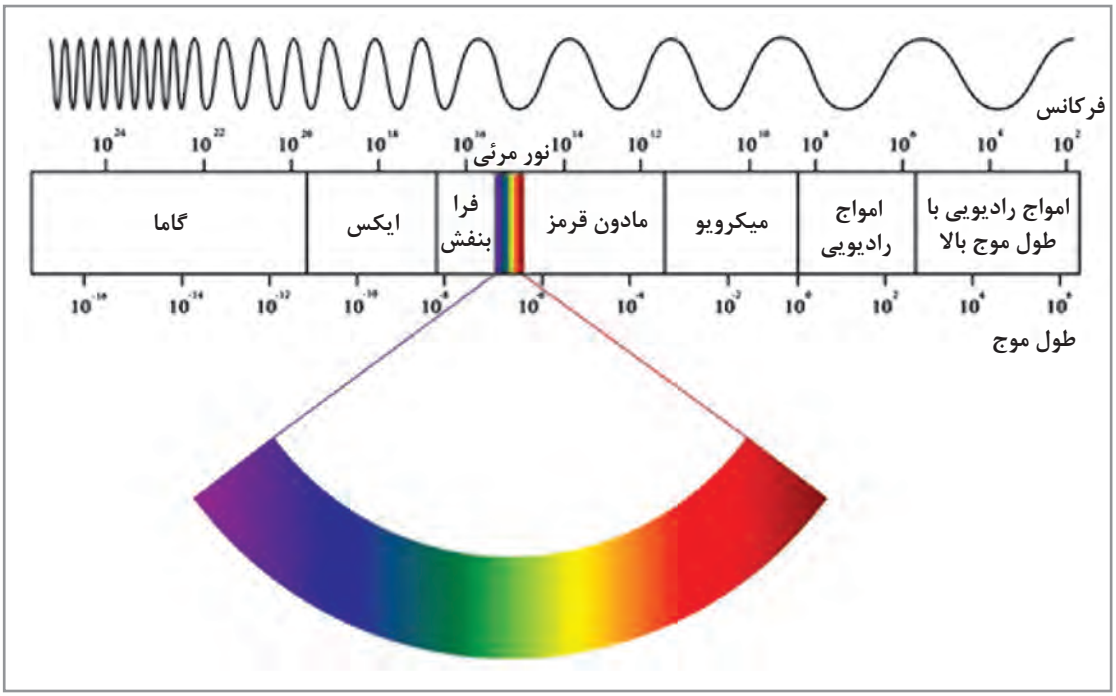
اثر فشار بالا بر ترکیبات مغذی مواد غذایی

مولکول‌هایی کوچک نظیر ویتامین‌ها و ترکیبات مولد عطر و طعم توسط فشار بالا بدون تغییر باقی می‌مانند. در حالی‌که ساختار مولکول‌های بزرگ نظیر پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک می‌تواند تغییر کند. فشار بالا سرعت واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد را کاهش می‌دهد. فرایند فشار بالا در دماهای متوسط اثر بسیار کمی بر رنگدانه‌های میوه‌ها و سبزی‌ها شامل، کلروفیل، آنتوسیانین‌ها و کاروتنوئیدها دارد. تغییرات بافتی طی فرایند فشار بالا، اساساً به‌علت تخریب سلولی و تغییرات در پلیمرهای دیواره سلولی به‌علت واکنش‌های آنزیمی و غیرآنزیمی رخ می‌دهد. تغییرات در سفتی، نرمی و ویژگی‌های رئولوژیکی مواد غذایی بستگی به نوع ماده غذایی و اثر فشار دما بر ترکیبات شیمیایی آن دارد.
ویژگی‌های ارگانولپتیکی تغذیه‌ای و رئولوژیکی مواد غذایی توسط تیمار فشار بالا در مقایسه با فرایند حرارتی بهتر حفظ می‌شود. حفظ رنگ، آروما و حفاظت از ترکیبات مغذی از مزیت‌های این تکنولوژی برای صنعت غذا است.
همچنین، از نقطه نظر فراوری مواد غذایی، ویژگی منحصر به فرد کاربرد فشار بالا اعمال یکنواخت آن در سیستم‌های غذایی و در نتیجه عدم وابستگی آن به اندازه و شکل هندسی نمونه‌ها طی فراوری است. بسته‌بندی‌های انتخاب شده برای فشار هیدرواستاتیک بالا باید قابلیت انعطاف‌پذیری بالاتر از ۱۵ درصد تغییرات حجم را داشته باشند.
pH مواد غذایی ممکن است تحت تأثیر فشار تغییر کند. به‌عنوان مثال به ازای هر افزایش ۱۰۰ مگاپاسکال فشار، pH به میزان ۰/۲ در آب سیب کاهش می‌یابد.

همچنین بررسی‌ها نشان داده که اعمال فشار به ازای هر ۱۰۰ مگاپاسکال، باعث افزایش دما به میزان ۳ درجه سلسیوس می‌شود.
اعمال فشار بالا باعث کاهش فعالیت آبی و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه در اثربخشی آن بر نابودی میکروارگانیسم‌ها می‌شود. با افزایش و یا کاهش دمای مواد غذایی نسبت به دمای محیط، میزان غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها در حین اعمال فشار افزایش می‌یابد.
فرایند فشار بالا امروزه به سمت تجاری شدن پیش می‌رود، به‌طوری که فرصت‌هایی بی‌نظیر برای تولید و توسعه محصولات جدید را فراهم می‌کند. تکنولوژی فشار بالا می‌تواند عملکرد مولکول‌های پروتئین و کربوهیدرات را تحت‌تأثیر قرار داده و در نتیجه منجر به تولید محصولات نو و بهینه‌سازی فرایندهای تولید مواد غذایی شود.
محصولات غذایی که در سطح تجاری با این روش فراوری می‌شوند شامل ژله‌های میوه‌ای، آب‌میوه‌ها، سس‌های سالاد، کیک‌های برنجی و جگر است.

اثر پرتوتابی بر کیفیت مواد غذایی

پرتوتابی مواد غذایی توسط پرتوهای یونیزه برای کاهش بار میکروبی و آلودگی به حشرات، جلوگیری از جوانه‌زنی محصولات ریشه‌ای و افزایش عمر نگهداری محصولات انجام می‌شود.



شکل ۵ـ طیف امواج الکترومغناطیس

استفاده از پرتوهای یونیزه از حدود ۱۰۰ سال پیش به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه بوده و به‌عنوان یکی از ابزارهای افزایش زمان ماندگاری و ایمن‌سازی مواد غذایی مطرح شده است.

انواع پرتوهای یونیزه زیر برای فراوری مواد غذایی مجاز هستند:

- پرتو گاما حاصل از عناصر رادیواکتیو کبالت ۶۰ و یا سزیم ۱۳۷
- پرتو ایکس
- الکترون‌های با انرژی بالا، این الکترون‌ها به فرم اشعه بتا هستند. الکترون‌ها به سبب جرم و بار خود قابلیت نفوذ کمتری نسبت به پرتوهای الکترومغناطیسی یونیزه‌کننده دارند.

همه این منابع می‌توانند اثری مشابه را در هر ماده پرتودهی شده به‌وجود آورند. مهم‌ترین تفاوت بین این منابع قدرت نفوذ آنها است. پرتوهای ایکس و گاما قدرت نفوذ بالایی دارند در حالی‌که الکترون‌های پر انرژی تنها برای پرتودهی سطحی یا برای بسته‌های نازک مفید هستند.

پرسش

به چه عناصری رادیواکتیو گفته می‌شود؟

میزان انرژی جذب شده در واحد جرم فراورده‌های غذایی پرتوتابی شده به‌عنوان «دز جذب شده» بیان می‌شود. واحد بین‌المللی دُز جذب شده، گِری (Gray) است که معادل یک ژول انرژی در هر کیلوگرم ماده است. در این رابطه باید توجه شود که کمترین میزان پرتو دریافتی بتواند اهداف فنی مورد نظر را تأمین کند و نیز بیشترین مقدار پرتو دریافتی از مقدار توصیه شده برای ایمنی و سلامت مصرف‌کننده، کمتر باشد.

هنگامی‌که ماده غذایی پرتودهی می‌شود، انرژی جذب آن شده و منجر به برانگیختگی الکترون‌ها و یونیزاسیون اتم‌ها و مولکول‌ها می‌شود. به این ترتیب رادیکال‌های آزاد تشکیل می‌شوند. میزان هرگونه تغییری در اثر پرتودهی به دز جذب شده بستگی دارد. این تغییرات می‌تواند حاصل تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم پرتو بر سلول هدف باشد. در مکانیسم اثر مستقیم یک جزء حساس مانند DNA در موجودات زنده به‌طور مستقیم توسط پرتو و یا اجزای یونیزه‌کننده صدمه می‌بینند. در حالی‌که در مکانیسم غیرمستقیم پرتو باعث رادیولیز آب شده و سپس ترکیبات حاصل از رادیولیز آب باعث تخریب سایر ترکیبات مواد غذایی می‌شوند. اثر غیرمستقیم نقش گسترده‌تری را ایفا می‌کند زیرا در غیاب آب برای ایجاد اثر کشندگی یکسان به دزهای خیلی بیشتری از اشعه نیاز است.

پرتوتابی، باکتری مضر برای سلامتی را از بین می‌برد و غذاهای ایمن‌تری تولید می‌کند.

شکل ۶

باکتری‌های گرم منفی به‌ویژه *سودوموناس* و *فلاوباکتر* حساس‌ترین باکتری‌ها به اشعه هستند. باکتری‌های گرم مثبت مقاومت بیشتری نسبت به اشعه دارند. همچنین مشخص شده که باکتری‌های اسپورزا مقاوم‌تر از انواع غیر اسپورزا هستند. مقاومت مخمرها بیشتر از کپک‌ها و مقاومت ویروس‌ها بسیار بیشتر از هر دوی این موارد است.

نکته

ترتیب مقاومت به اشعه: ویروس > مخمر > کپک > باکتری گرم مثبت > باکتری گرم منفی

آنزیم‌ها نسبت به اشعه بسیار مقاوم هستند به‌طوری‌که حتی دزهای استریل‌کننده اشعه گاما هم قادر به غیرفعال‌سازی آنزیم‌ها نیستند. بنابراین برای جلوگیری از تغییرات نامطلوب، لازم است عملیات آنزیم‌بری محصول قبل از فرایند پرتوتابی انجام شود.

میکروب‌شناسان واژه‌های زیر را برای سطوح مختلف پرتودهی مواد غذایی تعریف کرده‌اند:

ـ راداپرتیزاسیون (Radapertization): معادل استریلیزاسیون با اشعه است. سطح متداول پرتو در این روش ۳۰ تا ۴۰ کیلوگری است.

ـ رادیسیداسیون (Radicidation): معادل پاستوریزاسیون با اشعه است. سطح پرتودهی در این روش ۲/۵ تا ۱۰ کیلوگری است.

ـ رادوریزاسیون (Radorization): به معنای کاهش قابل توجه تعداد میکروب‌های زنده عامل فساد با اشعه است. دز پرتو در این روش ۰/۷۵ تا ۲/۵ کیلوگری است.

مطالعات گسترده‌ای در زمینه اثر ایمنی مواد غذایی پرتودهی شده نشان‌دهنده این واقعیت است که ترکیبات تولیدشده در اثر پرتوتابی همان ترکیباتی هستند که در سایر روش‌های فراوری مواد غذایی مثل پختن، کنسرو کردن و پاستوریزاسیون ایجاد می‌شوند و هیچ تفاوتی از نظر مصرف‌کنندگان ندارند.

شکل ۷

بررسی‌های کمیته مشترکی از کارشناسان سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان کشاورزی و مواد غذایی (FAO) و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) نشان داد که پرتودهی هر ماده غذایی تا دز مجموع ۱۰ کیلوگری هیچ خطر سم شناختی در پی نداشته و نیازی به آزمایش‌های بررسی سمیت وجود ندارد. به این ترتیب پرتودهی در چنین سطحی یک فرایند کاملاً آزمایش شده بوده و هیچ اثر زیان‌باری را نشان نداده است.

شکل ۸ـ کاربردهای مختلف پرتوتابی

بررسی‌ها نشان داده که با توجه به خواص ضد باکتریایی و ضد انگلی، پرتوهای یونیزه‌کننده ابزاری مؤثر برای افزایش ایمنی و عمر نگهداری غذاهای گوشتی هستند. ترکیب پرتودهی با سایر فناوری‌ها مثل بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح‌شده، انجماد، سردکردن و پختن نشان داده است که پتانسیل قابل توجهی برای بهبود خواص کیفی و ایمنی گوشت‌های تازه و فرایند شده دارد. یکی از متداول‌ترین روش‌های تلفیقی، استفاده از پرتودهی با انجماد است. همچنین مشخص شده که ترکیب پرتودهی با یک حرارت ملایم می‌تواند در کنترل ارگانیسم‌های عامل فساد و افزایش ایمنی غذاهای خاصی مؤثر باشد. با وجود مزایای برجسته پرتودهی محصولات گوشتی و طیور، برخی جوانب کیفی وجود دارد که سبب محدودیت این فناوری در صنعت گوشت می‌شود. پرتودهی می‌تواند بوی خاصی در این محصولات ایجاد کند، اکسایش لیپیدها را تسریع کرده و رنگ گوشت را تغییر دهد. این موضوع به‌ویژه در پرتوتابی ماهی‌های پرچرب دارای اهمیت بیشتری است. در این‌گونه موارد برای کاهش اثرات نامطلوب پرتوتابی باید این فرایند تحت خلأ و یا در اتمسفر اصلاح شده انجام شود.

شکل ۹ـ پرتودهی مواد غذایی

پرتوتابی میوه‌ها و سبزی‌ها برای دستیابی به اهداف زیر انجام می‌پذیرد:

- افزایش عمر نگهداری با به تأخیر انداختن فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی؛
- کنترل کپک‌های ایجادکننده فساد؛
- غیرفعال‌سازی میکروب‌های بیماری‌زا؛
- از بین بردن آفات و حشرات؛
- جلوگیری از جوانه‌زنی محصولات غده‌ای مثل سیب‌زمینی یا پیاز حین نگهداری؛
- کاهش بار میکروبی ادویه‌ها و محصولات آجیلی.

محدودیت‌های اشعه دادن مواد غذایی

- ایجاد بوی نامطلوب در برخی فراورده‌ها به‌ویژه فراورده‌های پر چرب (پرتوتابی در حالت منجمد این اثرات را به‌شدت کاهش می‌دهد).
- عدم غیرفعال‌سازی سموم میکروبی، بنابراین غذاهایی که مستعد این آلودگی هستند باید قبل و بعد از فرایند با یکی از روش‌های ضعیف‌تر از استریلیزاسیون مثل سرد کردن، کاهش رطوبت و یا بسته‌بندی مناسب نگهداری شوند.
- عدم امکان نابودی ویروس‌ها با دزهای معمول اشعه
- نگرانی مصرف‌کنندگان، بیشتر مصرف‌کنندگان هنوز راجع به اشعه دادن مواد غذایی از دانش کافی برخوردار نیستند. آنها نگرانی‌هایی در مورد ارتباط غذاهای پرتوتابی شده با محصولات و اثرات رادیواکتیویته و نیز احتمال تشکیل ترکیبات شیمیایی با سمیت ناشناخته و ایجاد گونه‌های مقاوم به اشعه میکروارگانیسم‌ها دارند.
- ضرورت برچسب‌زنی محصولات پرتودیده.

طبق مقررات، پرتودهی را به‌عنوان یک افزودنی تعریف کرده‌اند نه یک فرایند، بنابراین غذاهای پرتودهی شده باید روی برچسب مشخص باشند.

بسیاری از دولت‌ها الزامات نشانه‌گذاری محصولات را به‌منظور آگاهی مصرف‌کنندگان مواد غذایی برای انتخاب محصولات پرتودهی شده یا نشده تعیین می‌کنند. الزامات برچسب‌گذاری بین کشورهای مختلف، متفاوت است. بسیاری از کشورها، درج علامت «Radura Logo» را در برچسب‌گذاری محصول پرتودهی شده الزامی اعلام کرده‌اند. در بعضی از کشورها درج عبارت «تیمار شده با پرتودهی» یا «تیمار شده با پرتوهای یون ساز» یا «تیمار شده با انرژی یون ساز» الزامی است.

شکل ۱۰ـ علامت بین‌المللی مواد غذایی پرتودهی شده

مزایای اصلی اشعه دادن مواد غذایی

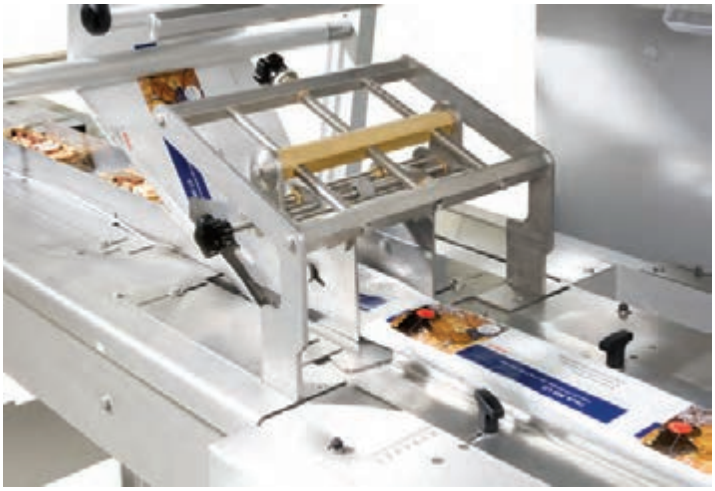
- عدم ایجاد آسیب حرارتی در محصول؛
- امکان پرتوتابی مواد غذایی منجمد و بسته‌بندی شده (غیر از بسته‌بندی‌های فلزی)؛
- امکان نگهداری مواد غذایی بدون استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی؛
- نیاز به انرژی بسیار کم؛
- تغییر کم در ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی؛
- امکان کنترل خودکار فرایند.

اثر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر مواد غذایی

از یک بسته‌بندی ماده غذایی انتظار می‌رود برای مدت هرچه بیشتر محتویات خود را با کیفیت ثابت نگهداری کند. اغلب مواد غذایی طی فرایند تولید از نظر شیمیایی و میکروبی به شرایط نسبتاً پایداری می‌رسند که با وجود یک بسته‌بندی مناسب این شرایط پایدار را می‌توان برای مدت طولانی‌تری حفظ کرد. اما برخی از مواد غذایی مانند میوه‌ها و سبزی‌های تازه شرایط فرایند حرارتی یا برودتی را تحمل نمی‌کنند و به‌دلیل زنده بودن تا مدت‌ها پس از چیده شدن عمل تنفس را انجام می‌دهند. این بدین معنی است که فعالیت‌های شیمیایی درون گیاه در حال انجام و تغییرات در گیاه ادامه دارد.

از طرف دیگر هدف تولیدکننده، عرضه این محصولات به‌صورت تازه و فراوری نشده است. در مورد برخی از این محصولات مانند خرمالو و کیوی یا موز می‌توان آنها را قبل از رسیدن کامل چید و یا در مورد خیار و مرکبات از مواد مومی برای پوشش سطح میوه و ایجاد سدی در برابر تنفس گیاه استفاده کرد و بدین ترتیب سرعت واکنش‌های شیمیایی درون گیاه را با محدودیت ورود اکسیژن، کُند کرد.

در بسیاری از محصولات مانند گوجه‌فرنگی یا کاهو و کرفس که عمر بسیار کوتاه و یا بافت حساس دارند و یا در مورد ماهی و مواد غذایی دریایی چنین روش‌هایی مناسب نیست. متخصصین صنعت بسته‌بندی مواد غذایی به این فکر افتادند که شرایط محیط اطراف محصول را به نحوی تغییر دهند که سرعت تنفس آن کاهش یابد. این کار ابتدا در انبارهای کنترل‌شده نگهداری مواد غذایی انجام می‌شد، به طریق مشابه طرح بسته‌بندی (Atmosphere Packaging Modified) MAP یا همان بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده ارائه شد.



شکل ۱۱ــ طرزکار دستگاه بسته‌بندی

اساس فرایند بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، بر کاهش میزان اکسیژن در بسته‌بندی استوار است. با کاهش اکسیژن در فضای بسته‌بندی، سرعت رشد ارگانیسم‌های هوازی و واکنش‌های اکسیداسیون کاهش می‌یابد و به این ترتیب زمان ماندگاری مواد، افزایش چشمگیری خواهد یافت. در این سیستم بسته‌بندی اکسیژن حذف شده را با نیتروژن (N_2) که گاز بی‌اثری است، جایگزین می‌کنند. گاهی مواقع از کربن‌دی‌اکسید (CO_2) استفاده می‌شود که باعث کاهش pH نیز می‌شود و به این ترتیب رشد باکتری‌ها را مهار می‌کند.

این سیستم ابتدا برای افزایش مدت ماندگاری گوشت و ماهی استفاده شده است ولی امروزه بیشتر در مورد میوه و سبزیجات تازه به کار می‌رود. در ایران نیز گرچه اغلب از سیستم وکیوم (خروج هوا) در بسته‌بندی‌ها استفاده می‌شود اما در چند سال اخیر با پیشرفت در روش‌های بسته‌بندی نوین و مطابق استانداردهای جهانی استفاده از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده در حال گسترش است. چرا که براساس تحقیقات پژوهشگران تنها خروج اکسیژن از محیط برای حفظ و نگهداری ماده غذایی کافی نیست.

پرسش

چرا حذف کامل اکسیژن از بسته‌های نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها امکان‌پذیر نیست؟

تکنیک‌های MAP در حال حاضر در محدوده وسیعی از غذاهای تازه یا سرد شده شامل غذاهای نیم‌پخته، ماکیان و ماهی، پاستای تازه، میوه و سبزیجات و اخیراً قهوه، چای، غذاهای آماده و فراورده‌های نانوایی استفاده می‌شود.

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، به معنی جایگزین کردن هوای موجود در بسته با مخلوطی از گازهای متفاوت به‌طور معمول مخلوطی از کربن‌دی‌اکسید، نیتروژن و اکسیژن است. در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده هوای درون بسته ابتدا تخلیه نشده، سپس ترکیب گازهای مورد نظر، تحت فشار جایگزین آن می‌شود. بسته‌بندی MAP به ظاهر روش بسیار ساده‌ای است؛ خالی کردن هوای داخل بسته و جایگزین کردن آن با ترکیبی از گازها؛ اما در عمل پیچیدگی‌های تکنیکی زیادی هم دارد. تعیین نسبت گازها و نگه‌داشتن این ترکیب گازی درون بسته‌بندی چندان ساده نیست. میوه و سبزی‌های تازه موجودات زنده بوده و تنفس می‌کنند. اما شدت تنفس و به تبع آن سرعت واکنش‌های شیمیایی در همه آنها یکسان نیست. به‌طور مثال در مورد قارچ سرعت تنفس زیاد است و لذا این محصول بسیار فساد پذیر و دارای عمر کوتاه است اما در مورد پیاز و سیب‌زمینی تنفس آهسته است. به‌همین سبب فاکتور دما در ماندگاری محصولات مخصوصاً محصولاتی که بسته‌بندی MAP دارند بسیار مهم است. چرا که سرعت تنفس یعنی مصرف اکسیژن و تولید CO_2 با افزایش دما بالا رفته و با کاهش آن کم می‌شود. لذا واضح است که کاهش دما در افزایش ماندگاری این محصولات مؤثر است. برای اصلاح اتمسفر درون بسته اغلب از ترکیبات متنوع گازها استفاده می‌کنند.

از این تکنولوژی بسته‌بندی برای مواد غذایی دریایی که بسیار فسادپذیر هستند نیز استفاده می‌شود. در بسته‌بندی محصولاتی مانند ماهی هدف کاهش تنفس و فعالیت میکروارگانیسم‌هایی است که باعث فساد ماده غذایی می‌شوند. در بسته‌بندی این محصولات معمولاً از ۳۰ تا ۴۰ درصد N_2، ۲۰ درصد O_2 و ۳۰ تا ۴۰ درصد CO_2 استفاده می‌شود و در دمای صفر تا ۲ درجه سلسیوس نگهداری می‌شود. گاز CO_2 به‌دلیل ویژگی‌های مطلوبی که دارد در بسته‌بندی MAP بیشترین کاربرد را دارد.

از گاز CO_2 برای افزایش ماندگاری این محصولات استفاده می‌شود. این گاز باعث حفظ بهتر ویتامین‌ها در محصولات گوشتی می‌شود.

گاز CO_2 باعث کاهش pH محیط می‌شود و به‌علاوه به‌عنوان یک ضد میکروب عمل می‌کند و فعالیت آنها را کاهش می‌دهد. همچنین با جذب آب و هیدراته شدن دیواره سلول‌ها باعث به تعویق افتادن و خشک شدن محصول و افزایش شادابی آن می‌شود.

از دست دادن آب، موجب افزایش ترکیبات فیبری و خشبی شدن محصول می‌شود که مطلوب نیست.

کربن‌مونوکسید نیز برخی مواقع خصوصاً در بسته‌بندی‌های گوشت برای حفظ رنگ قرمز آن به کار گرفته می‌شود.

در مجموع از اثرات بسته‌بندی MAP بر ویژگی‌های حسی می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- باعث افزایش ماندگاری محصولات تازه می‌شود.
- خواص کیفی مطلوب را حفظ می‌کند.
- ظاهر بسته‌ها به‌دلیل امکان استفاده از فیلم‌های شفاف، جذاب و مشتری‌پسند است.

- بسته‌بندی بدون بو است و حمل و نقل و برچسب‌زنی آن آسان است.
- برای افزایش ماندگاری محصول از مواد نگهدارنده درون ماده غذایی استفاده نمی‌شود.

سیستم بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده دارای مزایای زیر است:

- طولانی کردن ماندگاری با حفظ خواص کیفی مطلوب؛
- پایین آوردن میزان ضایعات و فساد؛
- تازه نگه داشتن محصول بدون استفاده از مواد نگهدارنده؛
- برداشت محصول تازه در سطوح رسیدگی مورد نظر برای مصرف‌کننده؛
- کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل از طریق افزایش زمان انبارمانی محصول؛
- فراهم نمودن امکان بسته‌بندی محصولات برش خورده آماده مصرف؛
- صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مانند عدم استفاده از فرایندهای حرارتی و برودتی).

معایب روش MAP عبارت‌اند از:

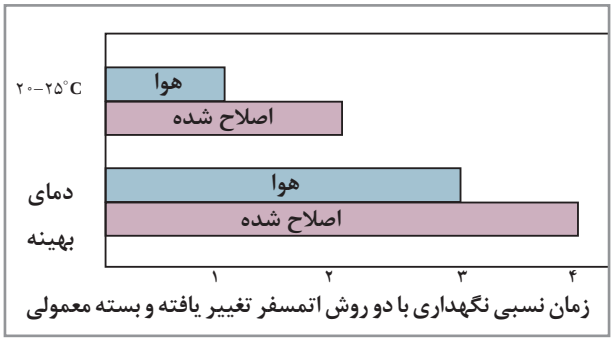
- بالا بودن هزینه؛
- حجیم‌تر بودن بسته‌ها و در نتیجه افزایش هزینه انبارداری؛
- امکان از بین رفتن محصول به دلیل انتخاب ترکیب نامناسب گاز؛
- امکان بروز تغییر در نسبت گازها طی نگهداری.

نکته

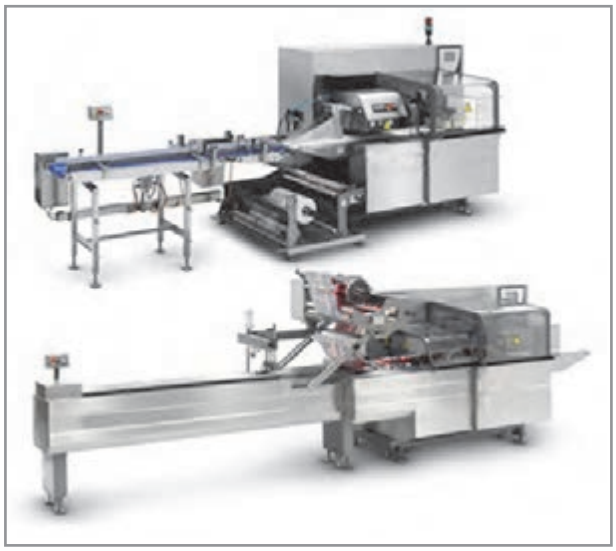
دمای محیط و ترکیب گازی داخل بسته، عوامل تأثیرگذار در روش نگهداری با اتمسفر تغییر یافته هستند.

کاهش دما و استفاده از این روش باعث کاهش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود. شکل روبه‌رو به‌صورت شماتیک تأثیر دما را در عمر نگهداری نشان می‌دهد. (شکل ۱۲)

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده را نباید با بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده (CAP) اشتباه گرفت! در بسته‌بندی با اتمسفر کنترل‌شده نه تنها ترکیب گازها و نسبت آنها مشخص می‌شود بلکه با روش‌هایی سعی می‌شود نسبت این گازها همواره کنترل شود. این روش، حفظ کیفیت فراورده‌های غذایی تازه را بدون عملیات حرارتی و شیمیایی میسر می‌کند.



شکل ۱۲



شکل ۱۳ـ نمونه‌ای از دستگاه‌های خط بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح شده (MAP)

شکل ۱۴

مکانیسم بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP)

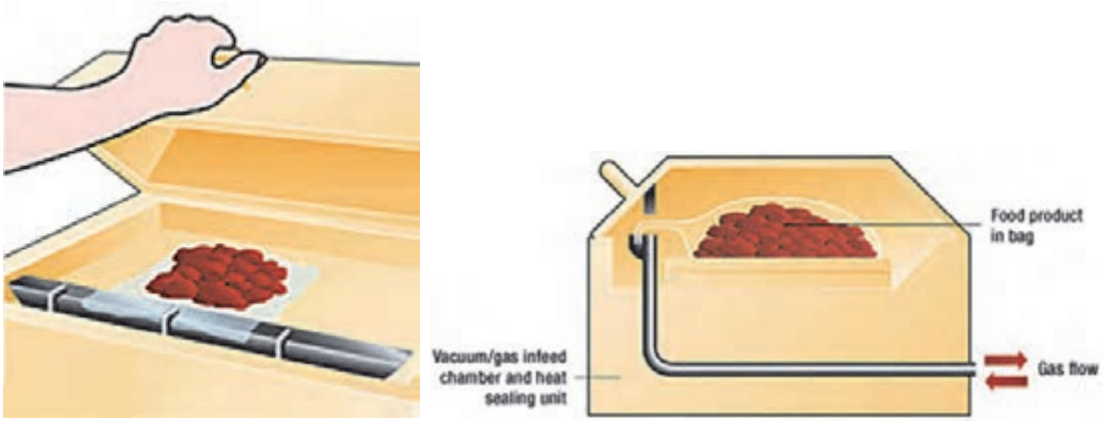
روال کلی در این روش به این شکل است که هوای بسته را تخلیه می‌کنند و سپس ترکیب گازی از قبل آماده شده (مرکب از گازهای نیتروژن، کربن‌دی‌اکسید و ...) را به جای آن به بسته تزریق می‌نمایند و بسته‌ها در لفاف‌های مقاوم به ورود اکسیژن بسته‌بندی می‌شوند.

لذا باید در ابتدا گاز با ترکیب مورد نظر آماده شود. برای این منظور می‌توان ترکیب مورد نظر را به‌طور آماده از کارخانجات تفکیک‌کننده هوا در کپسول‌های تحت فشار خرید. اما برای صرفه‌جویی در هزینه می‌توان گازهای سه‌گانه ازت، اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید را به‌صورت خالص تهیه کرد و به‌وسیله یک دستگاه میکسر گاز با نسبت مورد نظر مخلوط نمود. در این روش نیاز به ذخیره اتمسفر اصلاح شده در مخزن جداگانه نیست و می‌توان از مخلوط گاز به دست آمده به‌طور مستقیم در بسته‌بندی تزریق کرد.

این کار توسط دستگاه‌های مختلفی انجام می‌شود که برخی از آنها در زیر تشریح می‌شوند:

الف) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) در اتاقک‌های خلأ VC (Vacuum chamber)

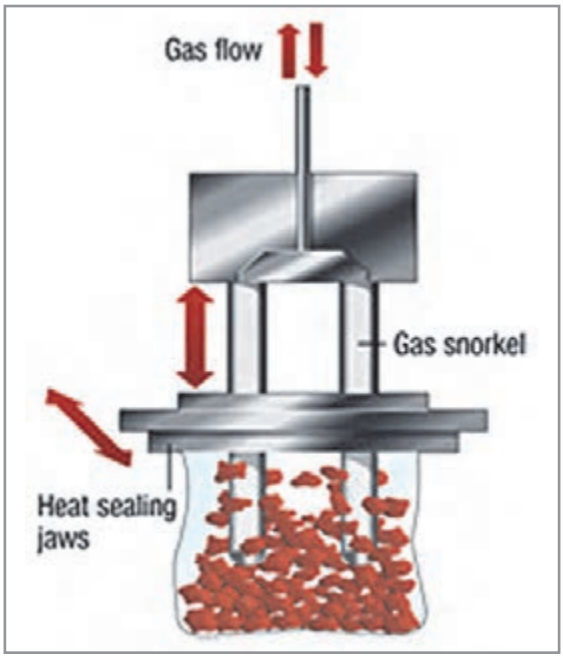
در این دستگاه‌ها، ابتدا مواد، داخل بسته‌های از قبل آماده شده قرار می‌گیرند، سپس هوای آنها تخلیه شده و ترکیب گازی مورد نظر جایگزین و درب بسته پرس می‌شود. در تصویر زیر به‌صورت شماتیک این دستگاه بسته‌بندی نشان داده شده است.



شکل ۱۵

ب) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) توسط ST (Snorkel Type)

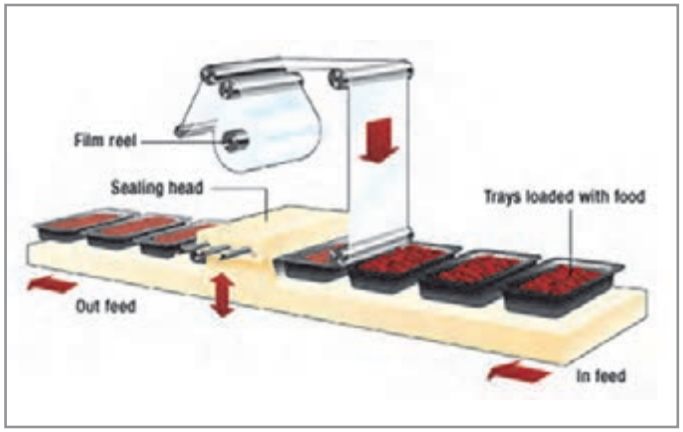
این دستگاه برای بسته‌بندی مواد غذایی فله به روش اتمسفر اصلاح شده (MAP) کاربرد دارد. دستگاه با ریختن مواد درون بسته‌ها گاز اطراف مواد را توسط لوله‌هایی تخلیه نموده و گاز جدید را به آن تزریق می‌نماید و سپس عمل بسته‌بندی را انجام می‌دهد. شماتیکی از عملکرد این دستگاه را می‌توانید در تصویر روبه‌رو مشاهده نمایید.



شکل ۱۶

ج) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) توسط (Tray lidding)

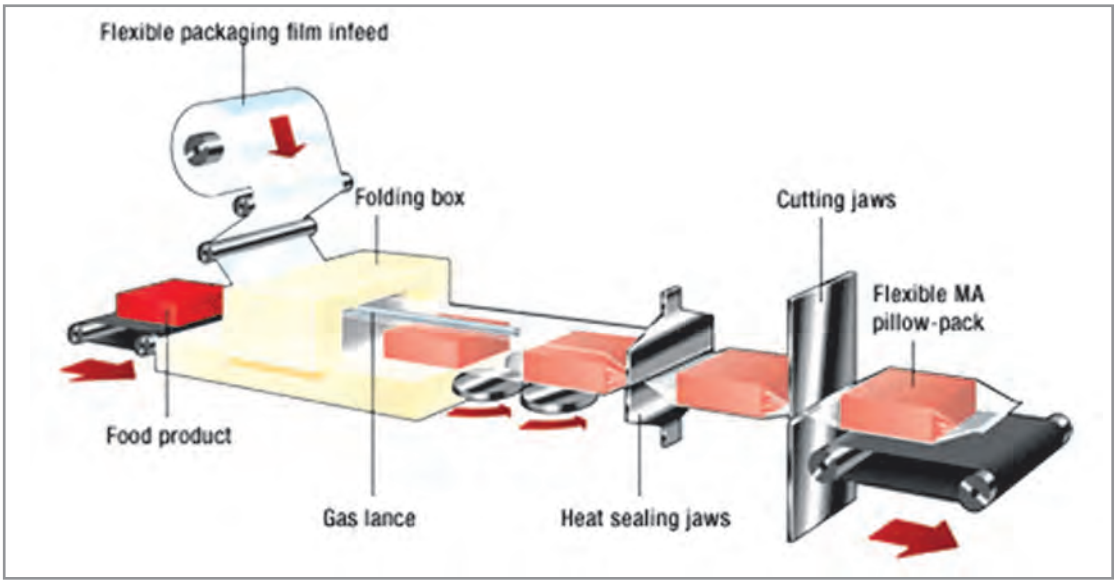
در این روش مواد داخل ظروف از قبل آماده شده، ریخته می‌شوند و سپس روکش مخصوص روی آنها قرار می‌گیرد، آن‌گاه وارد محوطه می‌شوند که توسط لوله‌هایی، هوای داخل بسته تخلیه و گاز جدید جایگزین می‌شود و در عین حال بسته‌بندی انجام می‌پذیرد.



شکل ۱۷

د) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) توسط HFFS (Horizontal form-fill - seal)

این ماشین علاوه بر بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح شده (MAP) قادر است، پاکت بسته‌بندی را از فیلم ورودی خود بسازد. در شکل زیر شاهد عملکرد این دستگاه هستید.



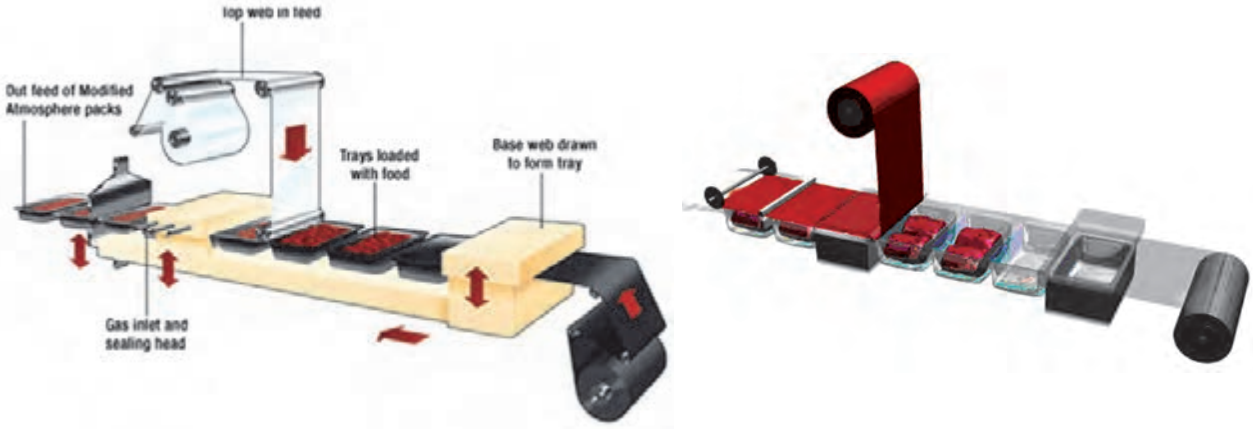
شکل ۱۸

هـ) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) توسط VFFS (Vertical form-fill - seal)

این دستگاه مشابه دستگاه قبلی است با این تفاوت که به‌صورت عمودی ساخته شده است و حرکت مواد در راستای عمودی است.

و) بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) توسط TFFS (Thermoform-fill - seal)

این دستگاه، مشابه دستگاه Tray lidding عمل می‌کند تنها با این تفاوت که با یک دستگاه ترموفرمینگ قبل از آن ظروف مورد نیازش را می‌سازد بعد مواد درون آنها قرار می‌گیرند و آن‌گاه عملیات به همان شکل ادامه می‌یابد. در زیر نمونه‌ای از این دستگاه را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۱۹

فیلم‌های بسته‌بندی تحت خلأ

در این نوع بسته‌بندی باید از فیلم‌هایی استفاده کرد که علاوه بر شفافیت و زیبایی، قابلیت نفوذپذیری کمی در مقابل گازها داشته باشند و در ضمن خواص مکانیکی خوبی هم دارا باشند.

به‌طور معمول برای بسته‌بندی موادغذایی بیشتر از پلی اتیلن با چگالی کم (LDPE)، پلی وینیل کلراید (PVC)، اتیلن وینیل استات (EVA) و پلی‌پروپیلن خطی شده (OPP) استفاده می‌شود. این مواد نفوذپذیری بالایی دارند و مناسب بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده نیستند. در این تکنولوژی از فیلم‌هایی با نام EMAP استفاده می‌شود که نفوذپذیری کمی داشته و قادر است ترکیب اتمسفری موجود در خود را برای مدت زیادی به همان شکل حفظ نماید.

فیلم‌ها و ترکیبات مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی به روش MAP باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

- مقاوم به ضربه، سوراخ شدن و پارگی؛
- قابلیت مهر و موم شدن؛
- ضد غبار و ضد بخار بودن؛
- عدم نفوذپذیری به گازها و رطوبت.

مواد پلاستیکی به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند فرم دهی نسبتاً آسان، وزن سبک، شفافیت مناسب، قابلیت دوخت حرارتی و مقاومت مناسب برای بسته‌بندی مواد غذایی به روش MAP مناسب هستند. از آنجایی که هیچ‌گونه پلاستیکی به تنهایی برای همه کاربردها در بسته‌بندی مواد غذایی کاملاً مناسب نیست، پیشرفت تکنولوژی پلیمری منجر به تولید پلاستیک‌هایی شده است که برای بسته‌بندی‌های مخصوص مواد غذایی مناسب‌تر هستند.

با انتخاب صحیح و دقیق هر یک از ترکیبات پلاستیکی، می‌توان بسته‌بندی‌های مناسبی برای کاربردهای مختلف طراحی و تولید کرد.

برای انتخاب یک ماده پلاستیکی مناسب برای بسته‌بندی به روش MAP باید به موارد زیر توجه کرد:

ـ **تماس با ماده غذایی:** مواد تشکیل‌دهنده فیلم‌ها و ظروف بسته‌بندی که با ماده غذایی در تماس هستند نباید به داخل غذا نفوذ کنند و باعث آسیب رساندن به سلامت مصرف‌کننده شوند.

ـ **عدم نفوذ پذیری نسبت به گازها و بخار آب:** ترکیبات بسته‌بندی مورد استفاده در MAP نباید نسبت به گازها و رطوبت نفوذپذیر باشند.

ـ **ویژگی‌های ظاهری:** شفافیت و ظاهر مناسب بسته‌بندی تأثیر قابل توجهی بر مشتری‌پسندی محصول دارد. به این منظور ظروف بسته‌بندی مختلفی در رنگ‌ها و طرح‌های زیبا در بازار موجود هستند.

ـ **ضد بخار بودن:** کندانس شدن بخار آب (بخار گرفتن) در سطح داخلی بسته‌بندی مواد غذایی زمانی رخ می‌دهد که دمای اطراف بسته کاهش یافته و دمای محتویات داخل بسته بالاتر باشد و اختلاف دما ایجاد شود. بخار گرفتن سمت داخلی فیلم از انتشار نور از قطرات کنداس شده رطوبت جلوگیری کرده و باعث از بین رفتن شفافیت بسته‌بندی شده و ظاهر نامناسبی ایجاد می‌کند که با استفاده از ترکیبات ضد بخار در لایه آخر فیلم بسته‌بندی (هم از داخل و هم از خارج) می‌توان از این اتفاق جلوگیری نمود.

ـ **ویژگی‌های مکانیکی:** مقاومت در برابر پارگی و سوراخ شدن و سهولت استفاده توسط ماشین بسته‌بندی از مهم‌ترین ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌های بسته‌بندی محسوب می‌شود.

ـ **دوخت‌پذیری حرارتی:** دوخت حرارتی مؤثر و صحیح برای حفظ ترکیب گاز وارد شده درون بسته‌بندی بسیار ضروری و مهم است.

ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استاندارد عملکرد جدول زیر برای هر هنرجو ثبت می‌شود. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان اول

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها،داوری،نمره‌دهی)	نمره
۱ـ تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی بر کیفیت مواد غذایی	بررسی و تحلیل اثر روش‌های نگهداری حرارتی و غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل و تعیین مکانیسم اثر فرایندهای حرارتی و غیرحرارتی بر میکروارگانیسم‌ها، مواد مغذی و ساختار مواد غذایی	۳
		در حد انتظار (کسب شایستگی)	تحلیل اثر فرایندهای حرارتی و غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی	۲
۲ـ تحلیل اثر روش‌های نگهداری غیرحرارتی بر کیفیت مواد غذایی		پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)	تفکیک فرایندهای حرارتی و غیرحرارتی نگهداری مواد غذایی	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۲

افزودنی‌های مواد غذایی

افزودنی‌ها ترکیبات شیمیایی هستند که حین فراوری مواد غذایی برای بهبود ویژگی‌های حسی، فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و یا افزایش مدت زمان ماندگاری محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند. افزودنی‌های مواد غذایی بسیار متنوع و پرکاربرد بوده و براساس نقش‌های عملکردی خود در گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. امروزه عملاً تولید یک محصول غذایی بدون استفاده از افزودنی‌ها حتی در مقیاس خانگی امکان‌پذیر نیست. بنابراین سازمان‌های ناظر بر کیفیت و تولید مواد غذایی استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای برای پذیرش یک افزودنی و تعیین حدمجاز مصرف برای آن تدوین نموده‌اند. که با پیشرفت روش‌های علمی و شناخت ابعاد جدیدی از سایر ویژگی‌های شیمیایی مواد، این استانداردها همواره در حال بازنگری هستند.

واحد یادگیری ۳
کاربرد نگهدارنده‌های مواد غذایی

نگهدارنده‌ها (Preservatives) دسته‌ای از افزودنی‌های مواد غذایی هستند که برای محافظت از آلودگی میکروبی یک محصول غذایی یا دارویی در دوره نگهداری و در هنگام مصرف، در فرمولاسیون آن استفاده می‌شوند. در صنعت از انواع نگهدارنده‌های طبیعی و شیمیایی استفاده می‌شود. برخلاف باور عمومی مبنی بر زیان‌آور بودن نگهدارنده‌های شیمیایی، باید توجه داشت که نگهدارنده‌های مجاز با استانداردهای بسیار سخت‌گیرانه‌ای مورد پذیرش قرار گرفته‌اند و چنانچه در دُز مجاز مورد مصرف قرار گیرند هیچ‌گونه مخاطره‌ای برای مصرف‌کننده ندارند.

استاندارد عملکرد

بررسی و تحلیل کاربرد نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها ازنظر حسی، شیمیایی و بیولوژیکی بر موادغذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

اثر افزودنی‌های مواد غذایی

هر ماده‌ای که معمولاً به تنهایی به‌عنوان غذا مصرف نمی‌شود و به‌عنوان یکی از اجزای اصلی غذا به‌حساب نمی‌آید، خواه دارای ارزش غذایی باشد یا نباشد و کاربرد آن باعث شود که آن ماده یا محصولات جانبی آن به‌صورت جزئی از مواد غذایی در آیند یا در خصوصیات غذا تأثیر بگذارند، افزودنی مواد غذایی نامیده می‌شود. هدف از افزودن این مواد کمک به تکنولوژی تولید غذا، از قبیل فراوری، آماده‌سازی، بسته‌بندی و حمل و نقل است. این تعریف شامل موادی که برای حفظ و یا بهبود خصوصیات تغذیه‌ای غذا افزوده می‌شوند و نیز آلاینده‌ها نمی‌شود.

اهداف استفاده از مواد افزودنی:

- بهبود و یا حفظ ارزش تغذیه‌ای
- ارتقاء کیفیت
- کاهش اتلاف
- افزایش پذیرش مصرف‌کننده
- بهبود کیفیت نگهداری
- تسهیل دسترسی به غذا
- تسهیل در آماده‌سازی مواد غذایی

مواد افزودنی در شرایط زیر نباید استفاده شوند:

- پنهان کردن فرایندهای معیوب
- پنهان کردن خسارت، فساد، و یا مشکلات دیگر
- فریب مصرف‌کننده
- اگر استفاده از آن مستلزم کاهش قابل توجهی در مواد مغذی مهم باشد
- اگر از نظر اقتصادی اثر مورد نظر را می‌توان، با فرایندهای تولیدی خوب (GMP) به‌دست آورد
- در مقادیر بیشتر از حداقل لازم برای رسیدن به اثرات مطلوب

برخی از اصطلاحات پرکاربرد در مورد افزودنی‌های مواد غذایی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

ـ حد قابل قبول دریافت روزانه یک ماده غذایی بر حسب RDA (Recommended Dietary Allowance): میزان مواد مغذی که برای برطرف کردن نیازهای ۹۷ تا ۹۸ درصد افراد سالم جامعه مورد نیاز است.

ـ سهم غذا (Serving Size): مقدار ماده غذایی است که به‌طور معمول توسط یک فرد در یک وعده مصرف می‌شود. برای مثال یک لیوان شیر یا ۲ عدد بیسکویت یک سهم هستند.

ـ تاریخ تولید (Production date): تاریخی است که غذا و یا مکمل رژیمی، غذایی و ورزشی فراوری و بسته‌بندی می‌شود.

ـ بهترین زمان مصرف (بهترین قبل از) (Best before date): مدت زمانی که تحت شرایط انباری بیان شده، کیفیت محصول کاملاً مشابه کیفیت زمان تولید آن است. بدیهی است که پس از اتمام این دوره زمانی، محصول قابل مصرف است.

اثر نگهدارنده‌های شیمیایی در مواد غذایی

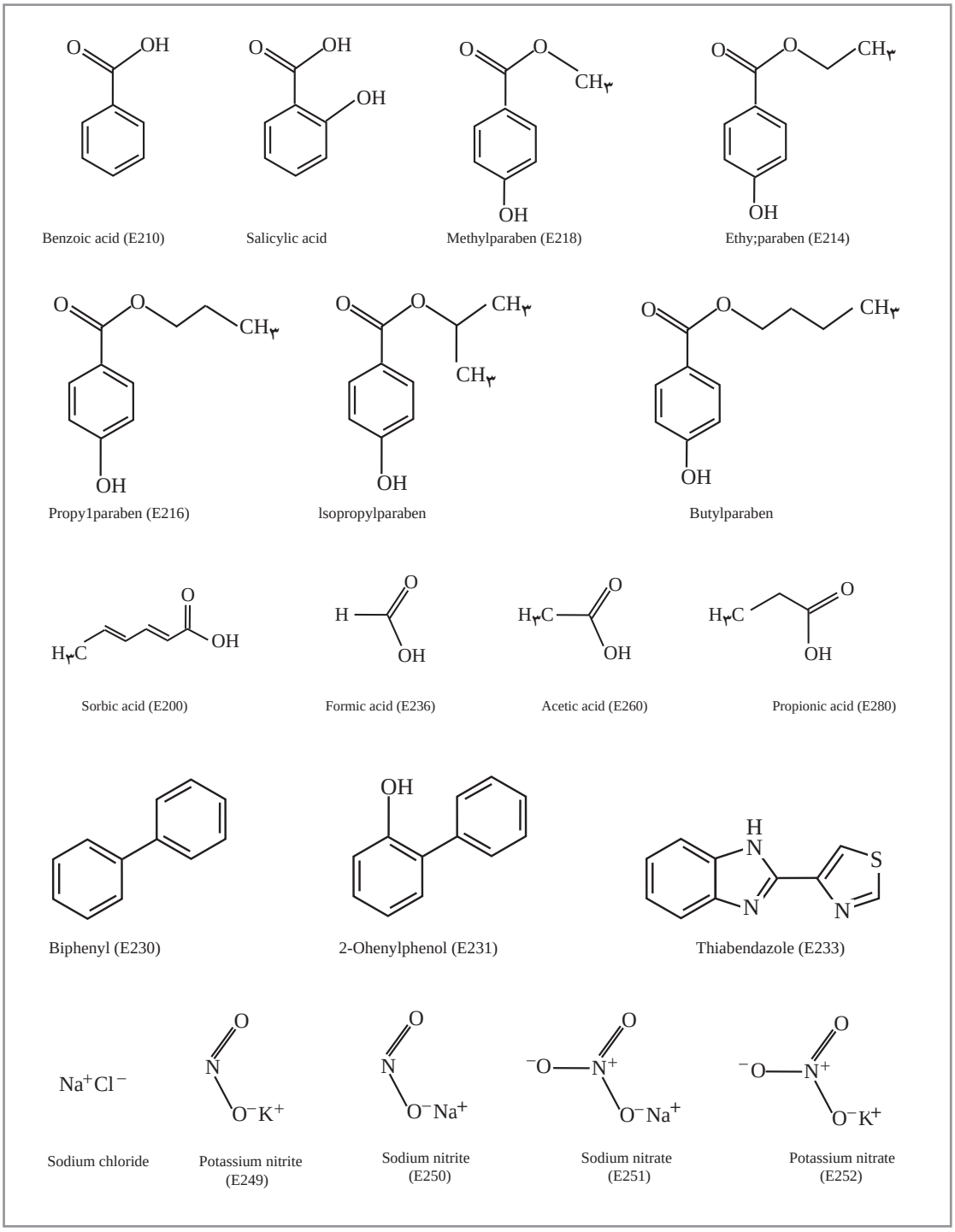
انواع مختلفی از نگهدارنده‌ها در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات یا منشأ طبیعی دارند و یا به‌صورت سنتتیک (شیمیایی) تولید می‌شوند. نگهدارنده‌های طبیعی، منشأ گیاهی یا جانوری دارند و یا از منابع میکروبی حاصل می‌شوند. نگهدارنده‌های شیمیایی نیز ترکیبات بسیار متنوعی هستند که در بین آنها اسیدهای آلی بیشترین کاربرد را دارند.

مؤثرترین راه برای نگهداری وضعیت مطلوب بهداشتی ترکیبات خوراکی، استفاده از اسیدهای آلی است. اسیدهای آلی ترکیباتی دارای گروه کربوکسیلیک در ساختمان خود هستند. اسیدهای آلی ۱ تا ۷ کربنه دارای اثرات ضدمیکروبی هستند. به این ترتیب اسیدهای آلی طی دهه‌های اخیر به‌عنوان مهم‌ترین نگهدارنده‌های تجارتی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آنها به‌طور طبیعی وجود دارند، اما اگر مقدار زیادی از این ترکیبات در مواد غذایی مورد نیاز باشند، به‌طور مصنوعی تولید می‌شوند. می‌توان آنها را براساس مکانیسم اثر ضدمیکروبی به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل استیک، سیتریک، لاکتیک، مالیک، و تارتاریک‌اسید هستند. آنها یا به‌طور مستقیم با کاهش pH ماده غذایی و در نتیجه افزودن تنش بر میکروارگانیسم و یا به‌صورت تجزیه نشده و با انتقال از طریق غشاء سلولی به داخل سیتوپلاسم میکروارگانیسم (جایی‌که تجزیه شده و pH درونی سلول را کاهش می‌دهند) عمل می‌کنند.

گروه دیگر اسیدهای آلی یعنی سوربیک، بنزوئیک و پروپیونیک‌اسید تنها زمانی‌که به‌صورت اسیدهای آلی تجزیه نشده وجود داشته باشند، فعالیت ضدمیکروبی از خود نشان می‌دهند. این نگهدارنده‌ها فقط در pH پائین فعال هستند.

نکته

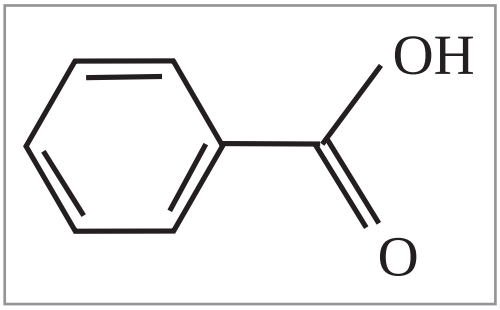
اسیدهای آلی در عمل به‌صورت نمک‌های سدیم، پتاسیم یا کلسیم اضافه می‌شوند زیرا قابلیت انحلال آنها در آب بیشتر است.



شکل ۱ــ برخی از مهم‌ترین نگهدارنده‌های صنعت غذا

اثر بنزوئیک‌اسید در نگهداری مواد غذایی

بنزوئیک‌اسید به‌عنوان یک عامل ضدمیکروبی در حد وسیعی برای حفاظت مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرمول شیمیایی این اسید به‌صورت C_6H_5COOH است. معمولاً برای افزایش حلالیت و سادگی کاربرد نمک‌سدیم این اسید یعنی سدیم‌بنزوات استفاده می‌شود.



شکل ۲ــ ساختمان شیمیایی بنزوئیک اسید

نکته

نمک‌ها و استرهای بنزوئیک‌اسید تحت عنوان بنزوات شناخته می‌شوند.

مزیت بنزوات‌ها نسبت به سایر نگهدارنده‌ها قیمت پایین آنها است.

بنزوات‌ها اولین نگهدارنده‌های شیمیایی بودند که سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) مجوز استفاده از آنها را صادر کرد.

این اسید به‌طور طبیعی در بعضی از مواد نظیر آلو و دارچین وجود دارد. pH اپتیمم برای فعالیت آن ۴ تا ۵/۲ است. فعالیت ضدمیکروبی این ترکیبات به‌واسطه مولکول تفکیک نشده آنها است. به این ترتیب که در این وضعیت تفکیک نشده، بدون بار هستند و می‌توانند از غشای سلول عبور کرده و وارد آن شوند. سپس داخل سلول تفکیک شده و یون هیدروژن (H^+) آزاد می‌کنند. چنین وضعی سبب ایجاد اختلال در کار تبادل مواد از دیواره سلولی می‌شود. این ترکیبات در pH خنثی بی‌تأثیر هستند. زیرا در این حالت در محیط، تفکیک شده و به‌صورت باردار در می‌آیند و به این ترتیب دیگر قادر به عبور از غشای سلول میکروارگانیسم و ورود به درون آن نخواهند بود. در حالی‌که در مواد غذایی با اسیدیته بالا مثل سرکه سیب، نوشابه‌ها، سس کچاپ، و سایر سس‌های سالاد کارایی بالایی دارند.

اثر نابودکنندگی این اسید بیشتر روی مخمرها و باکتری‌ها است و در مورد کپک‌ها کمتر مؤثر است.

به نظر می‌رسد وجود نمک طعام اثر سدیم بنزوات را تشدید می‌نماید. دریافت و مصرف ۰/۵ گرم سدیم بنزوات به‌طور روزانه برای انسان فاقد خطر است. اگر چه دریافت ۴ گرم در روز از این ماده هم بدون ایجاد اثر سویی در بدن گزارش شده است. علت عدم خطر این است که این اسید در بدن با آمینواسیدگلیسین ترکیب شده و همراه با ادرار دفع می‌شود.

نکته

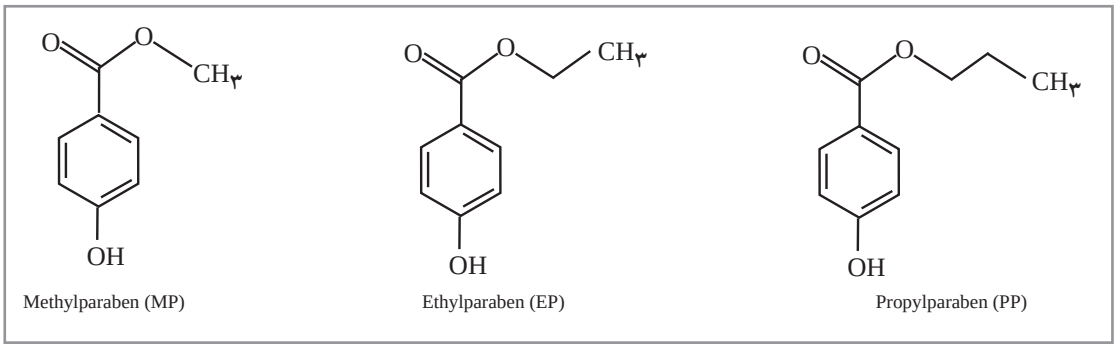
میزان بنزوئیک‌اسید اضافه شده به مواد غذایی ۰/۰۵ تا ۰/۱ درصد است و اغلب همراه با بعضی مواد ضدمیکروب دیگر مثل سوربیک‌اسید به‌کار گرفته می‌شود.

مصرف اصلی این اسید در مرباها، سالادهای میوه و ژله‌ها است.

پارابن‌ها

استرهای‌آلکیل پاراهیدروکسی بنزوئیک‌اسید موسوم به پارابن‌ها، دارای خصوصیات ضدمیکروبی بارزی هستند. پارابن‌ها از پرکاربردترین انواع مواد نگهدارنده هستند. که نخستین بار در حدود ۸۵ سال پیش معرفی شدند و به سرعت به یکی از پرمصرف‌ترین نگهدارنده‌ها تبدیل شدند.

پارابن‌هایی که طول زنجیره آلکیل آنها بلندتر است خاصیت ضدمیکروبی بیشتر ولی حلالیت کمتری نسبت به انواع با طول زنجیره الکیل کمتر دارند، به‌همین دلیل انواع کوتاه زنجیر، پرکاربردتر هستند. سه پارابن اصلی مجاز در صنایع غذایی شامل متیل، اتیل و پروپیل پارابن هستند. متیل و پروپیل پارابن‌ها همانند بنزوئیک‌اسید و نمک‌سدیم آن تا میزان ۰/۱ درصد در مواد غذایی مجاز هستند. پارابن‌ها بر خلاف بنزوئیک‌اسید حساسیت کمتری به pH دارند. به این معنا که اثرات ضدمیکروبی خود را در pH های بالاتر از ۷ هم حفظ می‌کنند.



شکل ۳ـ ساختمان شیمیایی انواع پارابن

انتخاب نوع پارابن در یک محصول بستگی به عوامل مختلفی دارد.

معمولاً برای رسیدن به اثر محافظتی بیشتر و طیف اثر وسیع‌تر از ترکیب چند نوع پارابن مانند متیل و اتیل در فرمولاسیون استفاده می‌شود.

پارابن‌ها بیشتر روی کپک‌ها و مخمرها اثر می‌گذارند هر چند در برابر کپک‌ها مؤثرتر از مخمرها هستند. در مورد باکتری‌ها اثرات ضدمیکروبی بیشتری روی باکتری‌های گرم مثبت دارند. برخی باکتری‌های گرم منفی با تولید آنزیم‌های خاص، پارابن‌ها را تخریب می‌کنند و نسبت به آنها مقاوم شده‌اند.

اثر گاز $SO_۲$ و مشتقات آن در نگهداری مواد غذایی

گاز گوگرد دی‌اکسید و مشتقات آن همگی جز ترکیبات ضدمیکروبی رایج در صنایع غذایی هستند که استفاده از آنها سابقه بسیارطولانی دارد. این ترکیبات علاوه بر خاصیت ضدمیکروبی به‌عنوان ترکیبات جلوگیری‌کننده از واکنش‌های قهوه‌ای شدن و نیز به‌عنوان ترکیب آنتی‌اکسیدان هم کاربرد دارند. گاز گوگرد دی‌اکسید $SO_۲$ و سولفیت $SO_۳^{۲-}$، یا بی‌سولفیت و متابی‌سولفیت $S_۲O_۵^{۲-}$ همگی به‌صورت مشابهی عمل می‌کنند. این ترکیبات در میوه‌های خشک، آب‌لیمو، ملاس، نوشیدنی‌ها و آب‌میوه‌ها استفاده می‌شود. اینکه کدام‌یک از این فرم‌ها در محیط حضور داشته باشند به pH محیط بستگی دارد. در pH کمتر از ۳ فرم $SO_۲$ در pH بیشتر از ۶، $SO_۳^{۲-}$ و در pH بین ۵ـ۳ فرم $HSO_۳^-$ در محیط غالب خواهند بود. باکتری‌های استیکی و لاکتیکی و برخی کپک‌ها در مقایسه با مخمرها به این ترکیب حساسیت بیشتری نشان می‌دهند.

مانند بقیه ترکیبات ضدمیکروبی اثر این ترکیبات هم در pH پائین بیشتر است. احتمالاً اثر ضدمیکروبی این ترکیبات به واسطه قدرت احیاکنندگی شدید آنهاست که به این ترکیبات اجازه می‌دهد فشار اکسیژن را به کمتر از حدی که در آن ارگانیسم‌های هوازی قادر به رشد و تکثیر هستند، تقلیل دهد. همچنین اثر مستقیم آن بر برخی از سیستم‌های آنزیمی نیز گزارش شده است به‌طوری‌که به‌عنوان نوعی سم آنزیمی با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های ضروری میکروارگانیسم‌ها از رشد و تکثیر آنها ممانعت کند.

نکته

به سبب فعالیت ضدآنزیمی، این گاز را برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن میوه‌ها و سبزی‌ها هنگام خشک کردن به کار می‌برند تا مانع فعالیت آنزیم فنلاز شود.

این ترکیب همچنین مانع اتلاف ویتامین C و کاروتن می‌شود.

SO_2 و مشتقات آن به‌عنوان ترکیبات احیاء کننده باعث تبدیل پیوندهای دی‌سولفیدی و در نتیجه کاهش‌دهنده قوام خمیر عمل می‌کند.

نکته

به‌واسطه اثر تخریبی این ترکیب روی تیامین، استفاده از آن در گوشت و سایر مواد خوراکی که منبع تیامین هستند مجاز نیست.

از بین محصولات مختلف، میوه‌های خشک شده به‌ویژه زردآلو، آب‌لیمو، میگو دارای مقادیر زیادی سولفیت هستند. در غذاهای تخمیری نیز مقادیر کمی سولفیت یافت می‌شود.

سولفیت‌هایی که به غذاها اضافه می‌شوند؛ می‌توانند با دیگر ترکیبات غذاها مثل قندهای احیاکننده، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، آلدئیدها و کتون‌ها واکنش دهند. که در این حالت به آن گوگرد دی اکسید پیوند شده گفته می‌شوند. در نتیجه مقداری از سولفیت اضافه شده که واکنش نداده به‌صورت آزاد در بیشتر غذاها باقی می‌ماند. که این بخش فعالیت‌های ضدمیکروبی یا ضدآنزیمی را انجام می‌دهد.

مشتقات گوگرد برای قرن‌های طولانی استفاده می‌شده‌اند، اما در سال‌های اخیر سولفیت به‌عنوان تحریک‌کننده واکنش‌های آسمی در افراد حساس شناخته شده است. این واکنش‌ها معمولاً چند دقیقه پس از خوردن دُزهای تحریک‌کننده سولفیت ایجاد می‌شوند. این واکنش‌ها در افراد حساس می‌توانند بسیار شدید باشند. این حساسیت خوشبختانه چندان فراگیر نیست. اما افراد مبتلا به این عارضه باید از غذاها و نوشیدنی‌های دارای سولفیت زیاد اجتناب کنند.

به علت افزایش نگرانی‌ها در مورد واکنش‌ها نسبت به سولفیت‌ها، FDA چندین قانون برای این مواد وضع کرده است.

این سازمان از سال ۱۹۸۶ استفاده از عوامل سولفیت‌دار روی میوه‌ها و سبزی‌های خام را ممنوع کرده است. در مورد میگو استفاده از سولفیت تا حدی که باقی مانده آن از ۱۰۰ ppm بیشتر نشود مجاز است.

پروپیونیک اسید

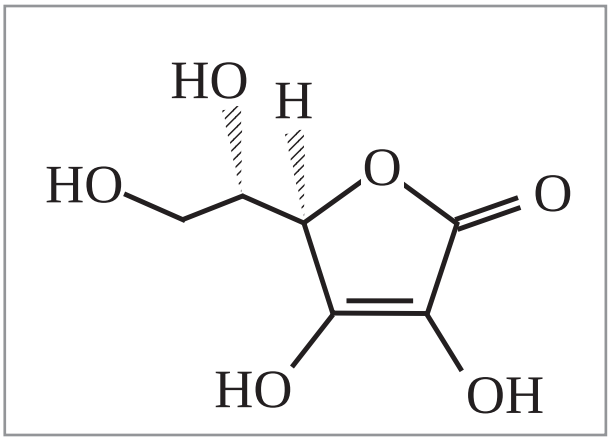
پروپیونیک اسید یک اسید آلی سه کربنه با ساختار CH_3CH_2COOH است کاربرد این اسید و نمک کلسیم و سدیم آن یعنی پروپیونات‌ها در نان، انواع کیک، بعضی پنیرها و سایر مواد غذایی مجاز است. این ترکیب معمولاً به‌عنوان یک بازدارنده کپک عمل می‌کند. به‌طور کلی پروپیونات‌ها متداول‌ترین نگهدارنده‌ها در فراورده‌های نانی محسوب می‌شوند. این اسید هم همانند سایر اسیدهای آلی بیشترین فعالیت ضدمیکروبی خود را در pHهای پایین نشان می‌دهد. هر چه میزان اسید تفکیک نشده بیشتر باشد قدرت بازدارندگی آن بیشتر است.

سوربیک اسید

سوربیک اسید یک اسید آلی زنجیره مستقیم، غیراشباع و ترانس، با ساختار ۲و۴ هگزا دی انوئیک اسید است. به‌عنوان یک اسید، حلالیت کمی در آب در دمای اتاق دارد. نمک‌های سدیم و یا پتاسیم آن در آب، محلول‌تر هستند. سوربیک اسید معمولاً به‌صورت نمک‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم به‌عنوان نگهدارنده مواد غذایی استفاده می‌شود. این ترکیب در غلظت کمتر از ۰/۲ درصد در مواد غذایی مجاز است. سوربیک اسید در pH کمتر از ۶ بیشترین تأثیر را دارد و در pH بالاتر از ۶/۵ معمولاً بدون اثر است در pH بین ۴ و ۶ مؤثرتر از سدیم بنزوات است.

اثر نگهدارندگی اصلی سوربیک اسید به‌عنوان یک بازدارنده قارچ است. سوربیک اسید را می‌توان بدون اینکه طعم محصول را تغییر دهد به میزان بیشتری نسبت به پروپیونات‌ها استفاده کرد.

سوربات‌ها معمولاً در برابر کپک‌ها و مخمر مؤثرند. اما تحقیقات نشان داده که این ترکیبات روی بسیاری از باکتری‌ها نیز تأثیر دارند. از این نگهدارنده‌ها در گوشت طیور تازه، فراورده‌های بسته‌بندی شده طیور در خلأ، ماهی تازه و میوه‌های فسادپذیر به‌منظور افزایش عمر انباری استفاده می‌شود. مطالعاتی امکان استفاده هم‌زمان از سوربات‌ها همراه با نیترات‌ها را در فراورده‌های گوشتی مورد بررسی قرار داده‌اند. همچنین از سوربات‌ها به‌عنوان یک ماده ضدقارچ و کپک در مواد غذایی نظیر انواع پنیر، فراورده‌های نانوایی، آب‌میوه‌ها، نوشیدنی‌ها، سس‌های سالاد و مانند اینها استفاده می‌شود. آنها علاوه بر جلوگیری از جوانه‌زدن اندوسپورها از رشد سلول‌های رویشی هم جلوگیری می‌کنند. سوربات‌ها در فرم خشک پایدار بوده ولی در محلول‌های آبی ناپایدار هستند.



شکل ۴ـ ساختمان شیمیایی سوربیک اسید

سوربات‌ها باعث مهار رشد مخمرها در انواع غذاها از جمله آب‌میوه، میوه خشک، پنیر، گوشت، و محصولات ماهی می‌شوند. سوربات‌ها در محصولات با pH پایین از جمله سس سالاد، محصولات گوجه‌فرنگی، نوشابه‌های گازدار، و انواع غذاهای دیگر مؤثر هستند. سطح مؤثر سوربات‌ها در مواد غذایی در دامنه ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ درصد است. در سطوح معمول، سوربات‌ها عطر و طعم غذا را تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهند. اما اگر در سطوح بالاتر استفاده شوند، ممکن است از سوی برخی از مردم به‌عنوان عطر و طعم ناخوشایند شناسایی شوند.

نیتریت و نیترات

سدیم نیترات ($NaNO_3$) و به‌ویژه سدیم نیتریت $NaNO_2$ به‌عنوان ترکیبات نگهدارنده در فرمول‌های عمل‌آوری فراورده‌های گوشتی مثل سوسیس و کالباس استفاده می‌شوند. کاربرد این ترکیبات دارای چند هدف است که از آن جمله می‌توان به تثبیت رنگ فراورده گوشتی، جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌های عامل فساد و مسمومیت (به‌ویژه میکروب خطرناک کلستریدیوم بوتولینوم) و بهبود طعم فراورده گوشتی، اشاره کرد.

به‌علاوه نیتریت یک آنتی‌اکسیدان مناسب است و از اکسید شدن چربی‌های فراورده‌های گوشتی در طول نگهداری آنها جلوگیری می‌کند. امروزه در عمل‌آوری فراورده‌های گوشتی معمولاً به جای سدیم نیترات از سدیم نیتریت استفاده می‌شود.

عمل بازدارندگی اصلی نیتریت در فراورده‌های گوشتی علیه *کلستریدیوم بوتولینوم* است. اما این ماده قادر است بر سایر میکروارگانیسم‌ها نیز اثر بازدارندگی اعمال کند، اثر میکروب‌کشی آن با کاهش pH افزایش پیدا می‌کند.

نکته

از نیتریت در برخی کشورها برای کنترل تولید گاز در پنیرهای دیررس مثل پنیرهای سوئیسی هم استفاده می‌شود. علت تولید گاز، رشد برخی انواع کلستریدیوم‌ها در این فراورده‌ها است.

بیشتر بدانید

پدیده‌ای در رابطه با مصرف نیتریت در غذاها کشف شده که آن را فاکتور پریگو می‌نامند. به این‌صورت که اگر به محیط کشتی نیتریت اضافه شود و سپس آن محیط حرارت داده شود، موادی در آن به وجود می‌آید که اثر بازدارندگی آنها بیشتر از زمانی است که نیتریت را پس از ساخته شدن و حرارت دادن محیط کشت به آن اضافه کنند.

نیتریت افزوده شده با پروتئین‌ها، چربی‌ها، رنگ‌دانه‌ها و دیگر اجزای گوشت واکنش می‌دهد و تنها مقداری از آن به شکل یون آزاد در محصول باقی می‌ماند. نیتریتی که در واکنش شرکت نمی‌کند را نیتریت باقی‌مانده می‌گویند. از این‌رو با توجه به نگرانی‌هایی که در مورد نیتریت باقی‌مانده در فراورده‌های گوشتی وجود دارد، تلاش‌های زیادی برای کاهش یا حذف نیتریت در فرمولاسیون‌های گوشتی صورت پذیرفته اما هنوز جایگزین مناسبی برای آن شناخته نشده است.

از اشکالات اساسی استفاده از این مواد که همواره نگرانی‌های عمومی را در مورد این افزودنی‌ها برانگیخته است تولید نیتروزآمین‌ها است. اینها ترکیباتی هستند که سرطان‌زایی برخی از آنها به اثبات رسیده است. این ترکیبات در اثر واکنش نیتریت با آمین‌های نوع دوم تشکیل می‌شود.

میزان نیتریت افزوده شده و شرایط پخت در تشکیل نیتروزآمین‌ها در فراورده‌های گوشتیِ حرارت دیده نقش مهمی دارند و مقدار سدیم نیتریت افزوده شده به این فراورده‌ها مؤثرترین عامل است. با کاهش حتی مقدار کمی از این ماده، می‌توان تشکیل نیتروز آمین‌ها را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.

برای استفاده از نیتریت در فراورده‌های گوشتی حد مجاز ۱۲۰ ppm اعلام شده است همچنین سطح نیتروزامین در فراورده‌های گوشتی حداکثر باید ۱۰ ppm باشد. مشخص شده که هنگامی که از ویتامین C در فرمولاسیون اسید استفاده شود میزان نیتروزامین آزاد موجود در فراورده‌های گوشتی کاهش پیدا می‌کند.

ترکیبات با اثر ضدمیکروبی غیر مستقیم

علاوه بر ترکیباتی که به‌عنوان نگهدارنده و ترکیبات ضدمیکروبی با اثر مستقیم استفاده می‌شوند، برخی از ترکیبات نیز وجود دارد که به‌دلیل اثرات دیگری غیر از اثرات ضدمیکروبی به مواد غذایی اضافه می‌شوند اما اثرات ضدمیکروبی هم از خود نشان می‌دهند به این گروه، ترکیبات با اثر ضدمیکروبی غیرمستقیم گفته می‌شود از جمله این مواد می‌توان به این موارد اشاره کرد:

الف) آنتی‌اکسیدان‌ها: این ترکیبات برای جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها به مواد غذایی اضافه می‌شوند. ولی مشخص شده که بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌های فنولیک در برابر انواع میکروارگانیسم‌ها اثرات ضدمیکروبی هم دارند. آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک معروف مثل BHA، BHT و TBHQ همگی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و نیز مخمرها و کپک‌ها اثر بازدارندگی دارند. این ترکیبات به‌ویژه اثر بازدارندگی خود را در محیط‌های پرچرب نشان می‌دهند. باکتری‌های گرم مثبت نسبت به آنتی‌اکسیدان‌ها در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی حساسیت بیشتری نشان می‌دهند.

ب) عوامل طعم‌دهنده: برخی از ترکیباتی که برای ایجاد طعم و آروما به مواد غذایی اضافه می‌شوند دارای اثرات ضدمیکروبی مشخصی هستند. اثرات ضدقارچی این ترکیبات بیش از اثرات ضدباکتریایی آنها است. باکتری‌های گرم مثبت غیرلاکتیکی بیشترین حساسیت را نسبت به این ترکیبات دارند.

تحقیق کنید

برخی از ترکیبات طعم‌دهنده که دارای اثرات ضدمیکروبی هستند را نام ببرید.

ج) ادویه‌ها و روغن‌های اساسی: هدف عمده استفاده از این مواد در مواد غذایی به‌منظور ایجاد طعم و مزه مطلوب است. اما مشخص شده که این ترکیبات فعالیت ضدمیکروبی نیز از خود نشان می‌دهند. عصاره ادویه‌ها نسبت به خود ادویه‌ها اثر بازدارندگی کمتری را در محیط کشت نشان می‌دهند که احتمالاً به‌دلیل کندی آزاد شدن ترکیبات فرار در ادویه‌هاست. باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی نسبت به ادویه‌ها از خود حساسیت نشان می‌دهند.

نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «برخی از افزودنی‌های مورد استفاده در صنایع غذایی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

اثر نگهدارنده‌های با منشأ میکروبی در مواد غذایی

در سال‌های اخیر به‌دلیل گزارش‌های فراوان در مورد بروز پدیده مقاومت‌های آنتی بیوتیکی در سراسر دنیا، تمایل به مصرف این داروها کاهش یافته و از طرفی استفاده از مواد شیمیایی برای افزایش سطح ایمنی مواد غذایی نیز اقبال چندانی ندارد. با این تفاسیر به‌منظور حفظ سلامت مواد غذایی، استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی برای افزایش طول عمر ماده غذایی و جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری‌زا توجه ویژه‌ای به خود جلب کرده است. لذا توجه محققین در سراسر دنیا به تولید و شناسایی ترکیبات ضدمیکروبی جدید معطوف شده است.

بحث کلاسی

در مورد دلایل بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی بحث کنید.

شکل ۵ــ آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی

شکل ۶ــ آنتی‌بیوتیک‌های شیمیایی

باکتری‌ها از جمله مهم‌ترین کاندیداهای تولید این گونه ترکیبات ضدمیکروبی هستند . به‌منظور بقا در محیط طبیعی و رقابت بر سر منابع با سایر میکروارگانیسم‌ها، باکتری‌ها ترکیبات ضدمیکروبی تولید می‌کنند که منجر به مهار یا کشته شدن سوش‌های رقیب می‌شوند. یکی از این ترکیبات باکتریوسین‌ها هستند.
باکتریوسین‌ها ترکیبات پروتئینی هستند که توسط برخی از باکتری‌ها تولید شده و توانایی کشتن باکتری‌های دیگر غیر از سویه تولیدکننده خود را دارند. به این ترتیب باکتریوسین‌ها خواص آنتی‌بیوتیک‌ها را دارند اما این گروه معمولاً آنتی‌بیوتیک نامیده نمی‌شوند تا از آنتی‌بیوتیک‌های درمانی که به‌صورت بالقوه می‌توانند واکنش‌های آلرژیک در انسان ایجاد کنند، قابل تشخیص باشند. باکتریوسین‌ها در مقابل حرارت، pH پایین، حلال‌های آلی ضعیف، سرما و یخ، نمک‌ها و آنزیم‌ها مقاوم هستند.

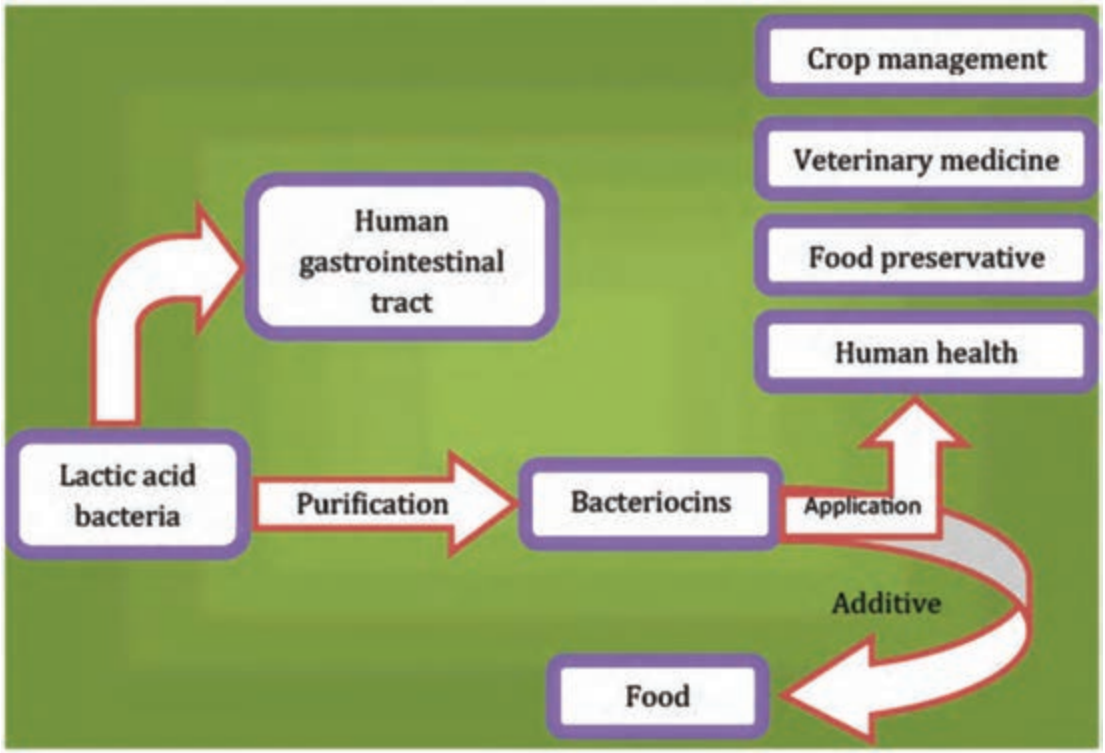
شکل ۷

برای استفاده از باکتریوسین‌ها به‌عنوان ترکیبات نگهدارنده طبیعی وجود شرایط زیر الزامی است:

- سویه تولیدکننده باکتریوسین جزءِ باکتری‌های ایمن بوده و نباید سلامت مصرف‌کننده را به مخاطره بیندازد.
- به حرارت مقاوم باشد.
- علیه باکتری‌های بیماری‌زا و یا فاسدکننده مواد غذایی مؤثر باشد.

طبقه‌بندی باکتریوسین‌ها

باکتریوسین‌ها را می‌توان از نظر سویه تولیدکننده، طیف عمل ضدمیکروبی، وزن مولکولی، پایداری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و نحوه عملکرد ضدمیکروبی طبقه‌بندی نمود. طبقه‌بندی باکتریوسین‌ها براساس ویژگی‌های بیوشیمیایی و ژنتیکی بیشترین کاربرد را دارد.

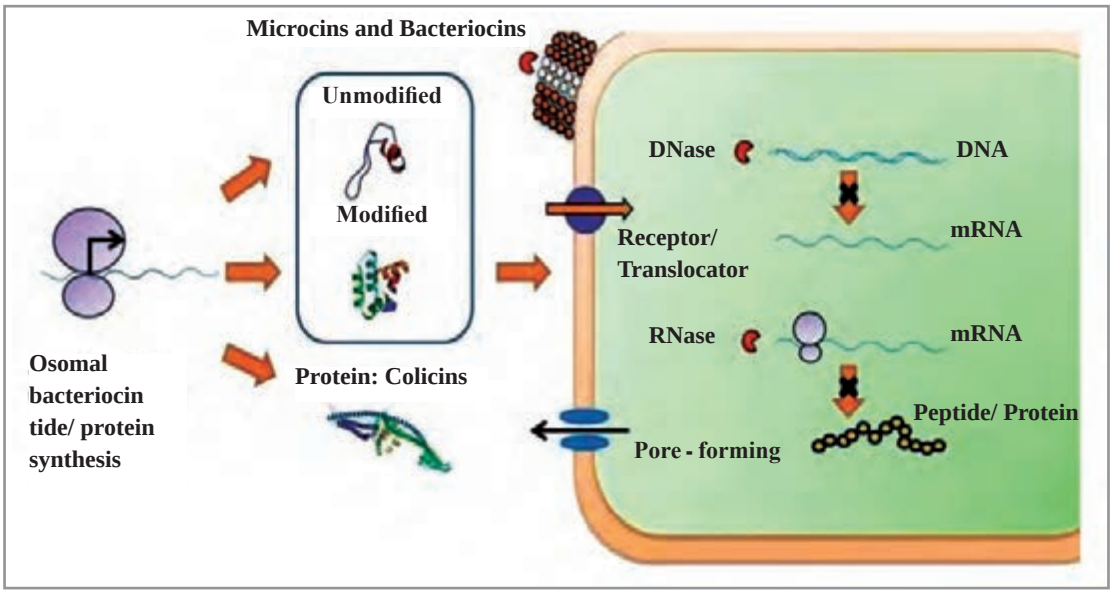


شکل ۸ــ کاربردهای باکتریوسین‌های تولیدشده توسط باکتری‌های لاکتیکی

همچنین باکتریوسین‌ها را می‌توان براساس وزن مولکولی آنها طبقه‌بندی کرد. برخی از باکتریوسین‌ها، پپتیدهای کوچکی هستند که فقط از ۱۹ تا ۳۷ آمینواسید ساخته شده‌اند. این درحالی است که برخی دیگر پپتیدهای بسیار درشتی هستند.

پدیوسین و نایسین تنها باکتریوسین‌هایی هستند که امروزه به‌صورت تجاری درآمده‌اند. نایسین در صنایع لبنی به‌منظور افزایش زمان نگهداری شیر در کشورهای گرمسیری و همچنین در محصولات کنسروی به‌منظور حذف باکتری‌های بیماری‌زا استفاده می‌شود. پدیوسین هم به‌منظور حفظ ایمنی و افزایش زمان نگهداری انواع پنیر، سالاد و گوشت به کار می‌رود.

اکثر باکتریوسین‌ها با خاصیت آب‌دوستی یا آب‌گریزی غشای سلولی را هدف می‌گیرند. و به این ترتیب با تخریب غشا و تراوش ترکیبات با وزن مولکولی کم از سلول میکروبی، باعث مرگ آن می‌شوند. در حالی‌که برخی از آنها بیوسنتز پلیمرهای زیستی و یا فعالیت آنزیم‌ها را مهار می‌کنند.



شکل ۹ــ مکانیسم عملکرد باکتریوسین‌ها

نکته

اکثر باکتریوسین‌ها با ایجاد منفذ فقط در دیواره باکتری‌های گرم مثبت منجر به مرگ آنها می‌شوند. اما برخی باکتریوسین‌های حلقوی در غلظت‌های بالاتر روی غشای باکتری‌های گرم منفی نیز مؤثرند.

با وجود اینکه بسیاری از باکتری‌ها، باکتریوسین تولید می‌کنند، اما در صنایع غذایی تنها باکتریوسین‌های تولید شده به وسیله باکتری‌های اسید لاکتیکی مورد توجه قرار دارند. زیرا آنها توسط گروهی از باکتری‌ها تولید می‌شوند که برای سلامت انسان مفید بوده و در تولید برخی از غذاها استفاده می‌شوند.

تقریباً همه باکتریوسین‌های باکتری‌های لاکتیکی در pH کمتر از ۵/۵ فعال هستند. بنابراین بازدارندگی آنها در بسیاری از غذاهای با pH نزدیک به خنثی محدود است.

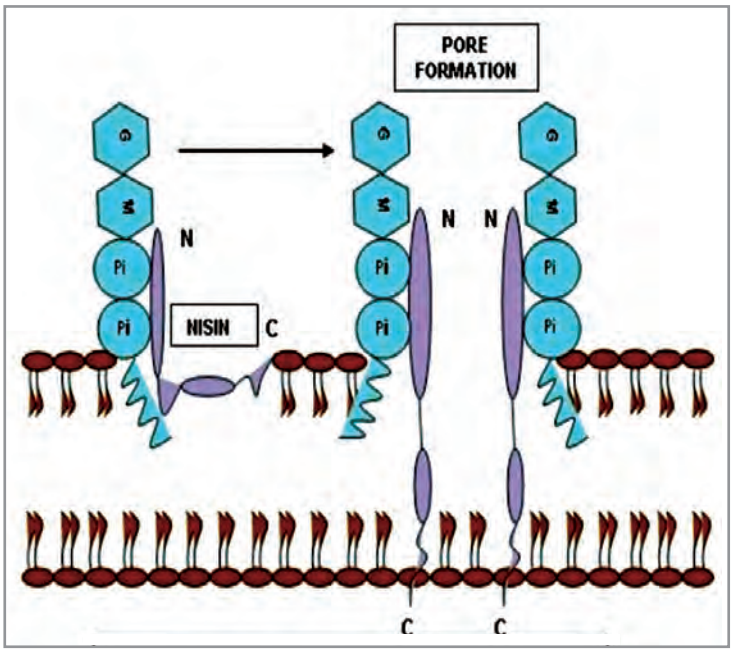
نایسین حاصل از گونه‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس* اولین باکتریوسینی است که تأییدیه سازمان غذا و دارو در امریکا را کسب کرده است و به این ترتیب جز مواد ایمن (GRAS) شناخته شده است و امروزه در کشورهای زیادی به‌عنوان نگهدارنده مواد غذایی استفاده می‌شود. نایسین اثر باکتری‌کشی روی سلول‌های حساس دارد و یک دقیقه پس از افزودن سبب مرگ سلول می‌شود. محل اثر نایسین و مولکول‌های وابسته غشا سیتوپلاسمی است که عهده‌دار انتقال انرژی در سلول است. عمل نایسین از طریق اتصال به سلول و تشکیل روزنه صورت می‌گیرد و به تراوش سریع ترکیبات با وزن مولکولی کم و غیرقطبی شدن غشا منتج می‌شود.

بحث کلاسی

در مورد لیست مواد GRAS بحث کنید.

براساس طیف اثر، می‌توان باکتریوسین‌ها را در دو گروه طبقه‌بندی کرد: گروه اول که اثر ضدمیکروبی را علیه سویه‌های نزدیک به سویه تولیدکننده اعمال می‌کنند و گروه دوم که طیف وسیع‌تری از میکروارگانیسم‌های گرم مثبت و گرم منفی را مورد هدف قرار می‌دهند. یکی از بهترین موارد گروه دوم نایسین است.

به‌طور معمول باکتریوسین‌ها روی باکتری‌های گرم منفی اثر مهارکنندگی چندانی ندارند. زیرا غشای خارجی این باکتری‌ها همچون سدی جلوی نفوذ عوامل خارجی را می‌گیرد.
یکی از مشکلات مهم افزودن باکتریوسین‌هایی با طیف وسیع مانند نایسین این است که احتمال دارد علاوه بر میکروارگانیسم‌های مولد فساد و بیماری‌زا از رشد باکتری‌های مفید مانند استارترها هم جلوگیری کنند. مشکل دیگر استفاده از باکتریوسین‌ها موضوع توزیع همگن در بافت ماده غذایی است در این مورد از باکتریوسین‌هایی با طیف فعالیت محدودتر استفاده می‌شود. مثلاً انتروسین باکتریوسینی است که علیه *لیستریا مونوسیتوژنس* بسیار مؤثر عمل می‌کند اما روی استارترهای لاکتیکی اثری ندارد.
در دسته‌ای از فراورده‌های لبنی که نیازی به استارتر ندارند، باکتریوسین‌هایی با طیف عملکرد وسیع به‌کار گرفته می‌شود. سال‌هاست که نایسین برای ممانعت از رشد اسپورهای کلستریدیومی در پنیرهای عمل‌آوری شده استفاده می‌شود. به‌واسطه مقاومت حرارتی بالایی که نایسین دارد می‌توان از آن در تعدادی از فراورده‌های کنسروی کم‌اسید مثل پوره هویج، قارچ، نخودفرنگی، لوبیا، ماهی و سیب‌زمینی استفاده کرد. و به این ترتیب فرایند حرارتی ملایم‌تری به کار برد.
کمیته علمی غذای اتحادیه اروپا میزان دریافت قابل قبول روزانه (ADI) این نگهدارنده را حداکثر ۰/۱۳ mg/kg وزن بدن مصرف‌کننده در نظر گرفته است. میزان استفاده از نایسین بین ۰/۵ تا ۱۵ mg/kg از ماده غذایی است. نایسین نگهدارنده‌ای بسیار مهم در آن گروه از مواد غذایی به حساب می‌آید که پاستوریزه شده ولی استریل نمی‌شوند، چرا که پاستوریزاسیون باعث از بین رفتن باکتری‌های گرم منفی، مخمرها و باکتری‌ها می‌شود. ولی روی اسپور باکتری‌ها بی‌اثر است. در مواد غذایی که تحت فرایندهای حرارتی قرار می‌گیرند، افزودن نایسین می‌تواند باعث کاهش شدت فرایند حرارتی مورد استفاده شده و خصوصیات حسی و ارزش غذایی را حفاظت نماید. پس از مصرف ماده غذایی، نایسین توسط آنزیم‌های هضم‌کننده پروتئازی تجزیه‌شده و به‌همین علت هیچ انتقال یا تجمعی از این ماده در بدن اتفاق نمی‌افتد. هیچ گزارشی مبنی‌بر ایجاد علائم آلرژی در اثر مصرف نایسین دیده نشده است.



شکل ۱۰ــ مکانیسم عمل نایسین

پدیوسین هم باکتریوسین دیگری است که توسط گونه‌های جنس پدیوکوکوس تولید می‌شود. باکتریوسینی مقاوم به حرارت است و اهمیت زیادی در صنایع غذایی دارد. زیرا فعالیت شدیدی علیه *لیستریا مونوسیتوژنس* دارد. مکانیسم عمل این باکتریوسین هم تخریب غشای سیتوپلاسمی است.

واحد یادگیری ۴
کاربرد طعم‌دهنده‌های مواد غذایی

طعم‌دهنده‌ها گروه مهمی از افزودنی‌های مواد غذایی هستند. این ترکیبات برای ایجاد طعم و یا تشدید طعم طبیعی مواد غذایی به آنها افزوده می‌شوند. طعم مجموعه ویژگی‌هایی است که در دهان به وسیله دو حس بویایی و چشایی احساس شده و توسط مغز تفسیر می‌شود. به این ترتیب طعم شامل مزه و بوی مواد غذایی بوده، و از جمله پارامترهای مهم در ارزیابی حسی و مشتری پسندی محصولات غذایی است.
طعم دهنده‌های موادغذایی شامل انواع طبیعی، مشابه طبیعی و مصنوعی هستند که در دزهای مختلف در موادغذایی گوناگون و در مراحل مختلف از فراوری تا هنگام مصرف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات نیز همانند سایر افزودنی‌های موادغذایی دارای استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای برای پذیرفته شدن هستند.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل کاربرد نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها ازنظر حسی، شیمیایی و بیولوژیکی بر مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

طعم‌دهنده‌های مواد غذایی

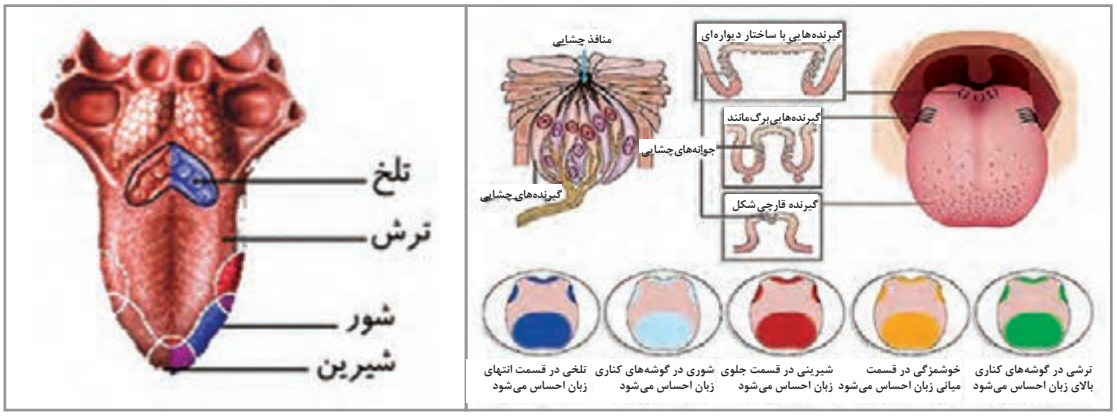
دسته مهمی از افزودنی‌های مواد غذایی ترکیباتی هستند که باعث بهبود طعم محصول می‌شوند. از این گروه تحت عنوان ترکیبات طعم‌دهنده نام برده می‌شود.

طعم:

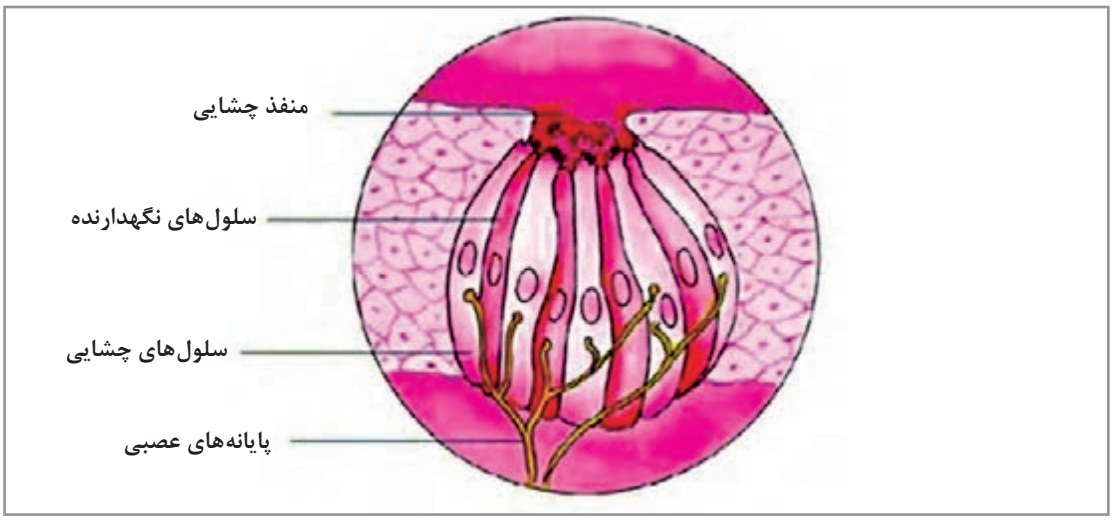
مجموعه‌ای از ویژگی‌های هر ماده غذایی است که وقتی در دهان قرار می‌گیرد، پس از دریافت و تفسیر توسط مغز، به‌وسیله حس‌های چشایی، بویایی و گیرنده‌های حس لامسه، احساس می‌شود. به‌عبارت دیگر طعم، احساس حاصل از چشیدن یک ماده غذایی و درک مزه و بوی آن است. عواملی مانند دمای ماده غذایی و بافت آن مثل صافی، زبری و دانه دانه بودن در احساس طعم تأثیر می‌گذارند. سوختن دهان ناشی از ادویه‌ها یا سردی ناشی از منتول، مثال‌هایی از احساس طعم هستند. مانند احساس سردی ناشی از جویدن یک آدامس نعناعی یا اکالیپتوس.

طعم در واقع یک اثرگذاری حسی از غذا یا سایر مواد است که غالباً توسط حس‌های مزه و بو تعیین می‌شود. بدین ترتیب طعم غذا را می‌توان با طعم‌دهنده‌های طبیعی یا مصنوعی که روی این حس‌ها تأثیر می‌گذارند، تغییر داد.

طعم و مزه، از طریق اندام‌های حسی، به نام جوانه‌های چشایی، که در زبان متمرکز هستند درک می‌شوند.



شکل ۱ــ محل احساس مزه‌های مختلف روی زبان



شکل ۲ــ ساختار جوانهٔ چشایی

بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ جوانه چشایی در عقب و جلوی زبان واقع شده‌اند. جوانه‌های چشایی قادرند از طریق واکنش با مولکول‌های مختلف و یا یون‌ها میان مزه‌های مختلف تمایز قایل شوند.
در بین این حس‌ها، « بو» را می‌توان مهم‌ترین عامل در تعیین طعم غذا دانست. در حالی‌که مزه غذا، به چند مزه اصلی محدود می‌شود، به‌طور بالقوه هیچ محدودیتی برای بو، وجود ندارد. بنابراین با ثابت نگه داشتن مزه غذا و تغییر دادنِ بوی آن به‌راحتی می‌توان طعم غذا را تغییر داد. بهترین نمونه برای این امر ژله‌ها، نوشیدنی‌های غیرالکلی و آبنبات‌ها هستند؛ پایه مزه این خوراکی‌ها یکی است اما به‌دلیل استفاده از عطرها یا رایحه‌های مختلف، شاهد به‌وجود آمدن طعم‌های بسیار مختلفی از آنها هستیم.

تحقیق کنید

در مورد مزه‌های جدید علاوه بر چهار مزه اصلی گزارشی تهیه کنید.

مزه و بو هرکدام می‌توانند اثر دیگری را افزایش دهند. مطالعات نشان داده‌اند که با افزودن اسانس توت‌فرنگی به خامه، احساس شیرینی آن افزایش می‌یابد، اما بوی توت‌فرنگی قادر نیست احساس طعم شوری را افزایش دهد. افزودن کارامل یا اسانس آن به غذا سبب افزایش طعم شیرینی می‌شود. همچنین هویج سبب کاهش احساس طعم شوری می‌شود.
دمای ماده غذایی، میزان جویدن یا چرخش غذا در دهان و بزاق تأثیر مهمی در احساس طعم غذا دارند. برای مثال توصیه می‌شود ماست را در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مصرف کرد تا بیشترین احساس طعمی آن درک شود.
احساس طعم از ویژگی‌های خاص مواد طعم‌دهنده است. این گروه محصولاتی هستند که برای ایجاد، اصلاح یا تشدید طعم به مواد غذایی اضافه می‌شوند و شامل: اجزای طعم‌دهنده، طعم‌دهنده‌های حاصل از آماده‌سازی، طعم‌دهنده‌های حاصل از فرایند حرارتی، طعم‌دهنده دود و پیش‌سازهای طعم هستند.

۱ـ اجزای طعم‌دهنده

اجزای طعم‌دهنده، مواد شیمیایی با خاصیت طعم‌دهندگی هستند، مانند: منتول و اتیل بوتیرات. این ترکیبات به سه دسته طبیعی، مشابه طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند:
الف) اجزای طعم‌دهنده طبیعی: موادی هستند که به‌طور طبیعی وجود داشته و به‌وسیله فرایندهای فیزیکی (تقطیر و استخراج با حلال) و یا میکروبیولوژی یا آنزیمی، از منابع گیاهی یا حیوانی به‌دست می‌آیند. این مواد ممکن است فراوری نشده باشند و یا به‌وسیله فرایندهایی مانند خشک کردن، برشته کردن و تخمیر برای مصارف انسانی تهیه شده باشند. مانند: لیمونین حاصل از پرتقال

ب) اجزای طعم‌دهنده مشابه طبیعی: موادی هستند که با سنتز شیمیایی یا جداسازی توسط فرایند شیمیایی حاصل می‌شوند و از نظر شیمیایی مشابه ماده‌ای هستند که به‌طور طبیعی در منابع گیاهی یا حیوانی وجود دارد.

ج) اجزای طعم‌دهنده مصنوعی: موادی هستند که با سنتز شیمیایی به دست می‌آیند، اما از نظر شیمیایی مشابه ماده‌ای که به‌طور طبیعی در منابع گیاهی و حیوانی وجود دارند، نیستند.
نحوه تعیین نام طعم‌دهنده‌ها با توجه به اجزای تشکیل‌دهنده آنها به شرح زیر است:

- در صورتی‌که کلیه اجزای طعمی طعم‌دهنده، از نوع طبیعی باشد، **طعم‌دهنده طبیعی** محسوب می‌شود.

- در صورتی که اجزای طعمی طعم‌دهنده، مخلوطی از اجزای طبیعی و مشابه طبیعی و یا صرفاً اجزای مشابه طبیعی باشد، **طعم‌دهنده مشابه طبیعی** محسوب می‌شود.
- در صورتی که حتی فقط یک جز مصنوعی در اجزای طعمی طعم‌دهنده موجود باشد، **طعم‌دهنده مصنوعی** محسوب می‌شود.

۲ـ طعم‌دهنده‌های حاصل از آماده‌سازی

این دسته از طعم‌دهنده‌ها به‌عنوان مواد شیمیایی تعریف نشده‌اند. فراورده‌هایی هستند با خواص طعم‌دهندگی که به‌وسیله فرایندهای فیزیکی (شامل تقطیر و استخراج با حلال) یا آنزیمی یا میکروبیولوژی از منابع گیاهی یا حیوانی، به شکل خام یا فراوری شده برای مصارف انسانی به دست آمده‌اند. برخی از نمونه‌های طعم‌دهنده‌های حاصل از آماده‌سازی شامل روغن‌های اسانسی (معطر)، اولئورزین‌ها و عصاره‌ها هستند.

۳ـ طعم‌دهنده‌های حاصل از فرایند حرارتی

طعم‌دهنده حاصل از فرایند حرارتی محصولی است که با رعایت اصول GMP (شرایط خوب تولید) با حرارت دادن مخلوطی از اجزا تا دمای حداکثر ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت حداکثر ۱۵ دقیقه به دست می‌آید که این اجزا الزاماً نباید خواص طعم‌دهندگی داشته باشند. در واقع ممکن است این طعم‌دهنده‌ها توسط فرایندهایی مانند « واکنش میلارد» به دست آیند.

۴ـ طعم‌دهنده دود

طعم‌دهنده‌های دود مخلوط پیچیده‌ای از ترکیبات دود هستند. ترکیبات اصلی طعم‌دهنده‌های دودی شامل اسیدهای کربوکسیلیک، ترکیبات با گروه‌های کربونیل و ترکیبات فنلی هستند.

۵ـ پیش‌سازهای طعم

این ترکیبات لزوماً دارای خواص طعم‌دهندگی نیستند و عمداً به‌منظور تولید طعم از طریق تجزیه کردن یا واکنش دادن با سایر اجزای غذایی طی فراوری به آنها اضافه می‌شوند. مانند اسیدهای آمینه، کربوهیدرات‌ها و الیگو پپتیدها.

تحقیق کنید

در رابطه با موارد کاربرد هریک از مواد طعم دهنده تحقیق کنید.

اصول کلی کاربرد طعم‌دهنده‌ها

ـ استفاده از طعم‌دهنده‌ها فقط برای ایجاد یا اصلاح طعم مواد غذایی بوده و کاربرد آن به شرطی مجاز است که در خصوص ماهیت وکیفیت مواد غذایی سبب گمراهی مصرف‌کننده نشود و استفاده از آنها برای پوشانیدن طعم و بوی نامطلوب مواد غذایی مجاز نیست.

ـ استفاده از طعم‌دهنده‌ها در مواد غذایی نباید سبب دریافت آنها در مقادیر غیرایمن شود.

ـ در صورت استفاده از طعم‌دهنده در مواد غذایی، نام و نوع آن باید روی برچسب محصول نهایی قید شود.

ـ ناخالصی‌های اجتناب‌ناپذیر در محصول نهایی، نباید در مقادیری باشند که احتمال خطر برای سلامتی مصرف‌کننده داشته باشند.

ـ کاربرد طعم‌دهنده‌ها باید با رعایت شرایط خوب ساخت (GMP) باشد که شامل محدود کردن مقدار استفاده از آنها در مواد غذایی برای رسیدن به نتیجه مطلوب است.

ترکیبات تشدیدکننده طعم در مواد غذایی

تشدیدکننده‌های طعم، موادی هستند که خود طعم و بوی خاصی ندارند اما باعث افزایش طعم و بوی غذاها می‌شوند. از مهم‌ترین این مواد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

منو سدیم گلوتامات (MSG)

مونو سدیم گلوتامات، نمک سدیم گلوتامیک اسید یکی از مهم‌ترین تشدیدکننده‌های طعم است که در غذاهای فراوری شده، به‌طور گسترده استفاده می‌شود، چرا که موجب تقویت طعم، عطر و اسیدیته غذا می‌شود. این ترکیب مزه غذا را بهبود بخشیده و در نتیجه برای تشدید طعم گوشتی و ایجاد طعم مطبوع در غذاهای صنعتی به‌کار می‌رود. MSG به تنهایی هیچ طعم مطلوبی ایجاد نمی‌کند و فقط در کنار ترکیبات دیگر باعث ایجاد طعم خاص می‌شود. همچنین استفاده از این ماده می‌تواند میزان استفاده از سدیم را به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش دهد بدون اینکه در طعم اصلی تغییری به‌وجود آید.

اگرچه FDA، مونو سدیم گلوتامات را جز ترکیبات غذایی که به‌طور کلی سالم شناخته شده‌اند (GRAS) طبقه‌بندی می‌کند، اما استفاده از آن همچنان بحث‌برانگیز است.

موارد کاربرد مونو سدیم گلوتامات در صنایع غذایی:

- افزایش طعم گوشتی در فراورده‌های گوشتی
- بهبود طعم در سوپ‌های آماده
- تشدیدکننده طعم در کنسرو سبزیجات
- طعم مشابه گوشت در کباب‌ها

سندروم رستوران‌های چینی

این سندرم اولین بار در سال ۱۹۶۸ در افرادی که مواد غذایی چینی حاوی منوسدیم گلوتامات خوردند و به سردردهای میگرنی دچار شدند، تشخیص داده شد. در همین سال مقاله‌ای براساس علائمی از یک بیمار نوشته شد که در آن به علائمی مانند درد منتشر به هر دو بازو که کم‌کم به پشت هم سرایت می‌کرد، اشاره شده بود. علت این عارضه سس سویای حاوی مقادیر زیادی منوسدیم گلوتامات اعلام شد. نشانه‌های سندرم رستوران چینی معمولاً ۲ ساعت بعد از خوردن غذای حاوی منوسدیم گلوتامات آغاز می‌شود که می‌تواند در عرض چند ساعت از بین برود یا حتی روزها فرد را درگیر کند. علائم شایع عبارت‌اند از: تعریق، سردرد، تهوع، استفراغ، علائم شبه‌آسم و ضربان شدید قلب. به میزان کمتر برخی افراد علائم شدیدتری از خود نشان می‌دهند که می‌تواند تهدیدکننده زندگی باشد. از جمله این علائم می‌توان به درد قفسه سینه، ضربان قلب سریع، اشکال در تنفس، تورم یا فشار در صورت و تورم گلو اشاره کرد. اما به‌طورکلی علائم بستگی به دز استفاده شده دارد و هیچ ربطی به وزن، سن و جنس ندارد.

مالتول

مالتول یک ماده تشدیدکننده طعم است با حلالیت اندک در آب، پودر بلوری سفیدرنگ، با بوی کارامل، که به صورت طبیعی در کاسنی، کاکائو، قهوه و غلات یافت می‌شود و به‌طور سنتتیک هم ساخته می‌شود. نقطهٔ ذوب مالتول ۱۶۰ تا ۱۶۴ درجهٔ سلسیوس است. این ماده خاصیت شیرینی شکر را زیاد می‌کند و بویی شبیه کارامل دارد. خواص آنتی‌اکسیدانی داشته و به‌عنوان افزایش‌دهنده طعم در شکلات، آبنبات، بستنی، قهوه و چای فوری استفاده می‌شود و به‌طور تجاری توسط تخمیر تولید می‌شود، اما خود به تنهایی معطر نبوده و فقط باعث اصلاح طعم می‌شود.

مزه‌ها جزء اصلی طعم مواد غذایی هستند، چهار مزه اصلی مواد غذایی شامل شوری، تلخی، ترشی و شیرینی هستند.
مزه شور: از نظر شیمیایی کاتیون‌ها سبب ایجاد شوری هستند. سدیم‌کلرید ($NaCl$)، پتاسیم‌کلرید (KCl) و کلسیم‌کلرید ($CaCl_2$)، شورمزه هستند. با افزایش وزن مولکولی نمک، مزه آن تلخ می‌شود مثلاً پتاسیم‌یدید (KI) تلخ مزه است. برخی از نمک‌ها شیرین هستند. از این دسته می‌توان به سرب استات اشاره کرد.
سازمان بهداشت جهانی توصیه می‌کند میزان مصرف نمک طعام به ۵ گرم در روز کاهش یابد. در حالی‌که میزان مصرف نمک در کشور ما خیلی بیشتر و روزانه بین ۱۰ تا ۱۵ گرم است. مصرف بیش از حد نمک از عوامل مؤثر در ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها از جمله پُرفشاری خون، فقر کلسیم، پوکی استخوان، بزرگ شدن قلب و کم‌آبی بدن است.

پرسش

۱ چه راه‌هایی برای دریافت نمک طعام می‌شناسید؟
۲ نمک طعام از چه راه‌هایی به بدن می‌رسد؟

کاهش میزان سدیم غذا بدون تغییر در مقبولیت آن، یکی از مباحث مهم در صنایع غذایی است. نمک طعام نه تنها سبب بهبود طعم غذا می‌شود، بلکه به‌عنوان یک نگهدارنده، مواد غذایی را در برابر میکروارگانیسم‌ها و تخمیر ناشی از آنها محافظت می‌کند، بنابراین با استفاده از اسانس‌های مختلف، می‌توان ضمن کاهش مصرف نمک یا شکر مقبولیت طعم آنها را حفظ کرد و سبب ارتقای سطح سلامت مصرف‌کننده شد.
مزه تلخ: شناخته شده‌ترین ترکیبات تلخ مزه جز گروه آلکالوئیدها و گلیکوزیدها هستند. کینین اغلب به‌عنوان استاندارد مزه تلخ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مواد ایجادکننده مزه تلخ در آستانه پایین‌تری نسبت به سایر مزه‌ها تشخیص داده شده و حلالیت کمتری را در آب از خود نشان می‌دهند.

نکته

از لحاظ چشایی، حساسیت به مزه‌های اصلی به‌ترتیب شامل تلخی، ترشی، شوری و در انتها شیرینی است.

از دسته ترکیبات تلخ مزه می‌توان به لیمونین (عامل تلخی عصاره مرکبات) و کافئین (عامل تلخی قهوه) و نارنگین (عامل تلخی گریپ‌فروت) اشاره کرد.

پرسش

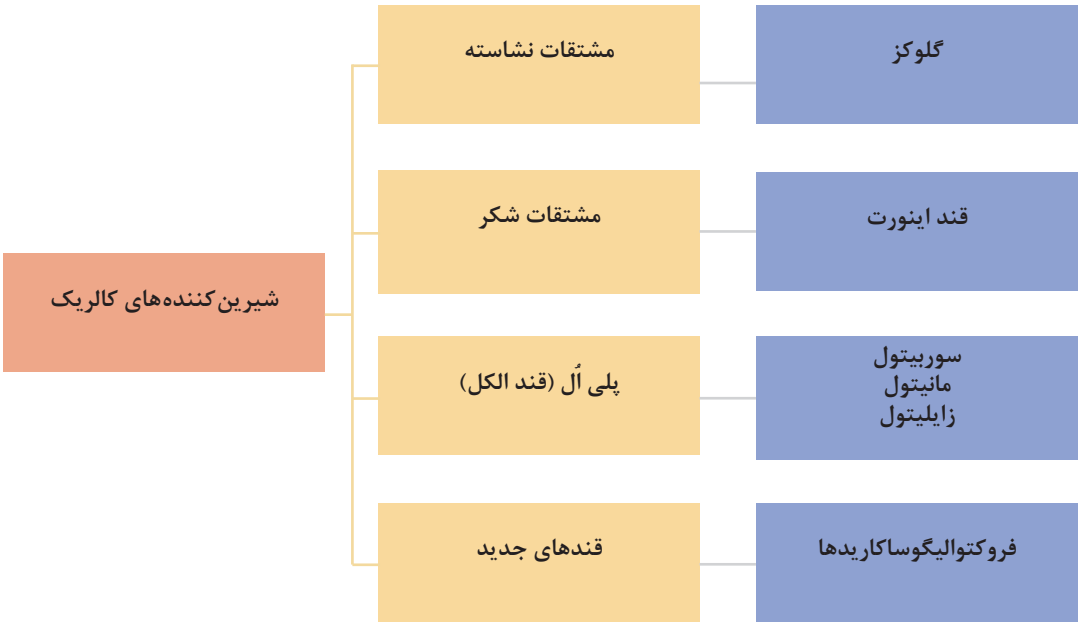
حد آستانه یک مزه به چه معناست؟

مزه ترش: مزه ترش مربوط به اسیدها است. اسیدهای آلی در مقایسه با اسیدهای غیرآلی در pH یکسان، دارای مزه ترش بیشتری هستند. دلیل این امر فعالیت بافری آنها است اسیدها مزه‌های مختلفی دارند و ترشی حس شده در دهان ممکن است به ماهیت گروه اسیدی، pH ، اسیدیته قابل تیتراسیون، اثرات بافری و حضور ترکیبات دیگر مخصوصاً قندها بستگی داشته باشد.
مزه شیرین: شیرینی از ویژگی‌های خاص قندهاست. با افزایش وزن مولکولی قندها از شیرینی آنها کاسته می‌شود، علت این امر کاهش حلالیت قندهای با وزن مولکولی بزرگ‌تر است. برای تعیین شیرینی قندها، شیرینی ساکارز را معادل ۱۰۰ در نظر می‌گیرند و شیرینی سایر قندها را با آن می‌سنجند.

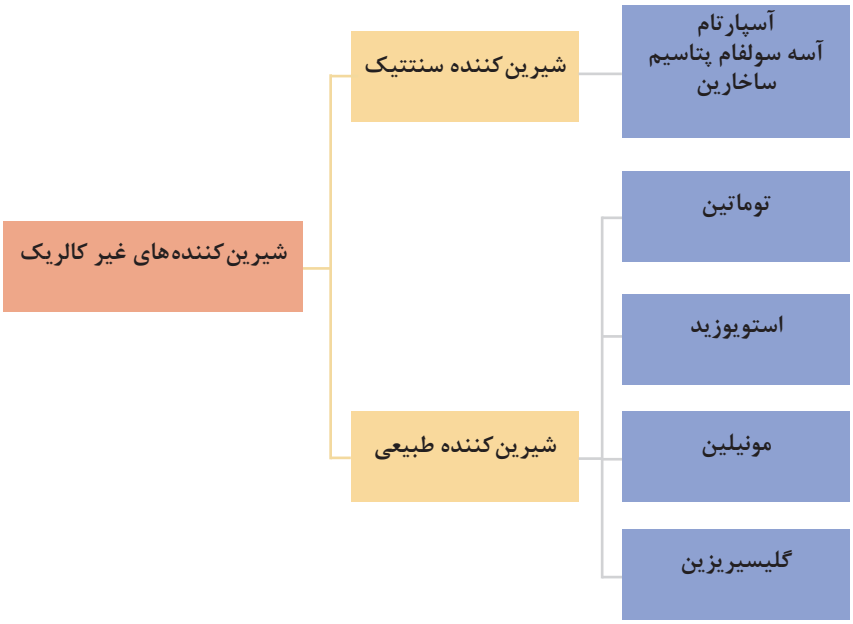
شیرین‌کننده‌های مواد غذایی

شیرین‌کننده‌ها را براساس معیارهای مختلفی طبقه‌بندی می‌کنند که براساس یکی از این معیارها این ترکیبات به دو دسته طبیعی و مصنوعی طبقه‌بندی می‌شوند. شیرین‌کننده‌های با منشأ طبیعی معمولاً در دسته کربوهیدرات‌ها قرار دارند یعنی از کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند از این گروه می‌توان به قندهای ساده شامل گلوکز، فروکتوز، ساکاروز، مالتوز و لاکتوز و یا قند الکل‌ها اشاره کرد که در مواد غذایی مختلفی به‌صورت آزاد و یا ترکیبی وجود دارند همچنین شیرین‌کننده‌های طبیعی می‌توانند ترکیبات حاصل از برخی مواد گیاهی طبیعی باشند مثلاً از این دسته می‌توان به گلیسریزین استخراج شده از ریشه شیرین‌بیان و یا شیرین‌کننده استویا اشاره کرد.

شیرین‌کننده‌های مصنوعی ترکیباتی هستند که براساس فرمولاسیون‌های مختلف سنتز شده‌اند. این شیرین‌کننده‌ها ممکن است مشابه طبیعی و یا سنتتیک باشند.



الف



ب

شکل ۳ـ تقسیم‌بندی شیرین کننده‌ها

شیرین‌کننده‌ها را براساس معیار دیگری هم طبقه‌بندی می‌کنند. بر این مبنا شیرین‌کننده‌ها به دو دسته شیرین‌کننده‌های کالریک یا انرژی‌زا و شیرین‌کننده‌های غیرکالریک طبقه‌بندی می‌شوند. شیرین‌کننده‌های کالریک، شیرین‌کننده‌هایی هستند که به واسطه ساختمان شیمیایی خاص خود در بدن متابولیزه شده و انرژی تولید می‌کنند. قندهای ساده و قند الکل‌ها از این‌گروه هستند. اما شیرین‌کننده‌های غیرکالریک ترکیباتی هستند که در بدن متابولیزه نشده و به این ترتیب مصرف آنها در بدن کالری ایجاد نمی‌کند. از این گروه می‌توان به ساخارین، سوکرالوز و سیکلامات‌ها اشاره کرد. گروه دیگری از شیرین‌کننده‌ها هم هستند که در بدن متابولیزه شده و کالری ایجاد می‌کنند اما از آنجا که میزان شیرین‌کنندگی آنها بسیار بالاست مقدار مورد نیاز از این ترکیبات برای ایجاد طعم شیرین بسیار کم است در نتیجه در عمل کالری دریافتی از این ترکیبات، بسیار ناچیز است پس این شیرین‌کننده‌ها هم با وجود اینکه در بدن متابولیزه شده و کالری تولید می‌کنند مانند آسپارتام، اما جز دسته شیرین‌کننده‌های غیرکالریک طبقه‌بندی می‌شوند.

شیرین‌کننده‌های کالریک

قند اینورت

ساکارز یا قند معمولی، شیرین‌کننده‌ای است که از ترکیب دو قند گلوکز و فروکتوز حاصل شده است. هرگاه توسط آنزیم اینورتاز و یا مواد اسیدی اتصال بین گلوکز و فروکتوز هیدرولیز شود به ترکیب حاصل قند اینورت گفته می‌شود. قند اینورت در صنعت دارای کاربردهای زیادی است. این قند از ساکاروز شیرین‌تر است و به‌خاطر خصوصیت جذب و نگهداری آب و جلوگیری از کریستالیزاسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین مزیت قند اینورت نسبت به ساکاروز در این است که برخلاف ساکاروز به‌راحتی شکرک نمی‌زند و این امر باعث می‌شود بتوان از آن در تهیه مرباها به‌جای قسمتی از ساکاروز استفاده کرد.

تحقیق کنید

چرا به مخلوط قندی حاصل از هیدرولیز ساکارز، قند اینورت می‌گویند؟

بسته به میزان پیشرفت واکنش انواع شربت اینورت تولید می‌شود. شربت‌هایی که به‌طور متوسط هیدرولیز شده‌اند حاوی ۵۰ درصد ساکاروز، ۲۵ درصد گلوکز و ۲۵ درصد فروکتوز هستند این شربت‌ها در فراورده‌های نانوایی درجه کاراملیزاسیون را پایین آورده و در نتیجه رنگ در دمای پایین‌تری حاصل می‌شود.

شربت گلوکز

این ترکیب تحت عنوان شربت ذرت و یا گلوکز مایع نیز معروف است. شیرین‌کننده‌ای است که به حالت مایع ویسکوز وجود دارد. دارای قند مالتوز، دکسترین، دکستروز و سایر پلی ساکاریدها است. گلوکز مایع از هیدرولیز اسیدی و یا آنزیمی نشاسته به‌دست می‌آید. این محصولات براساس درجه تبدیل شدن به دکستروز(D گلوکز) برحسب دکستروزاکی‌والان (DE) گروه‌بندی می‌شوند. DE نشان‌دهنده میزان هیدرولیز نشاسته است هرچه این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده هیدرولیز بیشتر نشاسته و درنتیجه تبدیل بیشتر این ماده به گلوکز است. به این ترتیب با افزایش دکستروز اکی‌والان شیرینی این شربت‌ها افزایش می‌یابد. این شربت در آبنبات‌سازی برای کنترل کریستالیزاسیون یا شکرک زدن و در شیرینی‌ها برای بهبود قابلیت انعطاف مصرف می‌شود. گلوکز مایع معمولاً حاوی ۳۵ درصد گلوکز و نیم درصد خاکستر است.

شربت ذرت با فروکتوز زیاد

شربت گلوکز حاصل از هیدرولیز اسیدی، آنزیمی و یا مخلوط اسید ـ آنزیم نشاسته، دارای شیرینی ملایمی است اما برای افزایش میزان شیرینی آن، گلوکز توسط آنزیم گلوکز ایزومراز به فروکتوز تبدیل می‌شود. به این ترتیب بخشی از گلوکز به فروکتوز تبدیل شده و از آنجا که شیرینی فروکتوز از گلوکز بیشتر است، مخلوط

حاصل، شربت ذرت با فروکتوز بالا یا در اصطلاح HFCS نامیده می‌شود. شربت‌هایی با HFCS معادل ۴۲ (یعنی ۴۲ درصد گلوکزتبدیل به فروکتوز شده است) شیرینی معادل ساکاروز دارند از آنجا که فروکتوز شیرین‌ترین قندهاست. هرچه درجه تبدیل گلوکز به فروکتوز در مخلوط افزایش یابد شیرینی این قند هم بیشتر می‌شود.

پرسش

تفاوت بین قند اینورت، شربت گلوکز و شربت ذرت با فروکتوز زیاد چیست؟

فروکتوز

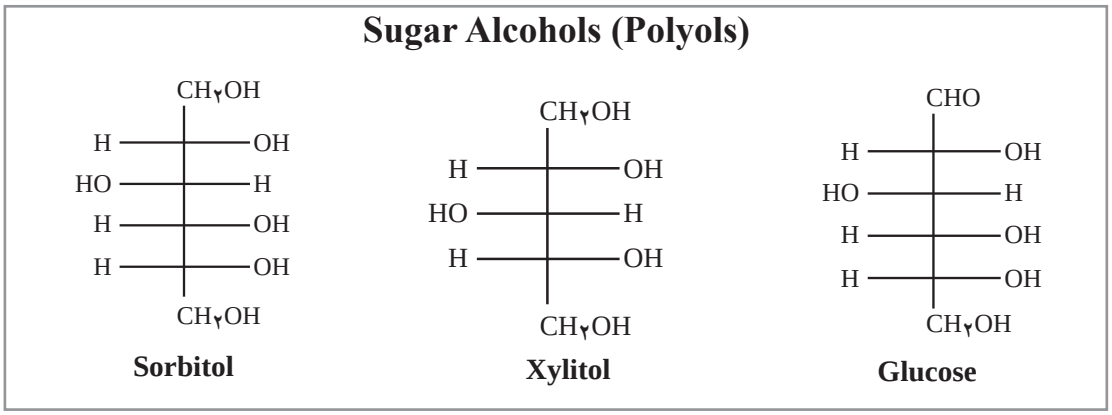
فروکتوز مونوساکاریدی است که در میوه‌های تازه و عسل یافت می‌شود. علاوه‌بر منابع طبیعی این قند از هیدرولیز ساکارز توسط آنزیم انورتاز و از ایزومری کردن شربت گلوکز یا شربت ذرت هم به‌دست می‌آید. شیرینی فروکتوز بیشتر از ساکاروز است به‌گونه‌ای که فروکتوز را شیرین‌ترین قند طبیعی می‌نامند. در آب بسیار محلول است. در فراورده‌های نانوایی استفاده می‌شود تا با آمینواسیدها درگیر واکنش میلاد شده و به‌ترتیب رنگ قهوه‌ای ایجاد کند به‌عنوان شیرین‌کننده در آشامیدنی‌های کم کالری مصرف می‌شود. فروکتوز برای افراد دیابتی هم مناسب است و به‌عنوان منبع انرژی سریع استفاده می‌شود. فروکتوز هم مانند ساکاروز در بدن متابولیزه شده و کالری تولید می‌کند اما از آنجا که از ساکاروز شیرین‌تر است برای ایجاد شیرینی یکسان مقادیر خیلی کمتری از آن مصرف می‌شود. بنابراین از فروکتوز تحت عنوان شیرین‌کننده کم کالری نام برده می‌شود. این ترکیب یک ماده جاذب رطوبت است که مزیت آن در حفظ رطوبت فراورده‌هایی از قبیل نان و کیک است.

قند الکل‌ها

قند الکل‌ها در اثر هیدروژناسیون قندهای احیاکننده به‌وجود می‌آیند. البته به فرم طبیعی نیز این قندها در میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارند. در اصطلاح به این نوع شیرین‌کننده‌ها پلی‌اُل گفته می‌شود. مزیت مهم این شیرین‌کننده‌ها در این است که جذب آنها در بدن نیاز به انسولین ندارد بنابراین چنین شیرین‌کننده‌هایی می‌توانند برای افراد دیابتی مورد استفاده قرار بگیرند. همچنین مزیت دیگر این شیرین‌کننده‌ها در شکرک زدن دیرتر آنها نسبت به ساکارز است.

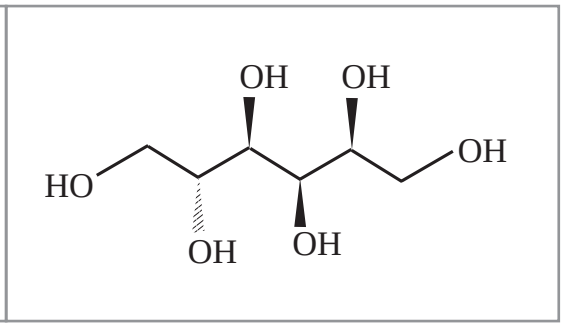
تحقیق کنید

در مورد بیماری دیابت و نقش تغذیه در آن گزارشی تهیه و در کلاس ارائه کنید.

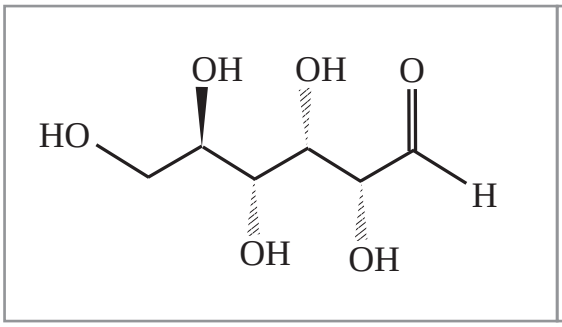


شکل ۴

مهم‌ترین قند الکل موجود در طبیعت سوربیتول است. سوربیتول از احیا شدن گلوکز به‌دست می‌آید. سوربیتول معمولاً به‌عنوان جایگزینی برای ساکارز در رژیم غذایی بیماران دیابتی به کار می‌رود.
این افزودنی در مواد غذایی علاوه بر شیرین‌کنندگی، به‌عنوان جاذب رطوبت، بافت‌دهنده و حجم دهنده نیز کاربرد دارد. سوربیتول قند الکلی است که در بدن انسان به آهستگی متابولیزه می‌شود. حلالیت آن در آب زیاد است و شیرینی آن حدود ۶۰ درصد ساکارز است.



شکل ۵ـ ساختمان شیمیایی سوربیتول



شکل ۶ـ ساختمان شیمیایی گلوکز

نکته

گلابی مهم‌ترین منبع قند الکل‌های طبیعی است.

کاربرد زایلیتول در مواد غذایی

قند الکلی است که از احیاشدن قند زایلوز به دست می‌آید. شیرینی معادل ساکاروز داشته و هنگام حل شدن در بزاق اثر خنک‌کنندگی دارد. در آدامس و شکلات مصرف می‌شود از آنجا که این شیرین‌کننده توسط باکتری‌های دهان تخمیر نمی‌شود؛ بنابراین بر خلاف ساکاروز مخرب دندان‌ها نیست پس در تولید آدامس‌های فاقد شکر از این شیرین‌کننده استفاده می‌شود. همچنین، همانند سایر قند الکل‌ها جذب این ترکیب نیز در سلول‌ها نیاز به انسولین ندارد، بنابراین می‌توان از آن به‌جای ساکارز در غذاهای دیابتی‌ها استفاده کرد.

کاربرد مانیتول در مواد غذایی

مانیتول قند الکلی است که از احیای مانوز به‌دست می‌آید. باعث شیرین کردن و مرطوب نگهداشتن مواد غذایی می‌شود. تا حدودی خاصیت جذب‌کنندگی رطوبت دارد. شیرینی آن تقریباً ۷۲ درصد ساکاروز است، مزه شیرین و خنک‌کننده‌ای دارد و به آبنبات‌های بدون قند، آدامس و قرص‌های نعنا اضافه می‌شود.

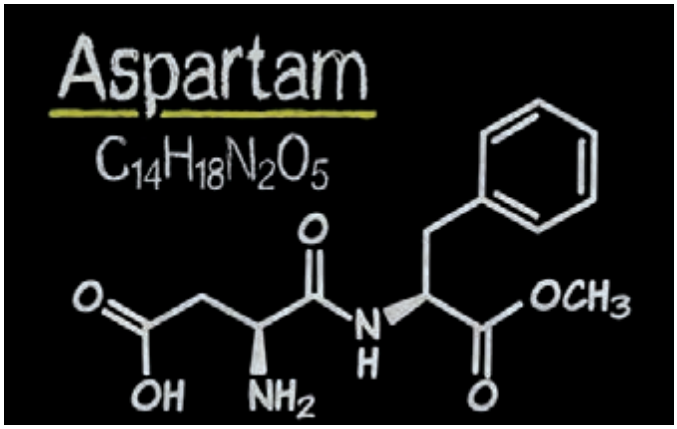
نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول « مهم‌ترین شیرین‌کننده‌های طبیعی و مشابه طبیعی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

شیرین‌کننده‌های غیر کالریک

آسپارتام (Aspartame):

آسپارتام یک شیرین‌کننده مصنوعی است که ساختار آن به فرم دی پپتید است که از دو آمینواسید آسپارتیک اسید و فنیل آلانین تشکیل شده است. (L ـ aspartyl ـ L ـ phenylalanine methyl ester) این شیرین‌کننده به‌طور کامل در بدن متابولیزه شده و به این دو آمینواسید و همچنین مقدار کمی متانول تبدیل می‌شود. اما به‌دلیل اینکه شیرینی آن حدود ۲۰۰ برابر ساکاروز است بنابراین می‌توان با مقدار بسیار کمی از این ماده شیرینی مطلوب را ایجاد کرد، بنابراین کالری دریافتی از آن برای رسیدن به میزان شیرینی معین بسیارکم است. از این رو آسپارتام در گروه شیرین‌کننده‌های غیرمغذی تقسیم‌بندی می‌شود. طعم شیرین آن شبیه ساکاروز است. آسپارتام برای اولین بار در ایالات متحده در سال ۱۹۸۱ به تصویب رسید و درحال حاضر برای استفاده در بسیاری از کشورهای جهان تأیید شده است. دو عیب آسپارتام بی‌ثباتی تحت شرایط اسیدی، و تخریب سریع آن هنگام قرار گرفتن در معرض درجه حرارت بالا است. در شرایط اسیدی، مانند نوشابه‌های گازدار، میزان از دست دادن شیرینی تدریجی است و بستگی به دما و pH دارد.



شکل ۷ـ ساختمان شیمیایی آسپارتام

فنیل آلانین حاصل از هیدرولیز آسپارتام، در افراد مبتلا به نوعی بیماری نادر ژنتیکی به نام فنیل کتونوریا (PKU) منجر به اختلالات سیستم عصبی می‌شود. افراد مبتلا به این بیماری قادر به سوخت و ساز فنیل آلانین نیستند.

نکته

ADI برای آسپارتام ۴۰ میلی‌گرم / کیلوگرم وزن بدن است.

ساخارین (Saccharin):

ساخارین یک شیرین‌کننده سنتتیک غیرمغذی است که در بدن متابولیزه نشده و کالری ایجاد نمی‌کند. بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ مرتبه از ساکاروز شیرین‌تر است. به تنهایی و یا به‌صورت ترکیبی با شکر استفاده می‌شود. که درصورت استفاده ترکیبی، ساخارین جایگزین نیمی از شکر خواهد شد به این ترتیب ۵۰ درصد کالری‌زایی فراورده کاهش پیدا می‌کند. ساخارین به مقدار کم در آب محلول است و در شرایط مختلف تولید همانند دمای بالا تا ۱۲۵ درجه سلسیوس و ۸ ـ ۳/۳ pH پایدار است. متداول‌ترین فرم آن سدیم ساخارین است. ساخارین دارای پس طعم تلخ است. امروزه ساخارین همراه با آسپارتام در نوشابه‌ها استفاده می‌شود که در نتیجه ثبات حرارتی و عمر انباری آن را افزایش می‌دهد. قیمت ارزان‌تر، ثبات حرارتی و عمر انباری بالاتر از مزایای این شیرین‌کننده نسبت به آسپارتام است.

آسه‌سولفام‌پتاسیم (Acesulfame Potassium):

شیرین‌کننده‌ای است که در بدن انسان متابولیزه نمی‌شود. طعم شیرین آن سریعاً احساس شده اما اغلب به سرعت محو می‌شود. آسه‌سولفام‌پتاسیم در غلظت‌های مصرفی، پس طعم نامطلوب از خود نشان نمی‌دهد. این شیرین‌کننده در آب به خوبی حل شده و در pH های بین ۳ تا ۷ پایدار است. همچنین در دماهای مورد استفاده برای تولید و فراوری مواد غذایی تجزیه نمی‌شود. این ماده شیرینی سایر شیرین‌کننده‌ها را تشدید می‌کند و هنگامی که با دیگر شیرین‌کننده‌ها استفاده شود اثرات نامطلوب آنها را کاهش داده و طعم شیرینی را متعادل می‌کند به‌راحتی توسط کلیه‌ها دفع شده و در بدن تمرکز پیدا نمی‌کند. مخلوط آسه سولفام پتاسیم و قند الکل‌ها شیرینی متعادل ایجاد می‌کند که برای تولید فراورده‌هایی از قبیل فراورده‌های قنادی بدون قند و آشامیدنی‌ها مناسب است.

نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «مهم‌ترین شیرین‌کننده‌های مصنوعی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

استویا (stevia)

استویا گیاهی چندساله است که به دلیل وجود شیرین‌کننده‌های طبیعی که حدود ۴ تا ۲۰ درصد ماده خشک برگ‌های این گیاه را تشکیل می‌دهد، شهرت جهانی پیدا کرده است. بیش از صد ترکیب در برگ‌های گیاه استویا شناسایی شده است که مهم‌ترین آنها شیرین‌کننده **استویوزید** است. این ترکیب ۲۰۰ تا ۳۰۰ بار شیرین‌تر از ساکاروز است. گلیکوزیدهای موجود در این گیاه جذب بدن نمی‌شوند و بدون کالری هستند؛ بنابراین، این گیاه برای مبتلایان دیابت نوع ۲ و افرادی که از وزن و چاقی رنج می‌برند، سودمند است. همچنین این گیاه خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد فشار خون، مواد ضد سرطان و ضدالتهاب دارد.

شیرین بیان(Liquorice)

گیاه شیرین‌بیان گیاهی چندساله از خانوادهٔ بقولات است که به واسطه وجود ترکیبات دارویی و غذایی مهم در ریشه و ریزوم، حائز اهمیت بوده و مورد توجه صنایع دارویی، غذایی و حتی دخانیات قرار گرفته است. شیرین‌بیان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی بومی ایران است که سالیانه مقدار قابل توجهی از آن صادر می‌شود. مادهٔ اصلی این گیاه، ترکیبی به نام گلیسیریزیک اسید یا گلیسیریزین با شیرینی ۳۰تا ۵۰ برابر ساکارز است.

طعم این شیرین‌کننده برای مدت طولانی در دهان باقی مانده و شیرینی آن به تدریج احساس می‌شود. این ویژگی‌ها موجب شده است که گلیسیریزیک اسید به عنوان شیرین کننده مجاز با کالری پایین و تشدیدکننده طعم بدون مشارکت در ایجاد بیماری‌ها و عوارضی چون دیابت، پوسیدگی دندان، در صنایع غذایی استفاده شود. از طرفی این ترکیب دارای خواص دارویی گسترده‌ای است که از آن جمله می‌توان به اثرات ضد التهابی و ضد حساسیتی آن در آسم، ممانعت از ترشح اسید معده، بهبود زخم معده، بهبود اختلال عملکرد کبد، رفع اگزما و سایر بیماری‌ها اشاره کرد.

شاخص گلوکز (Glycemic Index)

میزان تغییرات قند خون پس از خوردن غذاهای حاوی کربوهیدرات متفاوت است. این تفاوت براساس شاخصی به نام شاخص گلایسمی (GI) تعریف می‌شود. این شاخص که در تنظیم رژیم غذایی بیماران دیابتی برای کنترل سطح قند خون کاربرد دارد، نشان می‌دهد که یک غذای حاوی کربوهیدرات در مقایسه با همان مقدار غذای استاندارد (گلوکز یا نان سفید) تا چه اندازه قند خون را افزایش می‌دهد. این شاخص از ۱ تا ۱۰۰ درجه‌بندی شده است. شاخص گلایسمی بالا برای یک کربوهیدرات به این معنی است که آن کربوهیدرات پس از مصرف، قند خون را در مدت کمی به مقدار زیادی بالا می‌برد.

بر این اساس مواد غذایی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف) مواد غذایی با شاخص گلایسمی پایین: کمتر از ۵۵

ب) مواد غذایی با شاخص گلایسمی متوسط: بین ۵۶ تا ۶۹

ج) مواد غذایی با شاخص گلایسمی بالا: بالاتر از ۷۰

علاوه‌بر شاخص گلایسمی، مفهوم دیگری تحت عنوان بار گلایسمی (GL) نیز تعریف شده است که مربوط به مقدار کربوهیدرات موجود در غذاها است. این مفهوم از حاصل ضرب مقدار کربوهیدرات قابل دسترس هر غذا در شاخص گلایسمی آن تقسیم بر ۱۰۰ به دست می‌آید.

جدول۱ــ شاخص گلایسمیک و بار گلایسمیک غذاهای متداول

بالا = قرمز متوسط = نارنجی کم = سبز				
نوع غذا	اندیس گلایسمیک	واحد سروینگ	کربوهیدرات خالص	بار گلایسمیک
بادام زمینی (Peanuts)	۱۴	۱۱۳g	۱۵	۲
جوانه حبوبات (Bean sprouts)	۲۵	۱۰۴g	۴	۱
گریپ‌فروت (Grapefruit)	۲۵	۱۶۶g	۱۱	۳
پیتزا (Pizza)	۳۰	۲۶۰g	۴۲	۱۳
ماست کم‌چرب (Lowfat yogurt)	۳۳	۲۴۵g	۴۷	۱۶
سیب (Apples)	۳۸	۱۳۸g	۱۶	۶
اسپاگتی (Spaghetti)	۴۲	۱۴۰g	۳۸	۱۶
هویج (Carrots)	۴۷	۷۲g	۵	۲
پرتقال (Oranges)	۴۸	۱۳۱g	۱۲	۶
موز (Bananas)	۵۲	۱۳۶g	۲۷	۱۴
چیپس سیب‌زمینی (Potato chips)	۵۴	۱۱۴g	۵۵	۳۰
شکلات مغزدار (Snickers Bar)	۵۵	۱۱۳g	۶۴	۳۵
برنج قهوه‌ای (Brown rice)	۵۵	۱۹۵g	۴۲	۲۳
عسل (Honey)	۵۵	۲۱g	۱۷	۹
جو دوسر (Oatmeal)	۵۸	۲۳۴g	۲۱	۱۲
بستنی (Ice cream)	۶۱	۷۲g	۱۶	۱۰
ماکارونی و پنیر (Macaroni and cheese)	۶۴	۱۶۶g	۴۷	۳۰
کشمش (Raisins)	۶۴	۴۳g	۳۲	۲۰
برنج سفید (White rice)	۶۴	۱۸۶g	۵۲	۳۳
شکر (Sugar) (Sucrose)	۶۸	۱۲g	۱۲	۸
نان سفید (White bread)	۷۰	۳۰g	۱۴	۱۰
هندوانه (Watermelon)	۷۲	۱۵۴g	۱۱	۸
پاپ‌کورن (Popcorn)	۷۲	۱۶g	۱۰	۷
سیب‌زمینی پخته (Baked potato)	۸۵	۱۷۳g	۳۳	۲۸
گلوکز (Glucose)	۱۰۰	۵۰g	۵۰	۵۰

ترکیبات ایجادکننده طعم ترش در مواد غذایی

ایجاد طعم ترش از ویژگی‌های اسیدهای آلی است. اسیدهای آلی هم به‌عنوان ایجادکننده طعم و هم به‌عنوان نگهدارنده (ترکیب ضدمیکروبی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین ترکیبات ایجاد کننده طعم ترش عبارت‌اند از:

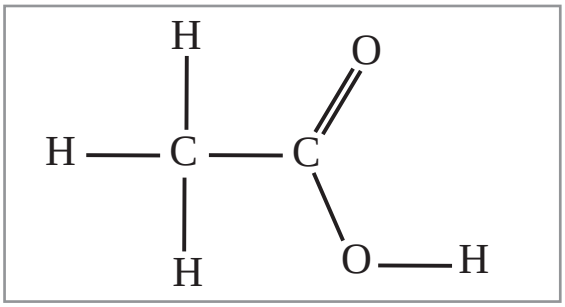
سیتریک اسید: سیتریک اسید پرکاربردترین اسید در صنایع غذایی است. این اسید حلالیت زیادی در آب دارد و در تولید آبنبات، آب میوه، بستنی، ژل‌ها، مارمالاد، سبزیجات کنسرو شده و پنیر برای بهبود طعم استفاده می‌شود. همچنین این اسید یکی از عوامل قهوه‌ای شدن آنزیمی در سبزی‌ها و میوه‌ها است. وکاربرد زیادی در نوشابه‌سازی دارد.

تحقیق کنید

با توجه به برچسب اطلاعات تغذیه‌ای محصولات مختلف موجود در بازار، نقش و کاربرد سیتریک اسید در فرمولاسیون چند فراورده را بررسی کنید.

استیک اسید: نگهداری مواد غذایی با استیک اسید به شکل سرکه به زمان‌های قدیم بر می‌گردد. علاوه بر استیک اسید و سرکه (۴درصد اسید)، از نمک‌های این ماده به‌صورت سدیم استات، کلسیم استات، پتاسیم استات و سدیم دی استات نیز در غذا استفاده می‌شود.

نمک‌های استیک اسید در نان و محصولات پخته شده با غلظت ۰/۴ـ۰/۱درصد به‌منظور جلوگیری از پدیده طنابی شدن (Roppiness) در اثر رشد کپک‌ها استفاده می‌شود. استیک اسید در محصولاتی مثل کچاپ، مایونز و ترشی‌ها به دو منظور خاصیت نگهداری و ایجاد طعم استفاده می‌شود.



شکل ۸ـ ساختمان شیمیایی استیک اسید

بحث کلاسی

در مورد فرایند تولید سرکه خانگی و کاربرد آن در مواد غذایی بحث کنید.

سوکسینیک اسید: این اسید ترکیبی بی‌بو و سفید رنگ است. و به‌عنوان تنظیم‌کننده pH در صنایع غذایی استفاده می‌شود. مونواسترهای این اسید با گلیسرول به‌عنوان امولسیفایر در صنایع پخت کاربرد دارند.

لاکتیک اسید: این اسید معمولاً به‌صورت محلول ۸۰ درصد استفاده می‌شود. لاکتیک اسید برای بهبود کف‌کنندگی سفیده تخم‌مرغ، بهبود طعم آب‌میوه‌ها، جلوگیری از رنگ‌بری میوه‌ها و سبزی‌ها و در شکل کلسیم لاکتات در پودرهای شیر استفاده می‌شود.

مالیک اسید: این اسید به‌طور گسترده در تولید ژل‌ها، مارمالاد و آب‌میوه‌ها و همچنین در میوه‌ها و سبزیجات کنسرو شده کاربرد دارد. مونواسترهای این اسید با الکل‌های چرب یک عامل ضد پاشیدن در پخت و روغن‌های سرخ کردنی هستند.

تارتاریک اسید: این اسید دارای مزه ترش خشن و سخت است. این اسید در اسیدی کردن نوشیدنی‌های میوه‌ای، آبنبات‌های ترش، بستنی و همچنین یک عامل کمپلکس‌کننده فلزات و سینرژیست برای آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود.

فسفریک اسید: فسفریک اسید تنها اسید غیرآلی است که به‌عنوان عامل اسیدی کننده در مواد غذایی کاربرد دارد. این اسید در تهیه نوشابه‌های کولا کاربرد گسترده‌ای دارد. همچنین این اسید در صنایع تصفیه روغن‌های خوراکی هم استفاده می‌شود.

ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استاندارد عملکرد جدول زیر برای هر هنرجو ثبت می‌شود. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان دوم

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱ـ کاربرد نگهدارنده‌های مواد غذایی	بررسی و تحلیل کاربرد نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها از نظر حسی، شیمیایی و بیولوژیکی بر مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل و تعیین مکانیسم اثر نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌های طبیعی و شیمیایی در مواد غذایی	۳
۲ـ کاربرد طعم‌دهنده‌های مواد غذایی		در حد انتظار (کسب شایستگی)	تحلیل کاربرد مواد نگهدارنده و طعم‌دهنده در مواد غذایی	۲
		پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)	طبقه‌بندی انواع مواد نگهدارنده و طعم‌دهنده در مواد غذایی	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۳

غذا و سلامت جامعه

سلامت افراد جامعه یکی از عوامل اصلی پویایی و رشد و توسعه آن جامعه است. برای تأمین سلامت جامعه اصلی‌ترین عامل، غذای سالم و مطمئن است. غذای ناسالم موجب خمودگی انسان‌ها، غیر فعال شدن بخش مهمی از جامعه و درگیری عده دیگری برای خدمت‌رسانی به بخش بیمار و ناسالم شده و خسارات جبران ناپذیری برای جامعه به‌بار می‌آورد. سلامت کامل افراد جامعه زمانی تأمین می‌شود که غذای سالم و کافی در دسترس سلول‌های بدن قرار گیرد.

واحد یادگیری ۵
تحلیل مسمومیت‌های بیولوژیکی در موادغذایی

شرط اول دستیابی به سلامت افراد جامعه، سلامت مواد اولیه غذایی و کیفیت فرایند تولید تا مرحله مصرف است. اما در شرایط حاضر سلامت فراورده‌های غذایی دستخوش عوامل زیادی است. استفاده از کودهای شیمیایی، آفت کش‌ها، علف کش‌ها و قارچ کش‌ها از جمله عوامل تهدیدکننده سلامت موادغذایی هستند. استفاده از کودهای حیوانی فراوری نشده می‌تواند موجب آلودگی محصولات کشاورزی به برخی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا شود. توکسین‌های تولید شده روی محصولات کشاورزی به علت عدم رعایت شرایط مطلوب تولید و نگهداری، خطر قابل توجهی برای سلامت غذا و جامعه هستند.

استانداردعملکرد

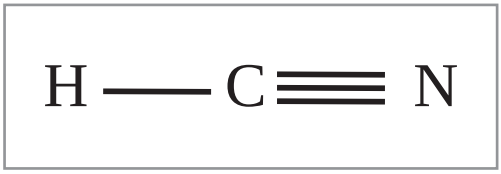
بررسی و تحلیل اثر عوامل مختلف بیولوژیکی و شیمیایی ایجاد کننده مسمومیت در مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

سموم طبیعی و بازدارنده‌های گیاهی در مواد غذایی

غذای مصرفی ما علاوه بر انواع ترکیبات مغذی معمولاً حاوی مقادیر مختلفی ترکیبات سمی و ضد تغذیه‌ای است که به طور طبیعی در گیاهان وجود دارد. این ترکیبات عموماً به‌عنوان آفت‌کش‌های طبیعی در گیاه عمل می‌کنند. زیرا برای حشرات و حیوانات سمی هستند. در حالی که باور عمومی بر خوب بودن مواد طبیعی است، مشخص شده که سموم طبیعی نیز، همانند سموم مصنوعی موجود در غذا برای سلامتی انسان خطرناک هستند. البته باید توجه کرد که غذا حاوی مواد شیمیایی است که می‌توانند اثرات زیان‌آور بسیاری از سموم مصنوعی و طبیعی را خنثی کنند. به این ترتیب در مطالعه مواد غذایی طبیعی باید به هر دو جنبه ویژگی‌های آنها پرداخته شود. از جمله این ترکیبات می‌توان به گلیکوزیدهای سیانوژنیک، تیوسیانات‌ها، گوسیپول، بازدارنده‌های عناصر معدنی و آلرژن‌های غذایی اشاره کرد.

۱ـ گلیکوزیدهای سیانوژنیک

وجود ترکیباتی با توانایی آزاد کردن هیدروژن سیانید (HCN) در گیاهان و اثرات سمی آنها از زمان‌های قدیم شناخته شده است. در قرن نوزدهم میلادی سیانوژن‌ها به‌عنوان ترکیباتی با خواص سمی در برخی گیاهان خوراکی و محصولات غذایی شناخته شدند. مهم‌ترین سیانوژن‌ها، گلیکوزیدهای سیانوژنیک هستندکه در گیاهان خوراکی متعددی یافت می‌شوند. گلیکوزیدهای سیانوژنیک از دو بخش قندی و غیر قندی تشکیل شده‌اند. بخش قندی معمولاً از گلوکز و بخش غیر قندی هم ترکیبی سمی به نام هیدروژن سیانید است.



شکل ۱ـ ساختمان شیمیایی هیدروژن سیانید

اثرات سمی سیانیدها

سیانیدها هم به‌صورت هیدروژن سیانید آزاد و هم به‌صورت ترکیبی وجود دارند. اثر سمی حاد این ترکیبات به توانایی ایجاد وقفه در تنفس به وسیله جلوگیری از فعالیت آنزیم سیتوکروم اکسیداز در زنجیره تنفسی نسبت داده می‌شود. سیانیدها در دستگاه گوارش از طریق روده به سرعت جذب می‌شوند. بی‌حسی محیطی، احساس سرگیجه، گیجی و کرخی، کبودی، تشنج و کما علائم مسمومیت با دُز کشنده سیانیدها هستند. دُزهای غیرکشنده باعث سردرد، احساس فشار در گلو، تپش قلب و ضعف عضلانی می‌شوند. تیوسیانات‌ها که در فرایند سم‌زدایی سیانیدها تولید می‌شوند به‌عنوان عوامل گواترزا شناخته می‌شوند که انتقال ید را در داخل غده تیروئید مهار می‌کنند (شکل ۲).

شکل ۲ـ بیماری گواتر

تحقیق کنید

در مورد ویژگی‌ها و علائم و راه‌های جلوگیری و درمان بیماری گواتر تحقیق کنید.

سیانوژن‌ها به طرز گسترده‌ای در گیاهان وجود دارند. مهم‌ترین گیاه سیانوژن در تغذیه انسان کاساوا است. (شکل ۳) سیانوژن غالب در کاساوا، لیناماریـن نام دارد. این ترکیب در نخود و لوبیا هم وجود دارد.
گلیکوزید سیانوژنیک مهم دیگر، آمیگدالین است که معمولاً در هسته میوه‌ها یافت می‌شود. منابع معروف آن بادام تلخ، هسته هلو، زردآلو، آلو و انواع سیب و گلابی هستند. به همین سبب باید از مصرف مقادیر زیاد هسته این محصولات به‌ویژه در صورت تلخ بودن خودداری نمود.

شکل ۳ـ گیاه کاساوا

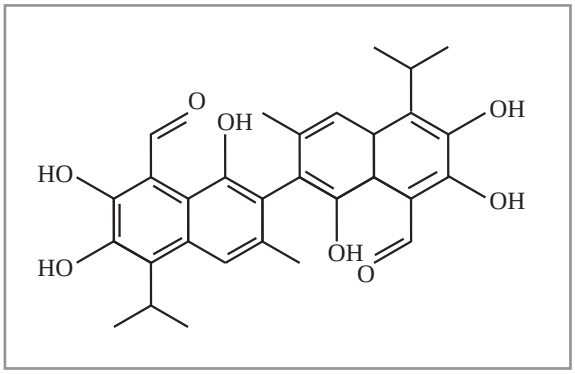
برای کاهش اثرات این ترکیبات سیانوژنیک می‌توان از فرایندهای خشک‌کردن در آفتاب، له کردن و آسیاب کردن، خیساندن، تخمیر و پختن استفاده نمود.

نکته

ترکیبات دارای سیانید بالا از روی مزه تلخشان قابل شناسایی هستند.

۲ـ گوسیپول

گوسیپول ترکیب ضد تغذیه‌ای زرد رنگی است که در گیاه پنبه یافت می‌شود. این ماده در پنبه‌دانه و قسمت‌های دیگر گیاه نظیر پوسته، برگ و ساقه نیز وجود دارد. در بین قسمت‌های مختلف این گیاه، پنبه‌دانه دارای بیشترین مقدار گوسیپول آزاد است. پنبه‌دانه دارای۰/۴ تا ۱/۷ درصد گوسیپول است. به‌طور طبیعی این ماده عمل محافظت از گیاه پنبه در مقابل حشرات را به عهده دارد.گوسیپول از نظر شیمیایی یک ترکیب آلدئیدی پلی فنولیک بسیار فعال است و به واسطه ساختار پلی فنولی دارای خواص آنتی اکسیدانی نیز هست. در گیاه پنبه گوسیپول هم به‌صورت آزاد و هم به‌صورت ترکیب شده با پروتئین‌ها وجود دارد. گوسیپول آزاد بسیار حساس و فعال بوده و با آمینو اسید ضروری لیزین واکنش داده و ارزش تغذیه‌ای پروتئین را کاهش می‌دهد. این سم روی قلب، کبد، دستگاه تناسلی و کلیه‌ها اثر می‌گذارد. نشخوارکنندگان نسبت به تک معده‌ای‌ها تا حدود زیادی در مقابل مصرف گوسیپول مقاوم هستند. دلیل این مقاومت تشکیل ترکیبات پروتئینی محلول و پیچیده در معدهٔ آنها است که در مقابل آنزیم‌ها مقاوم هستند.



شکل ۴ـ ساختمان شیمیایی گوسیپول

شکل ۵ـ گیاه پنبه

تحقیق کنید

در مورد سیستم گوارشی نشخوارکنندگان تحقیق کنید.

مقدار این سم به‌صورت آزاد در پنبه‌دانه بسیار متغیر است و عوامل بسیاری مانند گونه گیاه، وضعیت آب و هوایی و جنس خاک باعث ایجاد این تغییرات می‌شود.
علاوه بر موارد فوق، عملیات فراوری و روغن‌کشی پنبه‌دانه هم، روی میزان گوسیپول آزاد آن تأثیر دارد. به این ترتیب که بیشتر گوسیپول که به‌طور طبیعی در غده‌ها به‌صورت آزاد وجود دارد در هنگام روغن کشی و در مرحله پختن پرک‌ها (فلیک‌ها) تحت تأثیر حرارت و رطوبت به قسمت پروتئینی دانه متصل می‌شود.
بیشتر گوسیپول موجود در پنبه‌دانه وارد کنجاله می‌شود اما بخشی از آن هم در مرحله روغن‌کشی وارد فاز روغنی خواهد شد. از آنجا که این رنگدانه، رنگ شدید قرمز تا قهوه‌ای تیره در روغن پنبه‌دانه ایجاد می‌کند خارج کردن هر چه بیشتر آن در مرحله تصفیه مطلوب است.
تصفیه قلیایی مرحله اساسی حذف گوسیپول از روغن تخم پنبه خام است.

نکته

اداره غذا و داروی آمریکا (FDA) حداکثر مقدار مجاز گوسیپول آزاد در هر محصول پروتئینی پنبه‌دانه برای مصرف انسانی را حداکثر ۴۵۰ ppm اعلام نموده است. (FDA تعیین حدود برای گوسیپول باقی‌مانده در روغن پنبه‌دانه تصفیه شده را لازم نمی‌داند. زیرا گوسیپول باقی‌مانده در حدی نیست که بتواند به سلامت انسان زیان برساند).

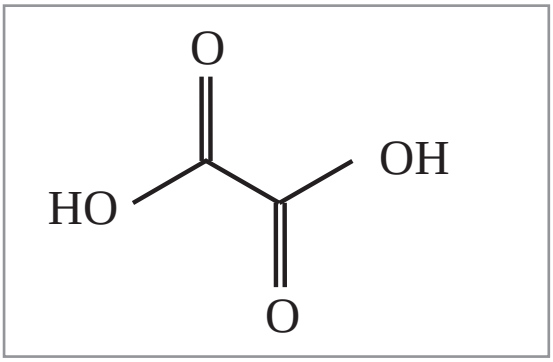
۳ـ بازدارنده‌های عناصر معدنی

در گیاهان موادی وجود دارند که مواد معدنی را از دسترس بدن خارج می‌کنند. این مواد با عناصر معدنی به شکل کمپلکس‌هایی در آمده و به این ترتیب از جذب آنها توسط روده جلوگیری می‌کنند. به این دسته از مواد چنگالی کننده یا کی‌لیت‌کننده (Chelating Agent) گفته می‌شود به این معنا که این مواد اتصالی پایدار با عناصر معدنی ایجاد می‌کنند. پس یون فلزی در این حالت از لحاظ تغذیه‌ای برای انسان قابل دسترسی نیست و دفع می‌شود و فرد به فقر آن عنصر معدنی دچار خواهد شد. مثل فیتیک اسید در غلات و یا اگزالیک اسید در برخی از سبزی‌ها.

بیشتر بدانید

بعضی از ترکیبات طبیعی ساختار چنگالی دارند، مانند: کلروفیل، میوگلوبین یا هموگلوبین و ویتامین B۱۲ که به ترتیب در ساختار خود منیزیوم، آهن و کبالت به‌صورت کی‌لیت‌شده دارند. برخی از ترکیبات چنگالی‌کننده کارایی مهمی در صنعت دارند به‌عنوان مثال اسیدهای آلی، چنگالی‌کننده‌های مهمی هستند. مثلاً سیتریک اسید علاوه بر نقش اسیدی‌کننده در صنعت روغن به‌عنوان چنگالی‌کننده باعث حذف فلزات می‌شوند.

اکسالیک اسید: اکسالیک اسید، یک اسید آلی دو ظرفیتی است که در اغلب سبزی‌ها وجود دارد. این ماده در حدود ۱۰ درصد کل مواد جامد اسفناج، ریواس و برگ چغندر را تشکیل می‌دهد.



شکل ۶ــ ساختمان شیمیایی اکسالیک اسید

شکل ۷ــ گیاه اسفناج

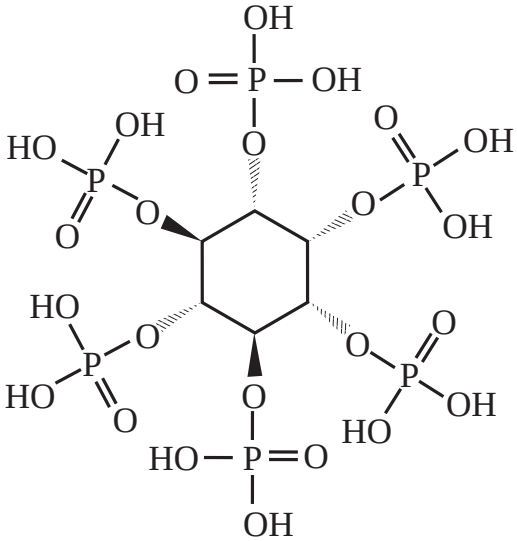
این اسید از اجزای نامطلوب رژیم غذایی به شمار می‌رود زیرا با کلسیم و آهن موجود ترکیب شده و آنها را از دسترس بدن خارج می‌کند.

تحقیق کنید

درمورد مزیت مصرف اسفناج به‌صورت بورانی (اسفناج همراه با ماست) تحقیق کنید.

فیتیک اسید: سبوس حاوی ترکیبات سلولزی و فیبری است و به‌علت خاصیت جذب آب بالا، می‌تواند زمان توقف موادغذایی در روده را کاهش داده و جذب گلوکز و کلسترول را کم کند. فیتیک اسید یا هگزوفسفات اینوزیتول، ترکیبی آلی است که در بسیاری از مواد غذایی گیاهی از جمله در ذرت، گندم، برنج، سویا و به مقدار زیاد در غلات و بقولات یافت می‌شود.

این ترکیب ذخیره اصلی فسفر در گیاهان به ویژه بذرها و سبوس است.



شکل ۸ــ ساختمان شیمیایی فیتیک اسید

تأثیر مواد فیبری سبوس عبارت‌اند از:

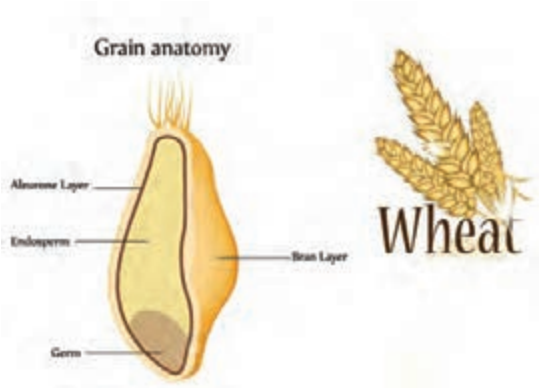
- افزایش حجم و کاهش زمان عبور مواد دفعی از روده؛
- کاهش احتمالی بروز یبوست به واسطه تسهیل حرکات دودی روده،
- کاهش جذب چربی و کلسترول.

مواد فیبری میزان چربی‌های خون به ویژه کلسترول را متعادل می‌سازند و در کاهش وزن بدن مؤثر هستند.

شکل ۹ــ سبوس برنج و گندم

با وجود مزایا و ارزش تغذیه‌ای سبوس غلات، کاربرد آنها در محصولات غذایی به‌دلیل دارا بودن فیتیک اسید محدود می‌شود. فیتیک اسید فرم ذخیره‌ای فسفر در دانه‌هاست که به‌طور متوسط ۱ تا ۲ درصد وزن خشک دانه‌های غلات و حبوبات را تشکیل می‌دهد. از مدت‌ها پیش مشخص شده است که فیتیک اسید مانع جذب کاتیون‌های چند ظرفیتی به ویژه آهن، کلسیم و روی شده و باعث کمبود این فلزات در بدن می‌شود. ترکیب فیتیک اسید با فلزات را فیتات می‌نامند. این کمپلکس‌ها در دستگاه گوارشی انسان اساساً غیرقابل جذب هستند. زیرا روده کوچک انسان فاقد آنزیم‌های تجزیه کننده فیتات، یعنی فیتاز است.

فیتاز در میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و برخی بافت‌های جانوری شناسایی شده است. فیتیک اسید در موادغذایی گیاهی قابلیت اتصال به پروتئین‌ها و آمینواسیدها را نیز دارد، در نتیجه بر قابلیت هضم پروتئین در بدن اثر منفی می‌گذارد.



شکل ۱۰ــ ساختمان دانه گندم

فیتیک اسید در دانه غلات در لایه‌های خارجی و آلرون تجمع یافته است. بنابراین مصرف فراورده‌های حاوی سبوس غلات درصورتی که به درستی فرایند نشوند به دلیل فیتیک اسید زیادی که دارند، می‌تواند برای بدن انسان مشکلات قابل‌توجهی نظیر کم‌خونی ناشی از فقر آهن، پوکی استخوان و کاهش رشد و نمو را به دنبال داشته باشد.

نکته

مطابق استاندارد ملی ایران بسته‌بندی سبوس خام برای مصرف مستقیم خوراک انسان ممنوع است.

روش‌های متفاوتی برای کاهش میزان فیتیک اسید وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش‌های آنزیمی، خیساندن، افزودن مالت، تخمیر، فرایند حرارتی، جوانه‌زنی، شستن و آسیاب کردن اشاره کرد.
تخمیر سبوس یک روش مناسب برای کاهش فیتیک اسید است. این عمل با استفاده از مخمر یا باکتری‌های لاکتیکی انجام می‌گیرد. طی عمل تخمیر، میکروب‌های لاکتیکی آنزیم فیتاز ترشح می‌کنند که باعث تجزیه فیتات‌ها و در نتیجه آزادشدن فلزات کمپلکس شده با فیتیک اسید می‌شود. هر چه زمان تخمیر یا عمل‌آوری خمیر نان طولانی‌تر باشد، میزان فیتیک اسید آن، کمتر خواهد شد.

بیشتر بدانید

نان‌های صنعتی سبوس‌دار که فرایند تخمیر بهتر و کامل‌تری را طی می‌کنند، دارای فیتیک اسیدکمتری نسبت به نان‌های سنتی حاوی سبوس هستند. تخمیر سبوس غلات علاوه بر کاهش فیتیک اسید سبب بهبود ویژگی‌های کیفی فراورده‌های نانوایی نظیر حجم مخصوص و بافت فراورده، در مقایسه با نمونه حاوی سبوس خام، می‌شود.

بحث کلاسی

درمورد تفاوت سبوس خام و تخمیری بحث کنید.

آلرژن‌های غذایی

آلرژی یا حساسیت، واکنش افراطی سیستم ایمنی بدن نسبت به عوامل گوناگون است. افراد دچار حساسیت دارای دستگاه ایمنی حساسی هستند که نسبت به مواد ظاهراً بی‌ضرر موجود در محل زندگیشان، واکنشی بیش از حد معمول نشان می‌دهند. برای مثال گرده گیاهان، می‌تواند سیستم ایمنی شخص آلرژیک را طوری تحریک کند که گویی با یک خطر جدی روبه‌رو شده است. حساسیت مشکل شایع است و تقریباً از هر ده نفر، دو نفر به نوعی از آن مبتلا هستند.
آلرژی غذایی واکنشی ناخواسته در اثر پاسخ سیستم ایمنی بدن به مواجهه با یک ماده غذایی و یا یک ترکیب غذایی است. این ترکیب تقریباً همیشه پروتئین است. حساسیت‌ها و آلرژی‌های غذایی را می‌توان به نام واکنش‌های زیان‌آور فردی نسبت به غذا نامید. زیرا تنها تعدادی از افراد جامعه را مبتلا می‌سازد.

نکته

باید توجه داشت بین آلرژی غذایی و عدم تحمل غذا، اختلاف وجود دارد. عدم تحمل غذا اغلب با محدود کردن مقدار غذا کنترل می‌شود. اما در آلرژی‌های غذایی اجتناب کلی لازم است. عدم تحمل لاکتوز، مثالی از این اختلالات متابولیکی است که ناشی از کمبود آنزیم روده‌ای لاکتاز است.

آلرژن‌های غذایی ترکیبات خاصی از غذا یا اجزای تشکیل‌دهنده غذا (اغلب پروتئین) هستند که توسط سلول‌های ایمنی بدن به عنوان آنتی ژن شناسایی می‌شوند. واکنش‌های ایمونولوژیک اختصاصی را تحریک می‌کنند که منجر به بروز علائم خاصی می‌شوند.
طیف گسترده‌ای از مواد غذایی می‌توانند باعث بروز واکنش‌های آلرژیک شوند. اما ۹۰ درصد از آلرژی‌های غذایی

ناشی از شیر گاو، سویا، تخم مرغ، گندم، بادام زمینی، مغزهای درختی، ماهی و صدف هستند. بقیه موادغذایی آلرژن‌های نادر محسوب می‌شوند یعنی به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر در کمتر از یک نفر بروز می‌کنند. واکنش‌های شدید و تهدیدکننده معمولاً زمانی رخ می‌دهند که آلرژی با یک بیماری دیگر مانند آسم همراه شود.
شدت آلرژی بین کودکان و بزرگسالان متفاوت است. مثلاً کودکان به بادام‌زمینی و پروتئین شیر حساس‌تر بوده اما نسبت به پروتئین تخم‌مرغ تنها ۲ درصد کودکان حساسیت نشان می‌دهند در صورتی‌که حساسیت افراد با سن بالاتر به پروتئین تخم‌مرغ شدیدتر است.

در ادامه به شرح مهم‌ترین مواد غذایی آلرژی‌زا پرداخته می‌شود:

بادام زمینی:حساسیت به بادام زمینی یکی از شایع ترین حساسیت‌های غذایی است. بادام زمینی می‌تواند منجر به حساسیت‌های بسیار شدید و حتی مرگ شود. به‌نظر می‌رسد حساسیت به بادام زمینی تا پایان عمر همراه فرد باشد. افراد مبتلا به این نوع حساسیت باید از مصرف بادام زمینی، روغن، کره، آرد و هر فراورده‌ای که در تولید آن از بادام زمینی استفاده شده است، خودداری کنند.

مغزهای درختی: حساسیت به مغزهای درختی یکی از شایع‌ترین حساسیت‌های غذایی در کودکان و بزرگسالان است که می‌تواند منجر به حساسیت‌های بسیار شدید، و حتی مرگ شود. افراد مبتلا به این نوع حساسیت باید از مصرف مغزها (پسته، گردو، فندق، بادام و بادام‌زمینی) و هرگونه فراورده غذایی حاوی این ترکیبات پرهیز کنند.

شیر گاو: پروتئین‌های شیر گاو عامل اصلی بروز حساسیت هستند. این نوع حساسیت در نوزادان تغذیه کننده از شیر مادر و نوزادانی که از مکمل‌های غذایی محتوی شیر استفاده می‌کنند، بروز می‌کند. پروتئین‌های شیر گاو موجود در رژیم غذایی مادر، از طریق شیر مادر به نوزاد مبتلا به حساسیت منتقل و باعث بروز حساسیت می‌شود.
علائم این آلرژی از فردی به فرد دیگر متفاوت و شامل اگزما، خارش پوست، دردهای شکمی، اسهال، استفراغ و کولیت روده است. اگر حساسیت به پروتئین‌های شیر گاو در نوزاد تشخیص داده شود، مادر نباید شیر دادن به او را متوقف کند. بلکه با حذف محصولات لبنی از رژیم غذایی خود، علائم حساسیت کودک کاهش خواهد یافت.

نکته

آلرژی غذایی ناشی از مصرف شیر به‌علت حساسیت به پروتئین‌های آن است. در حالی که عدم تحمل لاکتوز مربوط به عدم توانایی تجزیه لاکتوز در دستگاه گوارش است. حساسیت به شیر در اغلب موارد در نوزادان، ولی عدم تحمل لاکتوز در سنین بالاتر دیده می‌شود. عدم تحمل لاکتوز باعث بروز علائمی مانند نفخ و اسهال می‌شود. حساسیت به شیر می‌تواند حیات را تهدید کند، اما عدم تحمل لاکتوز گرچه آزاردهنده است ولی خطرناک نیست (شکل ۱۱).

شکل ۱۱ــ عدم تحمل به لاکتوز شیر

تخم مرغ: علائم این نوع حساسیت از حالت خفیف(کهیر) تا حالت شدید (شوک آنافیلاکسی) متغیر است. اگرچه پروتئین‌های سفیده تخم مرغ عامل ایجاد حساسیت هستند، اما به دلیل اینکه امکان جداکردن کامل سفید و زرده تخم مرغ وجود ندارد؛ افراد مبتلا باید از مصرف تخم مرغ کامل پرهیزکنند.

گندم: حساسیت به گندم معمولاً در کودکان شایع است. علائم این نوع حساسیت از حالت خفیف تا شدید متغیر است. این نوع بیماری یکی از بدترین انواع حساسیت غذایی است. به‌دلیل اینکه گندم غذای اصلی افراد بوده و در اکثر محصولات غذایی وجود دارد. افراد مبتلا به این حساسیت باید از مصرف گندم و فراورده‌های تهیه شده از آن مانند کیک، شیرینی، ماکارونی، غلات صبحانه، نان و... اجتناب کنند. اما این افراد می‌توانند فراورده‌های سایر غلات مانند جو، برنج و ذرت را مصرف کنند.

نکته

حساسیت به گندم نباید با بیماری سلیاک یا عدم تحمل گلوتن اشتباه گرفته شود. حساسیت به گندم در اثر واکنش افراطی سیستم ایمنی بدن به یک نوع پروتئین گندم رخ می‌دهد. در حالی که بیماری سلیاک در اثر واکنش غیر طبیعی بدن به گلوتن گندم ایجاد شده و روده کوچک و سیستم گوارشی را درگیر می‌کند. سلیاک یک سندروم سوء جذب است که در افراد حساس، به دنبال خوردن گندم، چاودار، جو و در برخی موارد جودوسر به‌وجود می‌آید. علائم سلیاک شامل اسهال، استفراغ، کاهش وزن، کم خونی، درد استخوان، خستگی شدید، ضعف و گرفتگی عضلات است. سلیاک یک بیماری ارثی است. افراد مبتلا به سلیاک باید از مصرف گلوتن در تمامی فراورده‌های غلات اجتناب کنند در حالی‌که فرد مبتلا به حساسیت به گندم قادر است غلات دیگر را مصرف نماید.

سویا: حساسیت به سویا در اوایل کودکی بروز کرده و تا سه سالگی ادامه می‌یابد. واکنش‌های حساسیت به سویا خفیف بوده و تنها در موارد نادری واکنش‌های شدید بروز می‌کند. با این وجود در تمامی موارد اجتناب از مصرف سویا و فراورده‌های دارای سویا ضروری است.

ماهی: این نوع حساسیت معمولاً مادام‌العمر بوده و افراد مبتلا به این بیماری معمولاً اولین حساسیت خود را در سن بلوغ تجربه می‌کنند. قزل‌آلا، تن و سالمون از جمله شایع‌ترین ماهی‌های عامل حساسیت هستند.

سخت پوستان: این نوع حساسیت مادام‌العمراست. اکثر افراد مبتلا به این نوع حساسیت اولین حساسیت خود را در بزرگسالی تجربه کرده‌اند. میگو، خرچنگ و صدف خوراکی عامل اصلی حساسیت به سخت پوستان هستند. راه پیشگیری از این نوع حساسیت در افراد مبتلا، اجتناب از مصرف این محصولات و موادغذایی حاوی این ترکیبات است.

نکته

۱ تنها راه درمان حساسیت‌های غذایی، پرهیز غذایی است. زیرا حتی مقادیر کم غذای ناسازگار هم می‌تواند بروز واکنش‌های زیان‌آور را تحریک کند.

۲ خواندن دقیق برچسب‌های موادغذایی مهم‌ترین راه پیشگیری از علائم حساسیت‌های غذایی است. برچسب بسته‌بندی باید کاملاً منعکس‌کننده محتویات محصول باشد.

شکل ۱۲ــ مواد غذایی حساسیت زا

اهمیت مایکوتوکسین‌ها در مواد غذایی

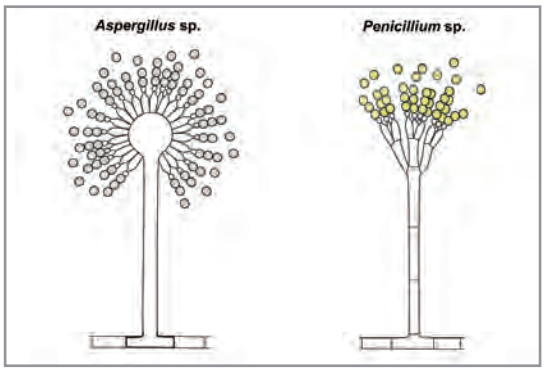
مایکوتوکسین‌ها گروهی از ترکیبات سمی طبیعی هستند که توسط گونه‌های متعددی از قارچ‌ها تولید می‌شوند. این ترکیبات ساختمان شیمیایی متفاوت داشته و اغلب دارای وزن مولکولی پایین هستند. مایکوتوکسین‌ها مقاومت حرارتی نسبتاً بالایی دارند. قارچ‌ها می‌توانند سبب آلوده‌شدن محصولات کشاورزی و موادغذایی در فرایندهای تولید، انتقال و ذخیره‌سازی موادغذایی شوند. غلات، دانه‌های روغنی، خشکبار و میوه‌های خشک، مستعد آلودگی‌های قارچی هستند. مایکوتوکسین‌ها همواره به‌عنوان تهدیدکننده سلامتی انسان و حیوانات اهلی مطرح هستند.

نکته

فلور قارچی طبیعی موجود در منابع غذایی انسان عمدتاً شامل سه جنس آسپرژیلوس (*Aspergillus*) فوزاریوم (*Fusarium*) و پنی سیلیوم (*Penicillium*) است .

مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه نسبتاً مقاومی هستند که از قارچ‌های رشته‌ای تولید می شوند.

شکل ۱۳ـ اثرات ظاهری رشد قارچ روی ذرت



شکل ۱۴ـ ساختمان فیزیولوژیک قارچ‌های آسپرژیلوس و پنی سیلیوم

بیشتر بدانید

ترکیبات شرکت‌کننده در متابولیسم سلولی را متابولیت می‌نامند. دو نوع متابولیت اولیه و ثانویه توسط میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شود. متابولیت‌های اولیه قارچ‌ها همانند سایر ارگانیسم‌ها ترکیبات ضروری برای رشد هستند و شامل کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شوند. متابولیت‌های ثانویه در انتهای فاز لگاریتمی رشد تولید می‌شوند و در رشد و متابولیسم موجود نقشی ندارند. معمولاً متابولیت‌های ثانویه زمانی تولید می‌شوند که مقدار زیادی از پیش‌سازهای متابولیکی اولیه مثل آمینواسیدها در محیط تجمع یابند. آنتی‌بیوتیک‌ها و مایکوتوکسین‌ها از دسته متابولیت‌های ثانویه هستند.

اهمیت سم‌شناسی مایکوتوکسین‌ها

هرچند که بیماری‌های حاصل از سموم قارچی قدمت دیرینه دارند ولی حدوداً بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ مشخص شد که این بیماری‌ها مرتبط با متابولیت‌های قارچی هستند. امروزه مشخص شده است که مایکوتوکسین‌ها عامل بروز اپیدمی‌های بزرگی چون ارگوتیسم در اروپا بوده‌اند.

اهمیت اقتصادی مایکوتوکسین‌ها

بر اساس برآورد سازمان خواربار جهانی (FAO) در حدود ۲۵ درصد غذای دنیا به مایکوتوکسین‌ها آلوده می‌شود. به این ترتیب مایکوتوکسین‌ها به‌عنوان یک مشکل جهانی درنظرگرفته می‌شوند. با این حال به واسطه شرایط آب و هوایی در مناطق خاصی از جهان، امکان آلودگی محصولات به این سموم بیشتر است. علاوه بر محصولات کشاورزی، مایکوتوکسین‌ها بر تولیدات دامی نیز اثرات مخربی دارند. زیان‌های اقتصادی حاصل عبارت‌اند از کاهش تخم‌گذاری، کاهش باروری و افزایش ابتلا به عفونت‌های منتهی به مرگ و میر. علاوه بر این، شیر، تخم و گوشت این حیوانات نیز می‌توانند حاوی بقایای سموم قارچی باشند.

خواص عمومی مایکوتوکسین‌ها به شرح زیر است:

- مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه قارچ‌های رشته‌ای هستند که تحت شرایط مناسب روی محصولات غذایی انسان و حیوانات تولید می‌شوند.
- از نظر ساختمانی غالباً هیدروکربن‌های حلقوی و به ندرت خطی هستند.
- اکثراً وزن مولکولی پایینی دارند و به‌همین دلیل، به تنهایی فاقد خاصیت آنتی ژنیک بوده و در نتیجه قادر به تحریک سیستم ایمنی میزبان نیستند. در حالی که سموم باکتریایی ماکرومولکول‌هایی نظیر پلی پپتیدها، پروتئین‌ها یا لیپوپلی ساکاریدها هستند.
- در مقابل عوامل فیزیکی نظیر حرارت، آسیاب‌کردن و سایر اعمالی که روی موادغذایی خام تا مراحل

بسته‌بندی اعمال می‌شود، مقاوم هستند.

- مسمومیت‌زاهای بالقوه‌ای هستند که تحت شرایط مناسب باعث آلودگی موادغذایی می‌شوند.

نکته

مایکوتوکسین‌ها چهار نوع اصلی از مسمومیت را موجب می‌شوند که عبارت‌اند از مسمومیت حاد، مسمومیت مزمن، خاصیت جهش‌زایی و ناقص‌الخلقه زایی.

تحقیق کنید

در مورد تفاوت انواع مسمومیت‌ها گزارشی تهیه و در کلاس ارائه دهید.

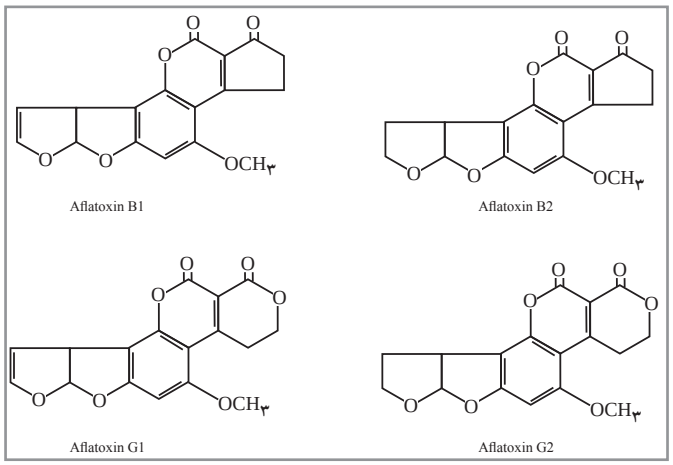
آثار بلند مدت مصرف مقادیر اندک مایکوتوکسین متفاوت است. اصلی‌ترین اثر مزمن بسیاری از مایکوتوکسین‌ها ایجاد سرطان به‌ویژه در کبد است. برخی از سموم، همانندسازی DNA را تحت تأثیر قرارمی‌دهند و به این ترتیب آثار جهش‌زایی (موتاژنیک) و یا ناقص‌الخلقه زایی (تراتوژنیک) باقی می‌گذارند.

مایکوتوکسین‌ها دارای انواع متفاوتی هستند که در ادامه به ذکر ویژگی‌های برخی از مهم‌ترین آنها پرداخته می‌شود.

آفلاتوکسین

در سال ۱۹۵۹ یک واقعه منحصربه‌فرد به‌وقوع پیوست که موجب جلب توجه محققین به مایکوتوکسین‌ها شد. این موضوع مرگ هزاران بوقلمون و سایر طیور بود. این بیماری در ابتدا به‌عنوان بیماری نامشخص بوقلمون نامیده شد. مشخص شد که این پرندگان توسط نوعی سم موجود در بادام زمینی مورداستفاده در تولید مکمل پروتئینی خوراک طیور مسموم شده‌اند. این ماده سمی *آفلاتوکسین (Aflatoxin)* نامیده شد و ثابت شده که به‌وسیله رشد کپک *آسپرژیلوس فلاوس* (*Aspergillus flavus*) تولید شده است.

سه گونه آسپرژیلوس که آفلاتوکسین تولید می‌کنند شامل *آسپرژیلوس فلاووس*، *آسپرژیلوس پارازیتیکوس* (*A.parasiticus*) و *آسپرژیلوس نومیوس* (*A.nomius*) هستند. مطالعات نشان داده که چهار نوع اصلی آفلاتوکسین وجود دارد که شامل (B_1، B_2، G_1 و G_2) هستند. اثر آفلاتوکسین‌ها روی حیوانات بسته به جنس، سن، گونه، شرایط تغذیه‌ای حیوان، دز مصرفی، تکرار مصرف و ترکیب رژیم غذایی کاملاً متفاوت است. اولین اندامی که مبتلا می‌شود، کبد است. اما تغییرات می‌تواند در بیشتر اندام‌ها دیده شود. سرطان‌زایی، جهش‌زایی و سمیت شدید آفلاتوکسین‌ها به اثبات رسیده است. نوع B_1 که توسط تمام این کپک‌ها تولید می‌شود، از نظر شیوع و سمیت بیشترین اهمیت را داشته و از قوی‌ترین سرطان‌زاهای طبیعی است. هرگاه خوراک گاوهای شیری، آلوده به آفلاتوکسین B_1 باشد، این ترکیب در بدن گاو دچار تغییر شیمیایی شده و به‌صورت آفلاتوکسین M_1 در می‌آید و به این ترتیب این آفلاتوکسین وارد شیر می‌شود. این مسئله موجب می‌شود که بدون ایجاد کپک زدگی در شیر، شرایطی جهت آلودگی شیر و محصولات شیری ایجاد شود.



شکل ۱۵ــ ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین

در ابتدا، این مسئله در نظر گرفته شد که آلودگی به آفلاتوکسین اساساً ناشی از نگهداری نامناسب محصولات بعد از برداشت است که به کپک‌های انباری نظیر آسپرژیلوس‌ها و پنی سیلیوم‌ها اجازه می‌دهد روی محصولات رشد نموده و مایکوتوکسین‌ها را تولید نمایند. اکنون مشخص شده است که تولید آفلاتوکسین‌ها تنها مسئله ناشی از نگهداری نامناسب نیست و این ترکیبات در مرحله قبل از برداشت و در محصولات در حال رشد در مزرعه نیز تولید می‌شوند.

نکته

رطوبت بالا و هوای گرم مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده تولید آفلاتوکسین در مواد غذایی هستند.

روش‌های متعددی برای رفع آلودگی به آفلاتوکسین و کنترل محصول پس از برداشت ارائه شده است. مثل غیر فعال‌سازی گرمایی، استخراج به کمک حلال، پرتوتابی با اشعه فرابنفش و نیز استفاده از برخی مواد شیمیایی مثل سدیم هیدروکسید، سدیم هیپوکلریت و سدیم بی سولفیت. که هر کدام در محصولاتی خاص اثرات کاهش‌دهندگی آفلاتوکسین را نشان داده‌اند.

حد مجاز آفلاتوکسین B_1 در غذا و علوفه توسط FAO و WHO در حد ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شده است.

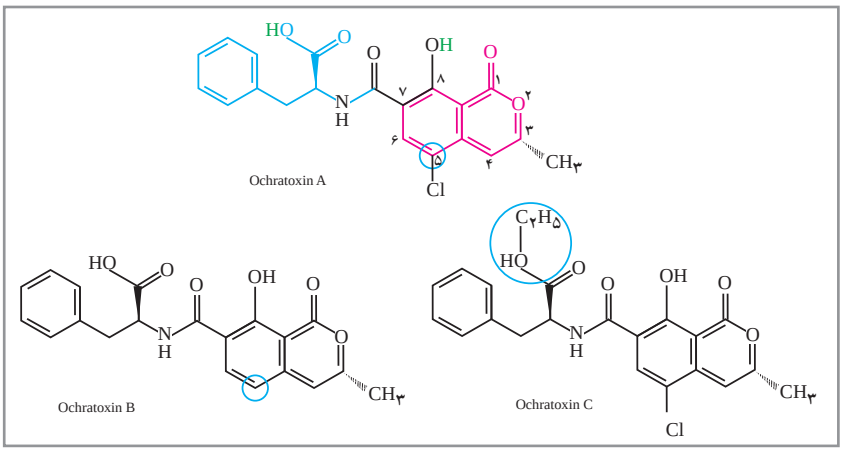
تحقیق کنید

باتوجه به جایگاه ویژه مغزهای درختی به‌خصوص پسته در صادرات غیر نفتی کشور ما درمورد اهمیت کنترل آفلاتوکسین در این محصولات تحقیق کنید.

کنترل شرایط تولید اکراتوکسین‌ها

اکراتوکسین‌ها گروهی شامل هفت متابولیت ثانویه هستند که از لحاظ ساختمانی به یکدیگر شباهت دارند. شناخته شده‌ترین و سمی‌ترین آنها اکراتوکسین A (Ochratoxin A) است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که اکراتوکسین A توسط قارچ‌های *پنی سیلیوم وروکوزوم* و گونه‌های آسپرژیلوس به‌ویژه *آسپرژیلوس اوکراسئوس* و *آسپرژیلوس نایجر* در موادغذایی و خوراک دام تولید می‌شود. در طیف وسیعی از موادغذایی شامل غلات، قهوه، میوه‌های خشک، آب انگور و فراورده‌های گوشتی عمل آوری و خشک شده حضور اکراتوکسین A گزارش شده است. با این وجود غلات و فراورده‌های آن از مهم‌ترین منابع آلودگی انسان به این توکسین شناخته شده است. پایداری کلی این ماده بالاست و امکان تجمع آن در بافت‌های چربی وجود دارد. این ماده با تمیزکردن و آسیاب کردن از بین نمی‌رود و به‌طور مساوی بین آرد و سبوس توزیع می‌شود.

اکراتوکسین‌همانندبسیاری دیگر از مایکوتوکسین‌ها در برابر گرما پایدار است. به‌طوری که با روش‌های معمول پختن از بین نمی‌رود.



شکل ۱۶ــ ساختمان شیمیایی اکراتوکسین‌ها

امروزه مشخص شده است که اکراتوکسین A در مقادیر پایین، شیوع گسترده‌ای در موادغذایی دارد. ارزیابی‌های سم شناسی جدید درمورد این سم نشان می‌دهد که این ترکیب نه تنها یک نفروتوکسین حاد است بلکه ممکن است موجب ایجاد سرطان کلیه شود.

پرسش

نفروتوکسین چیست؟

با توجه به خطرات بالقوه اکراتوکسین بسیاری از کشورها حد مجاز پایینی را برای حضور احتمالی آن در موادغذایی در نظر گرفته‌اند.

نکته

مطابق استاندارد ملی ایران حد مجاز این مایکوتوکسین ۵ نانوگرم بر گرم تعیین شده است. ($۱ng = ۱۰^{۹} kg$)

پاتولین

پاتولین یکی از مایکوتوکسین‌های مهم است که توسط بسیاری از پنی‌سیلیوم‌ها به‌ویژه پنی‌سیلیوم اکسپانسوم و *پنی‌سیلیوم پاتولوم* و بعضی آسپرژیلوس‌ها مثل آسپرژیلوس کلاواتوس و نیز بایسوکلامیس‌ها مثل *بایسوکلامیس فولوا* تولید می‌شود. پاتولین مقاوم به حرارت و اسید بوده ولی در محیط قلیایی ناپایدار است. این ماده به‌علت داشتن ویژگی‌های سرطان‌زایی قوی از نگرانی‌های بهداشتی عمومی است. با انجام آزمایشات مختلف روی حیوانات اثرات سرطان‌زایی، تراتوژنیک و موتاژنیک پاتولین به اثبات رسیده و توسط آژانس تحقیقات سرطان به‌عنوان یک ماده با احتمال سرطان‌زایی بالا برای انسان دسته‌بندی شده است. پاتولین تعداد زیادی از محصولات کشاورزی را آلوده می‌کند که معمولاً به‌وسیله انسان‌ها و حیوانات مصرف می‌شوند. این سم در نان کپک‌زده، سوسیس، و برخی میوه‌ها مثل موز و گلابی و آناناس یافت شده است اما شایع‌ترین منبع این مایکوتوکسین سیب و محصولات آن است.

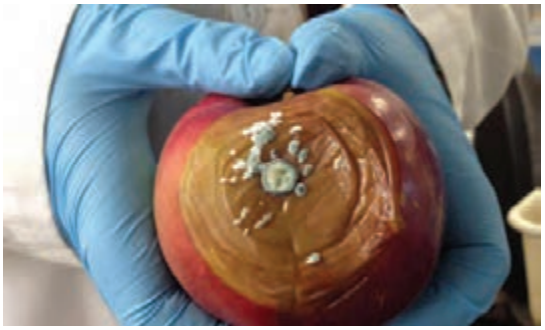
نکته

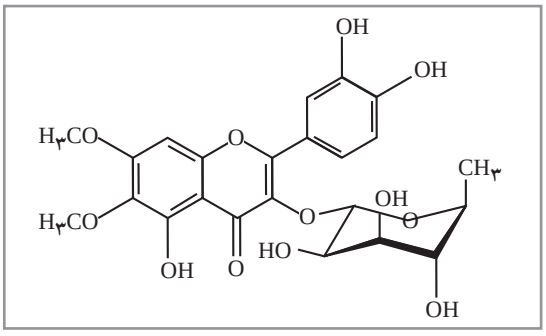
مقدار مجاز پاتولین در فراورده‌های محصول سیب از جمله در آب سیب طبق استانداردهای بین‌المللی برابر ۵۰ میکروگرم در کیلوگرم است.

بعضی از روش‌هایی که برای کنترل پاتولین ارائه شده شامل برداشتن قسمت‌های کپکی، افزودن آسکوربیک اسید به عصاره سیب، تخمیر الکلی و افزودن $SO_۲$ است. حذف فیزیکی نقاط کپکی قابل رؤیت از سیب‌ها قبل از فرایند کردن بهترین روش برای کاهش پاتولین است.

نکته

اثبات حضور پاتولین در آب میوه شاخص مناسبی برای نشان‌دادن استفاده از میوه با کیفیت بسیار نامناسب در تهیه آب میوه است.





شکل ۱۷ــ ساختمان شیمیایی پاتولین

پرسش

آیا عدم وجود کپک در یک ماده غذایی نشانه عدم وجود مایکوتوکسین است؟

نکته

بیماری به‌وجود آمده در نتیجه مصرف سموم قارچی، مایکوتوکسیکوز نامیده می‌شود.

تشکیل سموم میکروبی در موادغذایی

غذا می‌تواند به‌عنوان یک حامل و ناقل بسیاری از میکروارگانیسم‌ها را با خود حمل کند. در بعضی مواقع غذا شرایط رشد عامل عفونت‌زا را فراهم می‌کند که به آن ناقل فعال می‌گویند. اما گاهی این عامل عفونت‌زا در غذا رشد ننموده و تنها به‌وسیله غذا حمل می‌شود. در این حالت غذا، نقش ناقل غیر فعال را دارد.

از دیدگاه بهداشت عمومی مسمومیت‌های غذایی یکی از عمده‌ترین بیماری‌های جوامع مختلف به شمار می‌روند. براوردها نشان می‌دهد که سالانه بیش از پنج میلیون کودک در اثر مسمومیت‌های ناشی از بیماری‌های غذازاد از بین می‌روند.

مسمومیت‌های غذایی به دو طریق مستقیم و غیر مستقیم در اقتصاد ملی نیز تأثیر دارند. تأثیر مستقیم شامل هزینه معالجات پزشکی مسمومیت‌های غذایی است که در موارد وقوع گسترده می‌تواند بسیار پرهزینه باشد.

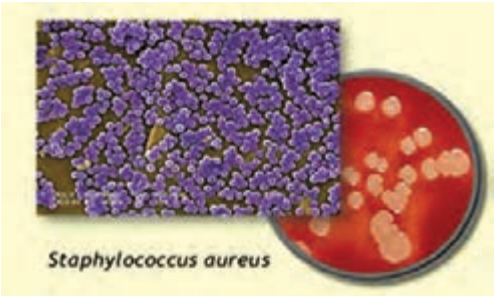
نکته

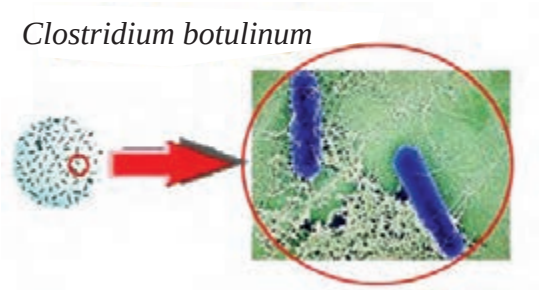
طبق بررسی‌های انجام شده حدود ۷۷ درصد مسمومیت‌های غذایی مربوط به مراکز تهیه غذا و رستوران‌ها، حدود ۲۰ درصد مربوط به منازل و تنها ۳ درصد مربوط به موادغذایی تجاری تولیدشده توسط کارخانه‌ها است.

با وجودی که کارخانه‌های موادغذایی معیارهای کنترل را برای تهیه محصولات سالم به‌کار می‌برند، اما این تا موقعی است که محصول به دست مصرف‌کننده برسد. چون مصرف‌کننده مسئولیت نگهداری غذا در شرایط بهداشتی را به‌عهده دارد و هرگونه تخطی از معیارهای خاص کنترل آن غذا مثل نگهداری در شرایط نامناسب ممکن است باعث رشد و یا تولید سم توسط میکروب‌های بیماری‌زای موجود در غذا شود.

عوامل بیماری‌زای باکتریایی موادغذایی

دو گروه باکتری مولد بیماری در موادغذایی وجود دارد. گروه اول تحت عنوان باکتری‌های عامل مسمومیت موادغذایی هستند. مسمومیت از طریق مصرف موادغذایی حاوی سم باکتری حاصل می‌شود که نمونه‌های آن مسمومیت حاصل از *کلستریدیوم بوتولینوم* و *استافیلوکوکوس اورئوس* است. گروه دوم باکتری‌های عامل عفونت موادغذایی هستند. عفونت از طریق مصرف غذای حاوی باکتری‌های زنده ایجاد می‌شود. در این حالت باکتری با تکثیر خود و یا تولید متابولیت‌های خاص خود، عوارضی را در بدن میزبان ایجاد می‌کند. مانند اغلب باکتری‌های گرم منفی بیماری‌زا.





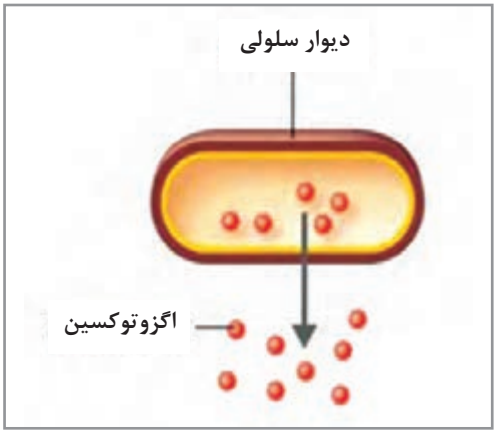
شکل ۱۸ــ استافیلوکوکوس اورئوس و کلستریدیوم بوتولینوم

گاهی باکتری‌های غیر بیماری‌زای عامل فساد ممکن است باعث بروز بیماری در انسان شوند. مانند باکتری‌های عامل بروز مسمومیت هیستامینی که ناشی از رشد بعضی باکتری‌های عامل فساد در ماهی است.

سموم باکتریایی به دو گروه عمده اندوتوکسین و اگزوتوکسین تقسیم می‌شوند.

اندوتوکسین‌ها بخشی از پوشش خارجی دیواره باکتری‌های گرم منفی هستند که با متلاشی‌شدن باکتری آزاد می‌شوند. مقاومت این ترکیبات در برابر حرارت بسیار زیاد است.

اگزوتوکسین‌ها سموم باکتریایی هستند که پس از تکثیر میکروارگانیسم‌ها تولید و به محیط ترشح می‌شوند. اگزوتوکسین‌ها حتی پس از مرگ سلول‌های میکروبی هم در غذاها باقی می‌مانند.



شکل ۱۹ــ نحوه آزاد شدن اگزوتوکسین

برخی از باکتری‌های گرم منفی مثل خانواده انتروباکتریاسه داخل روده اگزوتوکسین تولید می‌کنند. مهم‌ترین اگزوتوکسین، انتروتوکسین است. انتروتوکسین به هر سمی که با غذا خورده شود و یا توسط میکروب‌ها در روده تولید شده و روی لایه موکوسی روده اثر نامساعدی گذارد، اطلاق می‌شود. سیتوتوکسین به هر سمی که بتواند از طریق هجوم آنزیمی باعث مرگ سلول‌های میزبان شود، گفته می‌شود. مثل سیتوتوکسینی که شیگلا تولید نموده و باعث اسهال خونی می‌شود.

نوروتوکسین‌ها به هر سمی گفته می‌شود که در جریانات عصبی بدن تداخل ایجادکنند. نمونه بارز آن سم مهلک بوتولینوم است.

بیماری‌های غذایی را در چهار دسته تقسیم‌بندی می‌کنند:

الف) عفونت‌های غذایی که در آن باکتری به جداره روده متصل شده کلونی تولید می‌کند و به این ترتیب بیماری ایجاد می‌کند مثل *سالمونلا، شیگلا، کامپیلوباکتر، یرسینیا و لیستریا*

ب) باکتری با ارتباط مستقیم در مخاط روده کلونی تولید نموده و تولید انتروتوکسین می‌کند مثل ویبریوکلرا و *اشرشیاکلی* انتروتوکسین زا

ج) باکتری بدون ایجاد کلونی در روده تولید انتروتوکسین می‌کند مثل *باسیلوس سرئوس* و *کلستریدیوم پرفرنجنس*

د) مسمومیت‌های غذایی که عامل آن خوردن سم از پیش تولیدشده توسط باکتری در غذا است. *کلستریدوم بوتولینوم، باسیلوس سرئوس* نوع استفراغ زا و *استافیلوکوکوس اورئوس*

اصول عمومی روش‌های پیشگیری از بیماری‌های ناشی از موادغذایی

- حفاظت غذا از آلودگی به عوامل بیماری‌زا به‌وسیله انتخاب موادغذایی بهتر و سالم‌تر، پاستوریزاسیون یا روش‌های حرارتی کافی دیگر؛
- رعایت بهداشت عمومی در طول مدت حمل، تهیه و آماده‌سازی؛
- مصرف سریع غذا بعد از تهیه آن و نگهداری موادغذایی فاسدشدنی در یخچال؛
- گرم‌کردن کافی غذای سرد برای استفاده مجدد؛
- آموزش عمومی به مردم درمورد بیماری‌های ناشی از موادغذایی؛

برخی از مهم‌ترین باکتری‌های ایجادکننده بیماری‌های غذازاد (Food born) به شرح زیر هستند:

۱ـ اشرشیاکلی

اشرشیاکلی معمولاً به‌عنوان بخشی از فلور میکروبی طبیعی روده انسان و بسیاری از حیوانات محسوب می‌شود. این باکتری گرم منفی، میله‌ای کوتاه، غیر اسپورزا، هوازی ـ بی‌هوازی و مزوفیل است که دمای اپتیمم آن حدود ۳۰ درجه سلسیوس است. مقاومت حرارتی قابل توجهی ندارد اما در مقابل سرما و حتی انجماد مقاوم است.

شکل ۲۰ـ اشرشیاکلی

ارتباط با موادغذایی: آلودگی مدفوعی مهم‌ترین عامل ایجاد موارد شیوع بیماری‌های مرتبط با انواع اشرشیاکلی است.

از دسته موادغذایی دخیل در این مورد می‌توان به سبزیجات، سالاد سیب زمینی، پنیرهای نرم، گوشت و فراورده‌های آن و گاهی شیر خام اشاره کرد.

عدم رعایت موارد بهداشتی و نیز نقص در فرایند حرارتی عوامل اصلی شیوع این بیماری‌ها هستند.

این باکتری در بدن عموماً یک همزیست بی‌زیان است اما می‌تواند به‌عنوان یک پاتوژن فرصت طلب عمل نموده و عفونت‌هایی نظیر مسمومیت خونی، عفونت مجاری ادراری، عفونت ریوی و عفونت پرده مغز را در نوزادان ایجاد کند.

نکته

وجود معمول در مدفوع، سادگی کشت، عموماً غیر بیماری‌زا بودن و قابلیت زنده‌مانی در آب باعث شده از *اشرشیاکلی* به‌عنوان شاخص آلودگی مدفوعی آب و شاخص احتمال حضور پاتوژن‌های روده‌ای مثل *سالمونلا تیفی* در آن یاد شود.

نژادهای مولد بیماری این باکتری بر اساس خصوصیت بیماری‌زایی خود به چند دسته تقسیم می‌شوند:

الف) اشرشیاکلی انتروپاتوژنیک (EPEC): این باکتری مسئول بسیاری از بیماری‌های اسهالی کودکان است. علائم این بیماری بسیار متغیر است به گونه‌ای که از نوع بی نهایت ملایم تا نوع شدید و تهدید کننده زندگی متغیر است.

ب) اشرشیاکلی حمله‌کننده به روده (EIEC): علائم این باکتری شبیه شیگلوز (بیماری حاصل از شیگلا) است. اسهال خونی، تب و کولیت از عوارض آن است. اختلاف مهم این باکتری با شیگلا در تعداد باکتری لازم برای بروز بیماری است به این ترتیب که شیگلا با تعداد کم هم بیماری‌زا است. اما این باکتری تنها در تعداد بسیار زیاد خواص بیماری‌زایی نشان می‌دهد. این نژادها انتروتوکسین تولید نمی‌کنند. اما وارد سلول‌های پوششی روده بزرگ شده و در آنجا تکثیر می‌کنند. سپس گسترش یافته و به سلول‌ها متصل می‌شوند.

ج)اشرشیاکلی مولد انتروتوکسین (ETEC): علائم این بیماری به واسطه تولید توکسین‌هایی است که تولید می‌کند. این توکسین‌ها در دو نوع مقاوم و حساس به حرارت هستند.

د) اشرشیاکلی مولد خونریزی روده‌ای (EHEC): از نظر مکانیسم بیماری‌زایی در سال‌های اخیر توجه زیادی به این باکتری شده است. عامل اصلی اسهال‌های ناشی از موادغذایی در کشورهای پیشرفته است. بیشترین توجه به سروتیپ معروف آن $H_{۷}:O_{۱۵۷}$ مربوط می‌شود. این سروتیپ باعث اپیدمی و مرگ و میر شده است. بیشتر موارد شیوع بیماری‌های این سروتیپ در ارتباط با گوشت گاو است. انتقال به انسان از طریق مصرف محصولات گوشتی نیمه پخته و یا خام و شیر خام صورت می‌گیرد. ماست، پنیر، سبزی‌ها، سالاد و ذرت پخته هم در ایجاد بیماری دخالت دارند.

کودکان و افراد سالخورده آسیب‌پذیرترین افراد جامعه نسبت به این میکروارگانیسم‌ها هستند.

منبع اصلی اشرشیا کلی در محیط احتمالاً مدفوع انسان‌های آلوده به عفونت است. ولی ممکن است حیوانات به‌عنوان مخزن عمل نمایند. مدفوع و آب‌های غیر تصفیه‌شده بیشترین منابع آلودگی موادغذایی به این میکروب هستند.

اقدامات کنترلی:

- رعایت بهداشت فردی؛
- تصفیه مؤثر آب و فاضلاب؛
- اجتناب از آلودگی متقابل از موادغذایی خام و آب آلوده؛
- عملیات حرارتی مناسب مانند پختن و پاستوریزه نمودن.

۲ـ کلستریدیوم بوتولینوم

این باکتری میله‌ای شکل، اسپورزا، بی هوازی، و گرم مثبت است و بر اساس ویژگی‌های طبیعی خود به هفت نوع A,B,C,D,E,F,G تقسیم می‌شود. که از این بین، انواع A,B,E,F,G در انسان بیماری‌زا هستند.

این میکروارگانیسم در انواع خاک‌ها و آب‌ها یافت می‌شود. رشد نژادهای کلستریدیوم بوتولینوم و تولید توکسین توسط آنها در موادغذایی فراوری شده تحت خلأ مورد توجه خاصی قرار گرفته است. اسپورهای کلستریدیوم بوتولینوم در موادغذایی کم اسید مثل انواع گوشت قادر به جوانه‌زنی، رشد و تولید سم هستند. دما و زمان نگهداری مواد غذایی دو عامل مهم برای جلوگیری از تولید سم توسط این باکتری هستند. اگزوتوکسین کلستریدیوم بوتولینوم نوعی نوروتوکسین است. نوروتوکسین‌های بوتولینومی سمی‌ترین مواد شناخته‌شده هستند. توکسین نوع A کشنده‌ترین نوع است.

نکته

این سموم از طریق غشای مخاطی دستگاه تنفس و نیز دیواره معده و روده‌ها جذب خون می‌شوند. سموم کاملاً توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک معده غیرفعال نمی‌شوند و در واقع سموم تولیدشده توسط انواع غیر پروتئولیتیک ممکن است فعال هم شوند. این سم باعث فلجی و شل‌شدن عضلات شده و جزء سموم حساس به حرارت است، به گونه‌ای که پس از ۱۰ دقیقه حرارت‌دهی در دمای ۸۰ درجه سلسیوس غیر فعال می‌شود.

علائم بوتولیسم بین ۱۲ تا ۷۲ ساعت پس از مصرف غذاهای حاوی این سم ظاهر می‌شوند. این علائم شامل تهوع، استفراغ، کوفتگی، سرگیجه، سردرد، خشکی پوست، دهان و گلو، یبوست، تب ملایم (یا عدم وجود تب)، فلج عضلات، دوبینی و در نهایت مرگ هستند.

بیماری بسته به مقاومت بیمار و سایر عوامل بین ۱ تا ۱۰ روز طول می‌کشد. میزان مرگ و میر هم بین ۳۰ تا ۶۵ درصد متغیر است. روش درمان آن تزریق هر چه سریع‌تر آنتی سرم خاص آن است.

شرایطی که رشد و توکسین‌زایی *کلستریدیوم بوتولینوم* را تشدید می‌کنند شامل رطوبت نسبتاً زیاد، نمک کم، اسید کم ($pH>۴/۶$)، غذاهای عاری از اکسیژن و نگهداری‌شده بدون یخچال است.

در صنایع غذایی از انواع روش‌های عمل‌آوری فیزیکی و شیمیایی برای از بین بردن اسپورها و یا کنترل رشد کلستریدیوم بوتولینوم استفاده می‌شود.

روش‌های جلوگیری از رشد بوتولینوم شامل:

- فرایند حرارتی استریلیزاسیون تجاری
- پاستوریزاسیون همراه با سایر ترکیبات نگهدارنده مثلاً استفاده از نیتریت و یا نیترات در فراورده‌های گوشتی (سوسیس و کالباس)
- نگهداری در دمای پایین (دمای یخچال و یا انجماد)
- اسیدی کردن موادغذایی مثل ترشی‌ها، مایونز و کمپوت میوه‌ها
- کاهش فعالیت آبی (a_w) به کمتر از ۰/۹۳

وقوع زیاد مسمومیت بوتولیسم در موادغذایی فراوری شده خانگی به ویژه کنسروهای خانگی در مقایسه با کنسروهای تجارتی حاکی از کنترل عوامل کلیدی در پیشگیری از رشد این باکتری و تولید توکسین است.

تحقیق کنید

یک قوطی کنسرو ماهی را به مدت ۲۰ دقیقه در آب جوش قرار دهید. سپس درب آن را به سرعت باز کرده و دمای عمق گوشت را به‌وسیله دماسنج اندازه‌گیری کنید.

واحد یادگیری ۶
تحلیل مسمومیت‌های شیمیایی در موادغذایی

امروزه آلودگی محیط زیست و خطرات ناشی از آن، که بر اثر پیشرفت فناوری و صنعت به‌وجود آمده، جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده است. گرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خودپالایی معینی برخوردار است، اما کثرت و فزونی مواد آلوده‌کننده در اغلب حالات این خاصیت بهینه‌سازی را از آن سلب می‌کند و سبب بروز تغییرات اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری و غیرقابل استفاده شدن آب، خاک و هوا می‌شود.

برخی مواد تحت تجزیه باکتریایی قرار نگرفته و نسبت به دیگر ترکیبات پایدارتر هستند، اما به‌صورت‌های مختلف و غالباً با تأثیرات مضر، با گیاهان و جانوران وارد واکنش می‌شوند و به دلیل اثرات مضر و پایداری‌شان، تهدیدی جدی به شمار می‌روند. از آلاینده‌های اساسی می‌توان به فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی و ...)، هیدروکربن‌های هالوژن‌دار، سموم هیدروکربنه کلردار، بیفنول‌های پلی کلره و مواد رادیواکتیو اشاره نمود.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل اثر عوامل مختلف بیولوژیکی و شیمیایی ایجادکننده مسمومیت در مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی

ضایعات محصولات کشاورزی در برخی کشورها در مراحل قبل و بعد از برداشت درصورت عدم مصرف آفت‌کش‌ها تا بیش از ۴۰ درصد برآورد شده است.

تولید محصولات گلخانه‌ای به‌طور ویژه مستلزم کاربرد سموم دفع آفات نباتی است. زیرا در تولید این محصولات شرایط مساعدی برای گسترش آفات و عوامل بیماری‌زا فراهم است. به این ترتیب بررسی‌ها نشان داده است که این نوع تولید می‌تواند منجر به باقی‌ماندن سموم درمحصول در مقادیر بالاتر از حد قانونی قابل قبول توصیه‌شده، شود.

در کشور ما از حدود ۸۰۰ آفت‌کش موردمصرف در دنیا بیش از ۲۰۰ نوع آن با فرمولاسیون‌های مختلف و کاربردهای متفاوت به ثبت رسیده است. متأسفانه از نظر میزان سرانه مصرف سموم کشاورزی، ایران در رتبه بالایی قرار دارد به‌طوری که سرانه مصرف سموم کشور ۱۴۱ کیلوگرم، سرانه اروپا ۷۰ کیلوگرم و سرانه آمریکا ۹۰ کیلوگرم است.

در کنار محاسن متعددی که مصرف سموم به دنبال دارد، مسئله مهمی که امروزه توجه خاصی نسبت به آن معطوف می‌شود مسئله آلودگی محیط زیست و نیز آلودگی منابع غذایی و آشامیدنی توسط سموم شیمیایی است. مقاومت تدریجی آفات نسبت به سموم موجود و نیز تلاش‌هایی که برای یافتن سموم کم خطر (برای انسان و پستانداران) و اختصاصی‌تر علیه آفات صورت می‌گیرد، باعث شده است که هر ساله تعداد زیادی مواد شیمیایی جدید وارد بازار شود.

بیش از ۸۰ درصد باقی‌مانده آفت کش‌ها، در انسان و به ویژه در کودکان مخاطرات جدی در بر دارد. همچنین تقریباً ۲۰ درصد از سموم دفع آفات نباتی ممکن است ایجاد سرطان کنند. کنترل باقی‌مانده سموم در موادغذایی به دلایل پیامدهای بهداشتی و اقتصادی ضرورت دارد، به همین دلیل، برنامه‌های پایش میزان باقی‌مانده سموم در موادغذایی در بسیاری از کشورها به‌طور مستمر انجام می‌شود.

شناسایی انواع حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها در موادغذایی

در سم‌شناسی برخی اصطلاحات مهم وجود دارند که در ادامه به بیان برخی از آنها پرداخته می‌شود:

LD۵۰:

شاخصی است که میزان سمیت یک ماده سمی را نشان می‌دهد و نمایانگر حداقل میزان سم موردنیاز برای کشتن ۵۰ درصد جمعیت حیوان استاندارد آزمایشگاهی است. واحد سنجش این شاخص میلی‌گرم سم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. این معیار را عموماً بر اساس میزان خوراکی برای رت‌ها ارزیابی می‌کنند. هرچه مقدار LD۵۰ بزرگ‌تر باشد سمیت ماده کمتر است.

سموم سنتتیک را براساس ملاک‌های متفاوتی به چند دسته تقسیم می‌کنند. یکی از این تقسیم بندی‌ها براساس معیار LD۵۰ انجام شده است. مطابق تقسیم‌بندی مذکور سموم به ۵ گروه، بی‌نهایت سمی، بسیارسمی، با سمیت متوسط، سمی و با سمیت کم تقسیم می‌شوند (جدول ۱).

جدول ۱

مقدار LD۵۰	درجه سمیت
کمتر از ۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن	EXTREMELY TOXIC
۰/۰۲۵< X <۱	HIGH TOXIC
۱< X <۵۰	MODERATELY TOXIC
۵۰< X <۵۰۰	TOXIC
۵۰۰ < X <۵۰۰۰	LOW TOXIC

میزان دریافت قابل تحمل هفتگی موقتی (Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI:
مقدار مرجعی است که توسط کمیته مشترک متخصصان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی در خصوص آلاینده‌ها تعیین شده و نشان‌دهنده میزان دریافت هفتگی ایمن آلاینده‌ها است. مقدار PTWI بر اساس میزان دریافت هفتگی آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین، که نباید در تمام عمر در بدن انسان تجمع داشته باشند، تعیین می‌شود.

میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (Provisional Tolerable Daily Intake (PTDI:
مقدار مرجعی است که توسط کمیته مشترک متخصصان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی تعیین شده و نشان‌دهنده میزان دریافت روزانه ایمن آلاینده‌ها است. مقدار PTDI بر اساس میزان دریافت روزانه آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین، که نباید در تمام عمر در بدن انسان تجمع داشته باشد، تعیین می‌شود. و به‌عنوان یک شاخص اولیه سلامت برای تعیین «میزان کل درمعرض آلاینده موردنظر قرار گرفتن»، از منابع غذایی و غیر غذایی، به‌کار می‌رود.

شکل ۱ــ استفاده از حشره‌کش‌ها

پایش حدود باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در موادغذایی:
آفت کش به هر ماده‌ای گفته می‌شود که برای پیشگیری، از بین بردن، جذب کردن، دور کردن و یا مبارزه با هرگونه آفت به کار می‌رود، که این آفت در برگیرنده گونه‌های ناخواسته گیاهان و حیوانات نیز می‌شود. این مواد ممکن است حین تولید، نگهداری در انبار، ترابری، پخش و فراوری مواد غذایی، فراورده‌های کشاورزی یا خوراک دام برای کنترل و مبارزه با انگل‌های بیرونی حیوانات نیز استفاده شود.

مانده آفت‌کش:

به هر ماده مشخصی در غذا، فراورده‌های کشاورزی یا خوراک دام گفته می‌شود که در نتیجه به کاربردن آفت‌کش‌ها حاصل شده است. این واژه شامل هرگونه مشتقات یک آفت‌کش نیز می‌شود.

مرز حداکثر باقی‌مانده آفت‌کش (Maximum residue limit (MRL:

عبارت است از حداکثر غلظت قابل اغماض باقی‌مانده آفت‌کش در فراورده‌های کشاورزی یا خوراک دام. این مرز از سوی مراجع قانونی و ذی‌صلاح کشور، بر پایه آگاهی‌های به‌دست آمده از شرایط خوب کشاورزی (GAP) تعیین می‌شود.

یادآوری

غلظت باقی‌مانده آفت‌کش برحسب میلی‌گرم مانده سم در هر کیلوگرم فراورده تعیین می‌شود.

شرایط خوب کشاورزی در زمینه کاربرد آفت‌کش‌ها Good agricultural practice in the use of pesticides (GAP):

عبارت است از به کارگیری ایمن و مجاز آفت‌کش‌ها تحت شرایط واقعی برای کنترل مؤثر آفات. این کارها دربرگیرنده دامنه‌ای از مقادیر یا غلظت‌های آفت‌کش‌ها تا حد مجاز است به گونه‌ای که عملاً کمترین اندازه باقی‌مانده آفت‌کش به‌جا بماند.

کارهای کشاورزی خوب، همه مراحل تولید، نگهداری، ترابری، پخش و فراوری مواد غذایی و خوراک دام را در بر می‌گیرد.

بررسی اندازه دریافتی آفت‌کش‌ها Intake study:

بررسی‌هایی است که هدف آن اندازه‌گیری یا برآورد مقدار آفت‌کش‌ها یا آلاینده‌هایی است که مصرف‌کنندگان از راه خوردن در معرض آن قرار می‌گیرند.

بیشتر بدانید

تولید انواع موادغذایی مانند میوه، سبزی و گوشت به روش کاملاً طبیعی و بدون استفاده از هرگونه ماده شیمیایی نظیر کود شیمیایی، سموم، حشره‌کش، قارچ‌کش یا آنتی بیوتیک، روشی است با سابقه‌ای طولانی که طرفداران زیادی در دنیا پیدا کرده و غذاهایی که به این روش تولید می‌شود، به نام غذاهای ارگانیک مشهور هستند. موادغذایی که این‌گونه تولید می‌شوند، گاهی از نظر شکل ظاهری مطلوب نیستند. با این حال قیمت بالاتری دارند. روز به روز بر تعداد متقاضیان این‌گونه غذاها افزوده می‌شود. این غذاها حتی روش نگهداری مخصوص خود را دارند.

تحقیق کنید

در مورد پدیده مبارزه بیولوژیک با آفات گزارشی تهیه کنید.

باقی‌مانده فلزات سنگین در موادغذایی

در میان آلاینده‌های شیمیایی، فلزات سنگین به لحاظ تأثیرهای اکولوژیکی، بیولوژیکی و بهداشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

فلزات سنگین به‌طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارند. دخالت‌های انسان عمدتاً در اثر فعالیت صنعتی، به‌صورت‌های مختلف از جمله تولید پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، استخراج معادن، مصرف سوخت‌های فسیلی و غیره باعث افزایش میزان فلزات سنگین در محیط‌زیست شده است.

هیچ تعریف استانداردی که موردپذیرش عموم باشد برای یک فلزسنگین وجود ندارد. فلز سنگین اصطلاحی در شیمی است که به فلزها یا شبه فلزهای دارای اثرات زیان‌آور زیست‌محیطی اشاره دارد. معیارهای مورداستفاده برای تعریف فلزات سنگین عبارت‌اند از چگالی، جرم اتمی، عدد اتمی و جایگاه عنصر در جدول تناوبی.

براساس این تعاریف فلزات مس تا بیسموت در جدول تناوبی به‌عنوان فلزات سنگین تعریف شده‌اند. فلزات سنگین، دارای چگالی بیشتر از ۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب هستند. این ترکیبات در بدن متابولیزه نشده و به مرور زمان جایگزین املاح و مواد معدنی موردنیاز بدن می‌شوند. برخی از فلزات سنگین مانند مس و روی به مقدار کم موردنیاز ارگانیسم‌های زنده هستند؛ هر چند افزایش بیش از حد همین فلزات ضروری می‌تواند برای ارگانیسم‌ها مضر باشد.

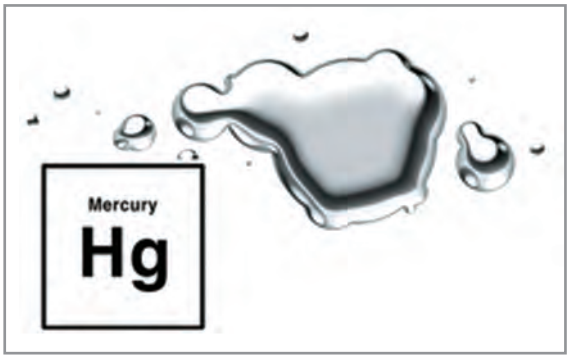
فلزات سنگین توسط موجودات زنده و یا فرایندهای فیزیکی و شیمیایی تجزیه نمی‌شوند، در نتیجه افزایش میزان این مواد سبب بروز سمیت در محیط می‌شوند. پایداری فلزات سنگین باعث گستردگی آنها در زنجیره غذایی موجودات زنده شده است. امروزه فلزات سنگین به‌دلیل سمی بودن، زمان ماندگاری بالا و تجمع زیستی آنها در بافت جانداران و زنجیره غذایی، از اهمیت اکولوژیک و بیولوژیکی زیادی برخوردارند. در نتیجه میزان فلزات در سطوح بالاتر زنجیره غذایی می‌تواند به مقادیر تا چندین برابر مقادیری که در آب یا هوا یافت می‌شوند برسد، پس موجب به خطر افتادن سلامت گیاهان و جانورانی می‌شوند که از این موادغذایی استفاده می‌کنند.

شکل ۲ــ مسمومیت با فلزات سنگین

روند تقریبی سمیت فلزات سنگین بدین‌گونه است که جیوه دارای بیشترین سمیت و پس از آن کادمیوم، مس، روی، سرب، کروم و آلومینیوم قرار دارند، اما با این وجود سمیت یک فلز، بر اساس نوع موجود زنده و منطقه زندگی آن متفاوت است. قابلیت موجودات مختلف برای جذب، ذخیره، دفع و سمیت زدایی این فلزات نیز متفاوت است. به واسطه اهمیت کنترل باقی‌مانده فلزات سنگین در موادغذایی در ادامه به شرح مهم‌ترین این عناصر پرداخته می‌شود.

۱ جیوه

جیوه از فلزات سنگین است که در گروه زیادی از مواد غذایی در مقادیر خیلی کم و عموماً در فرم غیرسمی خود یعنی به فرم معدنی وجود دارد. جیوه معدنی به‌عنوان پسماند بسیاری از صنایع از طریق فاضلاب و پساب آنها وارد آب‌های دریا می‌شود. در آنجا توسط پلانکتون‌ها به فرم آلی یعنی متیل جیوه تبدیل شده و به این ترتیب وارد زنجیره غذا می‌شود. طبیعتاً مقدار آنها در بافت بدن ماهی‌ها به اندازه، سن و مقدار جیوه موجود در آب آن منطقه بستگی دارد. متیل جیوه برای پستانداران بسیار سمی است زیرا تمایل زیادی به ایجاد پیوندهای کووالانسی با آنزیم‌ها دارد، در چربی قابل حل است و ذخیره می‌شود. این فرم سمی جیوه در مقادیر نسبتاً قابل‌توجه در ماهی و غذاهای دریایی یافت می‌شود.



شکل ۳ـ جیوه

مصرف روزافزون آبزیان آلوده به فلزات سنگین، به وسیله انسان و مسمومیت‌های ناشی از آنها در ۵۰ سال گذشته آشکارتر شده است. در چند دهه اخیر قوانین و مقررات گوناگونی برای پیشگیری از اثرات زیان‌بار بهداشتی آنها تدوین شده است. مسمومیت انسان به وسیله ترکیبات آلی جیوه برای اولین بار در شهر **مینی‌ماتای** ژاپن تشخیص داده شد و به‌همین علت این بیماری مینی‌ماتا نامیده شده است. این بیماری با عوارضی مانند مننژیت به همراه علائم عصبی شدید مانند مشکلاتی درراه رفتن، سخن گفتن، بینایی، شنوایی، بی‌حسی اعضای بدن، گرفتگی عضلانی و همچنین ازدست دادن هوشیاری و تعادل در ساکنین این منطقه در سال ۱۹۵۶ شروع شد. علت بروز این بیماری تخلیه پساب آلوده به جیوه یک کارخانه صنعتی به آب دریا بود.این بیماری باعث مرگ بیش از ۲۰۰۰ نفر و معلولیت صدها نفر دیگر شد.

اتحادیه اروپا حد قابل تحمل هفتگی (PTWI) متیل جیوه را معادل ۱/۳ میکروگرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن تعیین نموده است.

تحقیق کنید

در مورد صنایع ایجادکننده آلودگی جیوه تحقیق کنید.

۲ کادمیوم

کادمیوم از فلزات سنگین بسیار پایدار در محیط است که نقش شناخته شده‌ای در بدن انسان ایفا نمی‌کند. تجمع بیش از حد کادمیوم در بدن حیوانات و انسان موجب بروز ناراحتی‌هایی همچون برونشیت، آسیب کلیوی، افزایش فشار خون و تصلب شرایین می‌شود. شناخته شده‌ترین اثرات سمی کادمیوم در انسان بیماری Itai_Itai است. درد استخوانی شدید و در اغلب موارد مرگ از علائم این بیماری است. کادمیوم دارای نیمه

عمر بسیار طولانی در بدن انسان است و به میزان زیاد در کبد و کلیه‌ها تجمع می‌یابد. این عنصر برای مدت ۲۰ تا ۳۰ سال در کلیه‌های انسان باقی می‌ماند. افزایش خطر ابتلا به سرطان ریه نیز از اثرات استنشاق کادمیوم است.

پرسش

کادمیوم در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی قرار دارد؟

۳ سرب

سرب پراکندگی زیادی در طبیعت دارد و می‌تواند باعث اختلالات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رفتاری در انسان و حیوانات شود. بیشترین مصرف فلز سرب به‌عنوان مکمل بنزین بود.

بیشتر بدانید

در سال‌های اخیر مصرف تترا اتیل سرب در بنزین ممنوع شده و در عمل بنزین‌های فاقد سرب به بازار عرضه شده‌اند. مصرف بنزین‌های فاقد سرب باعث کاهش آلودگی هوا توسط این فلز می‌شود.

همچنین سرب در بسیاری از صنایع دیگر مثل صنایع شیمیایی، صنایع الکتریکی و ساختمان‌سازی کاربرد دارد. بنابراین افراد مرتبط با این مشاغل در معرض آلودگی به این فلز قرار دارند. جذب سرب در این افراد تحت تأثیر سن، رژیم غذایی، وضعیت آهن و کلسیم بدن و همچنین ویژگی فیزیکوشیمیایی ذرات جذب‌شده، اندازه و شکل معدنی سرب قرار دارد. ۱۰تا ۲۰ درصد، آلودگی‌های سربی در اثر آب آشامیدنی است.

تحقیق کنید

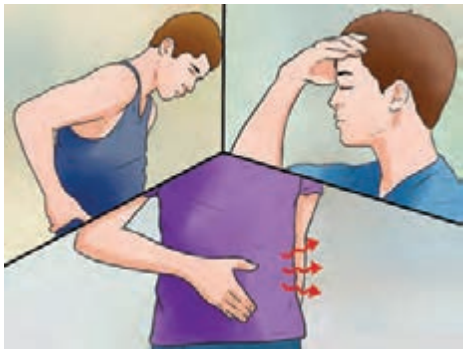
درمورد دلایل سرب‌دارکردن بنزین و سپس ممنوعیت این کار تحقیق کنید.

این فلز از عناصری است که در ارزیابی آلودگی‌های محیطی اندازه‌گیری می‌شود و مسمومیت ناشی از آن به دو صورت حاد و مزمن بروز می‌کند. شایع‌ترین شکل مسمومیت حاد سرب، کولیت روده‌ای معده‌ای است. عوارض مسمومیت مزمن سرب شامل از دست‌دادن حافظه کوتاه مدت، عدم تمرکز، تهوع، درد شکم، عدم هماهنگی در اعضای بدن، خستگی، مشکل بی‌خوابی، سر درد و حتی کم خونی است. به واسطه قرارگرفتن طولانی مدت در معرض سرب، به تدریج غلظت آن در بافت‌های بدن انسان افزایش یافته و موجب اختلال در فعالیت‌های طبیعی مغز، کلیه‌ها، دستگاه تولیدمثل و سیستم قلبی ـ عروقی می‌شود. بر اساس گزارشات موجود، کودکان بسیار آسان‌تر از افراد بالغ، سرب را در دستگاه گوارشی خود جذب نموده و از طرف دیگر، سیستم عصبی کودکان نسبت به اثرات مخرب این فلز بسیار حساس است. این فلز به واسطه ورود به زنجیره‌های غذایی، در بدن انسان‌ها و حیوانات تجمع یافته و سلامتی آنها را به مخاطره می‌اندازد. سرب اثرات سمی خود را از راه‌های مختلف اعمال می‌کند. از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سرب می‌تواند از طریق جانشین شدن به جای کلسیم در فرایندهای وابسته به کلسیم از جمله یادگیری، حافظه، رشد و تمایز سلول های عصبی و عملکرد حرکتی، اختلال ایجاد کند.
- سرب سطوح داخل سلولی کلسیم را در مویرگ مغزی، نورون‌ها، و سرخرگ ها افزایش داده و باعث انقباض ماهیچه‌های صاف و ایجاد فشار خون بالا می‌شود.
- دریافت دُز بالای سرب باعث کاهش هموگلوبین و بروز کم‌خونی می‌شود.

سرب ذخیره نشده در بدن بیشتر از طریق کلیه‌ها به‌عنوان نمک قابل حل دفع می‌شود. تنفس نیز به‌عنوان عامل اصلی دفع سرب آلی است. سرب اغلب در گلبول‌های قرمز (۹۹ درصد) یافت شده و به بافت‌های نرم

بدن توزیع می‌شود. به همین علت کبد، ریه، طحال و کلیه دارای غلظت بالایی از این عنصر هستند.
حد مجاز سرب در آب آشامیدنی ۱۰ میکروگرم به ازای هر لیتر است. در سایر موادغذایی این مقدار حداکثر تا ۱ میلی‌گرم به ازای هرکیلوگرم تعیین شده است..



شکل ۴ـ مسمومیت با سرب

۴ آرسنیک

آرسنیک یک فلز سنگین نیست. بلکه این عنصر یک شبه فلز محسوب می‌شود و براساس سمیت آن به فهرست فلزات سنگین اضافه شده است. داده‌های مربوط به بروز آرسنیک در موادغذایی نشان می‌دهد که ماهی و غذاهای دریایی بیش از ۹۰ درصد کل آلودگی را تشکیل می‌دهند. برخلاف جیوه، آرسنیک در فرم غیرآلی، سمی است.

شکل ۵

میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) برای آرسنیک معادل ۰/۰۰۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی و حنجره، ضایعات پوستی، مشکلات باروری، اختلالات روانی و عصبی و بیماری‌های قلبی از عوارض مواجهه با آرسنیک است.

نکته

مغز مهم‌ترین عضو مورد هدف آرسنیک است.

۵ مس

مس از فلزات مهم ساختاری و متابولیکی بدن انسان است. وجود مس به مقدار بالا باعث ایجاد بیماری‌هایی از قبیل کم‌خونی، تغییرات در استخوان‌ها، افزایش کلسترول و سبز شدن رنگ موها و نیز گاهی منجر به مرگ می‌شود. مسمومیت مزمن با مس سبب صدمه به کبد و کلیه‌ها می‌شود.

سموم شیمیایی تولیدشده حین فرایندهای موادغذایی

علاوه بر ترکیبات سمی که به‌طور طبیعی در برخی موادغذایی وجود دارند و یا دراثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها به وجود می‌آیند، ترکیبات سمی دیگری نیز وجود دارند که طی فرایندهای مختلف در موادغذایی به‌وجود می‌آیند. گروهی از این ترکیبات به‌شدت سمی و گاهی سرطان‌زا هستند. بنابراین باید شرایط فرایند موادغذایی را به گونه‌ای تغییر داد که تولید این ترکیبات به حداقل برسد.

پیشگیری از تولید هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (Poly Aromatic Hydorcarbons) در موادغذایی

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)، گروهی متنوع از ترکیبات آلی چربی دوست با دو یا تعداد بیشتر حلقه‌های آروماتیک (بنزنی) هستند. این ترکیبات طی سوختن ناقص مواد آلی تشکیل می‌شوند. دارای ساختارهای متفاوتی هستند اما در تمامی آنها تنها دو عنصر کربن و هیدروژن وجود داشته و تفاوت آنها در وزن مولکولی، تعداد، نحوه قرارگرفتن حلقه‌ها و همچنین پیوندهای آنها است. این ترکیبات را می‌توان به دو گروه سبک (۲ یا ۳ حلقه‌ای) و سنگین (۴ حلقه‌ای یا بیشتر) تقسیم کرد.

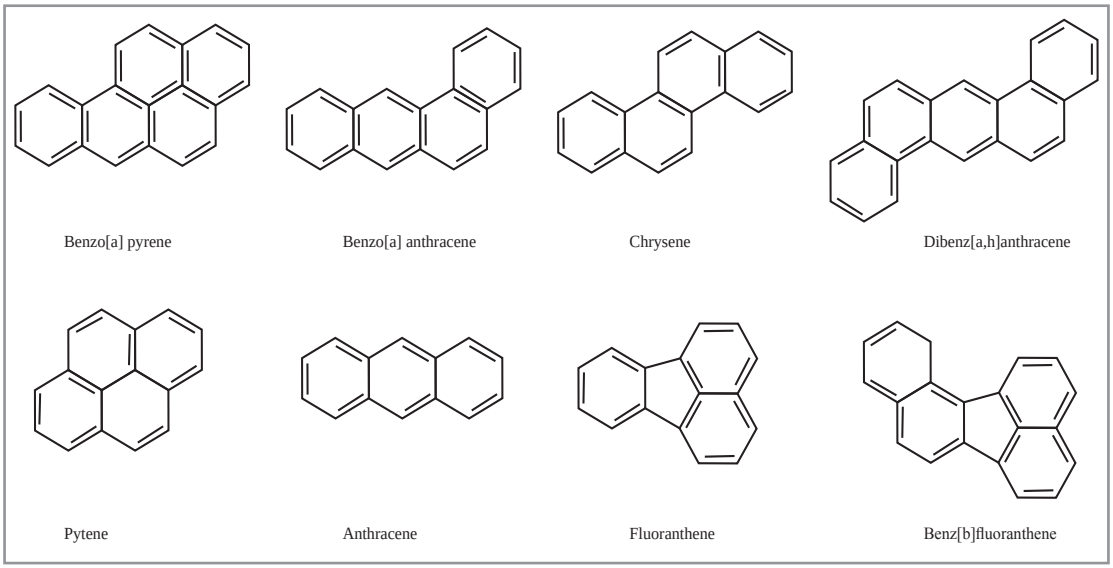
هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای از جمله آلاینده‌های آلی پایدار محسوب می‌شوند که خواص سرطان‌زایی آنها به اثبات رسیده است. ساده‌ترین این ترکیبات نفتالن است که دو حلقه بنزنی دارد.

PAHهایی با وزن مولکولی پایین که کمتر از چهار حلقه بنزنی دارند توسط بسیاری از میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شوند و به این ترتیب سمیت کمتری برای انسان دارند. در حالی‌که PAHهای دارای وزن مولکولی بالا با چهار یا تعداد بیشتری حلقه، دارای تجزیه‌پذیری کمتری بوده و سمیت و سرطان‌زایی بیشتری دارند.

خاصیت سرطان‌زایی و جهش‌زایی ژنتیکی ۱۶ ترکیب این گروه ثابت شده است.

نکته

در بین PAH های آلفا بنزوپیرن به‌عنوان شاخص ترکیبات سرطان‌زا معرفی شده است.



شکل ۶ــ انواع هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای

آلفا بنزوپیرن پنج حلقه دارد، بسیار سرطان‌زا بوده و نیمه عمر آن از ۲۲۹ تا ۱۴۰۰ روز است.

دمای مناسب برای تشکیل این ترکیبات بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ درجه سلسیوس است. اما طی زمان طولانی در دامنه دمایی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سلسیوس تشکیل می‌شوند. از مهم‌ترین آلوده کننده‌های محیطی بوده و دارای منابع مختلف طبیعی و شیمیایی هستند. احتراق انواع سوخت‌ها مثل چوب، زغال سنگ، گاز طبیعی و غیره به ویژه تحت شرایطی که اکسیژن کافی نباشد و نیز عواملی مثل دود سیگار، دود ناشی ازکارخانه‌ها و موتورهای دیزلی باعث تولید ترکیبات متنوعی از PAHs می‌شوند.

این ترکیبات، از راه‌های مختلفی از جمله تغذیه، تنفس و به‌ویژه کشیدن سیگار و یا حتی قرارگرفتن در معرض دود آن وارد بدن انسان و جانوران می‌شوند و روی سلامت آنها اثر می‌گذارند. در شرایط معمول، غذا یکی از منابع اصلی دریافت این ترکیبات است. بنابراین باید جذب آنها از طریق غذا کاهش یابد. محصولات دود داده شده، کبابی، باربیکیو شده، تنوری شده، برشته شده، تفت داده شده، سرخ شده، غلات خشک شده و روغن‌های نباتی مهم‌ترین منابع دریافت هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای هستند.

نکته

کباب کردن و دودی کردن مهم‌ترین راه‌های ایجاد و ورود این ترکیبات به درون موادغذایی هستند.

استفاده از گوشت‌های کم چرب، جلوگیری از تماس مستقیم با شعله، افزایش فاصله گوشت با شعله و پختن در دمای پایین‌تر و زمان بیشتر به کاهش PAH کمک می‌کند. همچنین باید از ریخته‌شدن چربی روی زغال تا حد ممکن اجتناب کرد (استفاده از باربیکیوکردن عمودی به جای افقی) و درصورت امکان استفاده از حائل بین گوشت و شعله باعث کاهش PAH می‌شود. همچنین ثابت شده PAH تولیدی توسط زغال کمتر از چوب است.

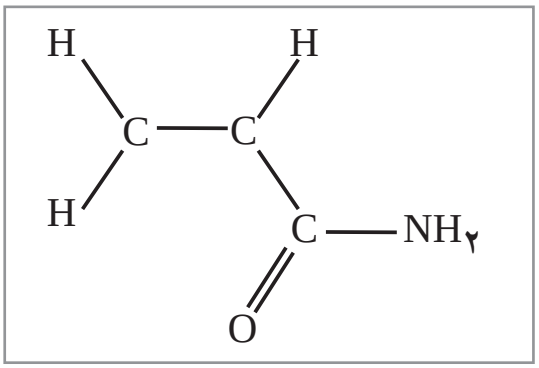
بیشتر بدانید

امروزه برای کاهش اثرات سوء دودی‌کردن از اسانس دود استفاده می‌شود که با ایجاد دود در شرایط کنترل شده و سپس جداسازی PAH توسط تقطیر جزء به جزء، به‌وجود آمده است.

علاوه بر کنترل‌هایی که در مراحل دود دادن، کباب کردن و سرخ کردن صورت می‌گیرد، بهتر است تا حد امکان مصرف محصولاتی که با این روش‌ها تهیه می‌شوند، محدود شود. همچنین باید از مصرف قسمت‌های سوخته این‌گونه محصولات پرهیز نمود.

کنترل تولید اَکریل آمید در موادغذایی

اکریل آمید ترکیبی غیراشباع و هیدروفیل است. نقطه جوش بالایی دارد و می‌تواند به سایر ترکیبات غیراشباع متصل شده و ایجاد پلیمر کند. مونومراکریل آمید برای تولید مواد پلی اکریل آمید به کار می‌رود. پلی اکریل آمید در تصفیه آب آشامیدنی کاربرد دارد. به‌علاوه از پلی اکریل آمید در تهیه چسب، کاغذ، پلاستیک‌ها و مواد آرایشی استفاده می‌شود. اکریل آمید در دود سیگار نیز وجود دارد.



شکل ۷ــ ساختمان شیمیایی اکریل آمید

اکریل آمید می‌تواند به هموگلوبین متصل شده و فعالیت آن را مختل کند. همچنین می‌تواند به ساختمان آنزیمی و پروتئینی حمله کند. اکریل آمید در بدن به ترکیب فعال‌تری به نام گلایسید آمید تبدیل می‌شود که یک ترکیب جهش‌زا و سرطان‌زا است. خاصیت جهش‌زایی اکریل آمید در انسان و موش به دلیل توانایی گلایسید آمید در واکنش با DNA است. به‌علاوه هر دو ماده اکریل آمید و گلایسیدآمید می‌توانند با هموگلوبین خون و آنزیم‌ها با سرعت بالا واکنش دهند.

تا قبل از سال ۲۰۰۲، تصور می‌شد که مواجهه با اکریل آمید عمدتاً از طریق امور صنعتی و نیز مصرف سیگار و تا حد کمتری از طریق مصرف آب و استفاده از وسایل آرایشی صورت می‌گیرد. در مطالعات انجام شده در این سال در سوئد برای اولین بار وجود مقادیر نسبتاً زیاد اکریل آمید (۳۰ تا ۲۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) در غذاهای غنی از کربوهیدرات مانند سیب زمینی و محصولات غلات که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه‌سلسیوس پخته، سرخ، تنوری و یا کباب می‌شوند، مشاهده شد. از آنجایی که اکریل آمید از سوی سازمان بین المللی تحقیقات سرطان جزء ترکیبات احتمالی سرطان زا برای انسان معرفی شده و امکان بروز آسیب‌های عصبی نیز در مواجهه با سطوح بالای آن محتمل اعلام شده بود، این یافته‌ها در سطح جهانی موردتوجه قرار گرفت. به‌ویژه اینکه غلظت اکریل آمید در این دسته غذاها به‌طور قابل توجهی بیشتر از سایر مواد سرطان‌زای شناخته شده مانند هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای است. بررسی‌های بیشتر سمیت عصبی، عوارض پوستی و احتمال سرطان‌زایی این ماده را تأیید نمود.

اکریل‌آمید در بسیاری از غذاها وجود دارد. بیشترین غلظت اکریل آمید در چیپس سیب‌زمینی و سیب‌زمینی سرخ کرده مشاهده شده است.

نکته

مواد‌غذایی سرشار از کربوهیدرات در مقایسه با مواد‌غذایی سرشار از پروتئین حاوی اکریل آمید بیشتری هستند.

مکانیسم‌های مختلفی برای تشکیل اکریل آمید در غذاهای حرارت دیده پیشنهادشده است؛ اما مکانیسم اصلی که تاکنون اثبات شده است، از طریق واکنش میلارد است. به این ترتیب هرچه فراورده‌های غذایی مثل ته دیگ، پررنگ‌تر شوند میزان این ترکیب مضر در آنها بیشتر است. عواملی نظیر pH، رطوبت، ترکیبات ماده غذایی و دما بر تشکیل آن مؤثر هستند. مطالعات نشان داده است که اضافه‌شدن قندهای احیاکننده به آمینواسید آسپاراژین مسئول شکل‌گیری اکریل آمید در غذاهای پخته شده است.

اکریل آمید در غذاهای گیاهی به میزان بیشتری تولید می‌شود و این امر به خاطر حضور آسپاراژین بیشتر در گیاهان است.

میزان تشکیل اکریل آمید با دما و مدت زمان حرارت‌دهی رابطه مستقیم دارد.

نکته

اکریل آمید در غذاهای آب‌پز شده یا جوشانده تشکیل نمی‌شود.

میزان اکریل آمید در غذاهای پخته شده و سرخ شده و کباب شده در حد چند میکروگرم تا چند میلی‌گرم در هر کیلوگرم گزارش شده است.

میزان اکریل آمید دریافتی برای بزرگسالان به‌طور متوسط ۰/۳ تا ۰/۶ میکروگرم و برای خردسالان ۰/۴ تا ۰/۶ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تخمین زده شده است که مقدار بالاتر در کودکان را می‌توان به دلیل تمایل بیشتر آنها به مصرف غذاهای غنی از اکریل آمید مثل سیب زمینی سرخ شده و چیپس دانست.

ارزشیابی:

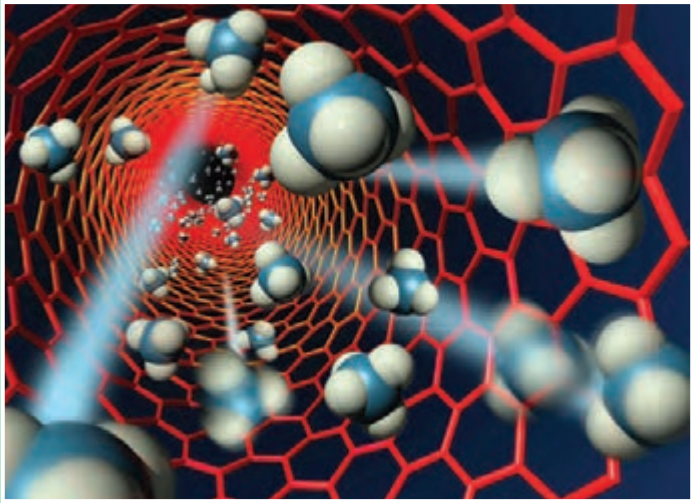
ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) باتوجه به استاندارد عملکرد جدول زیر برای هر هنرجو ثبت می‌شود. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان سوم

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱ـ تحلیل مسمومیت‌های بیولوژیکی در موادغذایی	بررسی و تحلیل اثر عوامل مختلف بیولوژیکی و شیمیایی ایجادکننده مسمومیت در مواد غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل و تعیین مکانیسم عوامل ایجادکننده مسمومیت‌های بیولوژیکی و شیمیایی در مواد غذایی	۳
۲ـ تحلیل مسمومیت‌های شیمیایی در مواد غذایی		در حد انتظار (کسب شایستگی)	تحلیل نقش عوامل ایجادکننده مسمومیت‌های بیولوژیکی و شیمیایی در مواد غذایی	۲
		پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)	تفکیک عوامل ایجادکننده مسمومیت‌های بیولوژیکی و شیمیایی در مواد غذایی	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۴

فناوری نانو و غنی‌سازی در صنعت غذا



با تغییر شیوه زندگی و گرایش روزافزون مردم به سمت غذاهای فراوری شده و همچنین عدم رعایت تنوع در استفاده از گروه‌های مختلف مواد غذایی، نگرانی‌ها در مورد بروز بیماری‌های ناشی از کمبود ویتامین‌ها و مواد معدنی در حال افزایش است. بنابراین باید با کمک علم و فناوری صنایع غذایی همراه با رعایت چند اصل دیگر در برطرف کردن این نگرانی‌ها کوشید. استفاده از فناوری‌های نوین به‌ویژه فناوری نانو و نیز غنی‌سازی غذاها، مهم‌ترین نقش را در این مورد ایفا می‌کنند.

واحد یادگیری ۷
کاربرد فناوری نانو در صنعت غذا

یکی از مهم‌ترین بخش‌های صنعت تمام کشورها که با امنیت و ایمنی غذایی در ارتباط است، صنایع غذایی است. با کمبود منابع غذایی و افزایش جمعیت، توسعه این بخش از صنعت ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از فناوری‌های نوین در این بخش رویکردی جدید است که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. با توجه به افزایش جمعیت و نیز بالا رفتن سرانه مصرف مواد غذایی باید با کمک فناوری‌های نانو و افزایش بهره‌وری، توسعه پایدار در این بخش از صنعت را دنبال کرد.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل اثر فناوری نانو، غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند در صنایع غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

فناوری نانو در فراوری غذا

فناوری نانو اصطلاحی است که طراحی، ساخت و استفاده از ساختارهایی کاربردی را توصیف می‌کند که حداقل یکی از ابعاد مشخصه آنها در مقیاس نانومتر ($1\ nm=10^{-9}m$) باشد. فناوری نانو از کنار هم قراردادن مواد و کنترل فرآیندها در مقیاس اتمی و مولکولی، ابزارهایی را به بشر معرفی نموده است که می‌توانند زمینه‌ساز تحولی شگرف در زندگی بشر شوند. این فناوری یک رویکرد بین رشته‌ای است که به‌علت عمومیت آن می‌تواند در تمام زمینه‌ها منشأ تحول باشد.

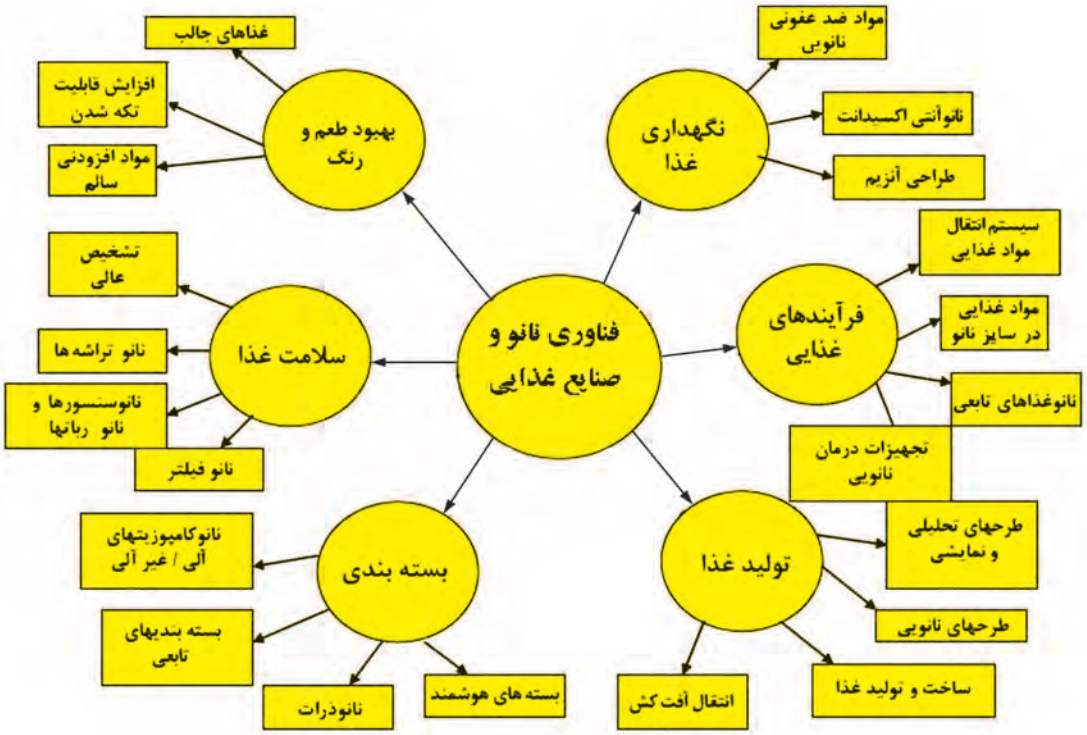
استفاده از فناوری نانو در صنایع مختلف سیری متفاوت داشته و در برخی از صنایع به مرحله ثمردهی رسیده است و در برخی دیگر هنوز در مرحله تحقیقات و توسعه قرار دارد. از جمله صنایعی که فناوری نانو در آنها در حال توسعه است می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کشاورزی و صنایع غذایی، صنایع هوانوردی و اتوماسیون، الکترونیک و ارتباطات، تولید مواد شیمیایی، بهداشت و درمان، علوم زیستی، ساخت و تولید، انرژی‌های نو، محیط زیست، و صنعت حمل و نقل.

بحث کلاسی

درباره فناوری نانو و کاربردهای آن در زندگی امروزی بحث کنید.

مواد دارای ساختار نانو، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی منحصر به فردی را از خود نشان می‌دهند و لذا دریچه جدیدی از فرصت‌ها را برای خلق مواد جدید، با کارایی بالا که اثراتی اساسی روی تولید، بسته‌بندی، ذخیره و کنترل کیفیت غذا دارند، باز می‌کنند. اصطلاح نانوغذا در واقع غذایی را توصیف می‌کند که با استفاده از روش‌ها یا ابزارهای فناوری نانو و یا مواد افزودنی نانومتری کشت، تولید، فرآوری و یا بسته‌بندی شده‌اند.



شکل ۱ــ کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی

حوزه‌های مختلف کاربرد فناوری نانو در غذا و صنایع غذایی را می‌توان به چند دستهٔ زیر تقسیم نمود:

- تولید غذا،
- نگهداری غذا؛
- بهبود طعم و رنگ؛
- سلامت غذا؛
- بسته‌بندی،
- فرایندهای غذایی.

نقش فناوری نانو در تولید مواد غذایی

فناوری نانو قادر به ایفای نقش‌های گوناگون در تولید مواد غذایی است، از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱ تولید غذاهای با طعم‌های جدید:

برای درمان بسیاری از بیماری‌ها مانند دیابت باید از رژیم غذایی خاصی پیروی کرد. از طرف دیگر به‌علت زندگی صنعتی امروزه، مسئله چاقی نیز به معضلی تبدیل شده که متأسفانه گریبان‌گیر نوجوانان و حتی کودکان شده است. برای حل این معضل، با استفاده از فناوری نانو چند راهکار پیشنهاد شده است:

ـ غذای سیرکننده ولی بی‌تأثیر روی وزن.

ـ غذاهای خوش‌طعم حاوی موادی جایگزین چربی.

ـ به‌کارگیری نانوذرات برای جلوگیری از جذب و ذخیره‌سازی چربی و کالری به‌وسیله بدن

۲ تولید غذاهای غنی‌شده:

برخی از مواد غذایی اجزای باارزشی دارند که برای بدن بسیار مهم و ضروری هستند، اما به‌دلایلی مانند ذائقه و عادت تمایل زیادی به استفاده از آنها وجود ندارد. اگر بتوان این مواد ارزشمند را جدا کرده و به‌صورت مواد افزودنی به دیگر غذاها اضافه کرد، می‌توان مواد غنی‌شده ساخت. نانوفیلترهایی ساخته شده‌اند که مولکول‌ها را بیشتر براساس شکل و نه بر حسب اندازه، غربال می‌کنند، این مسئله تفکیک اجزای خاصی از یک فرآوده را امکان‌پذیر می‌سازد.

۳ تولید غذاهای مولکولی:

پژوهشگران بر این باور هستند که در آینده مهندسی مولکولی، امکان تهیه مقادیر زیاد محصول را بدون نیاز به خاک، بذر، مزرعه وکشاورز فراهم می‌کند. با این تفکر به جای کاشت غلات و پرورش دام برای به‌دست آوردن کربوهیدرات‌ها و پروتئین، نانوماشین‌ها غذا را از اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن می‌سازند. تولید مولکولی غذا یکی از اهداف و آرزوهای فناوری نانو است.

۴ افزودنی‌های غذایی در مقیاس نانو:

امروزه افزودنی‌های مختلف بر پایه فناوری نانو ساخته شده‌اند. برای مثال یک نوع کاروتنوئید در مقیاس نانو تولید شده است. کاروتنوئیدها رنگدانه‌هایی هستند که به غذاها رنگ زرد تا نارنجی می‌دهند و به‌طور طبیعی در هویج و گوجه‌فرنگی وجود دارند. بعضی از انواع کاروتنوئیدها آنتی‌اکسیدان هستند و برخی مانند بتاکاروتن در بدن به ویتامین A تبدیل می‌شوند.

فرمولاسیون افزودنی‌ها در مقیاس نانو جذب آنها را در بدن راحت‌تر کرده و زمان نگهداری آنها را افزایش می‌دهد.

۵ غذاهای دارای انتشار مخصوص در بدن:

برای اینکه بدن ما بتواند از انتشار اجزای غذا در آن سود ببرد، مواد مغذی باید به محل خاصی از بدن رفته و در آن محل فعال شوند. کنترل و مهندسی انتشار مواد مغذی در بدن یکی از زمینه‌های تحقیقاتی فناوری نانو است. اجزای فعال این مواد که «غذا ـ دارو» نام دارند، توسط نانوکپسول در بدن توزیع می‌شوند. زیرا یکی از راه‌های حفظ یک جزء فعال غذایی، قرار دادن آن در پوششی محافظ است. این پوشش را می‌توان طوری طراحی کرد که با تحریک شدن توسط محرک مناسبی حل شده و ماده فعال داخل آن از طریق پوشش انتشار یابد. به‌عنوان مثال نوعی نان تولید شده که حاوی روغن ماهی تون است. این روغن سرشار از اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ است. روغن ماهی تون داخل میکروکپسول قرار داده شده است، بنابراین مصرف‌کننده، طعم این روغن را حس نمی‌کند و فقط وقتی کپسول به معده رسیده و هضم شد، روغن محتوی آن آزاد می‌شود. این فناوری، در مورد ماست و غذای کودک نیز به‌کار گرفته شده است.

با استفاده از نانوکپسول‌هایی از جنس پلیمر خوراکی، می‌توان مزه و بوی مولکول‌های غذا را حفظ کرد و در نتیجه مدت زمان ماندگاری محصول را افزایش داد.

۶ روکش‌کردن آنزیم‌ها:

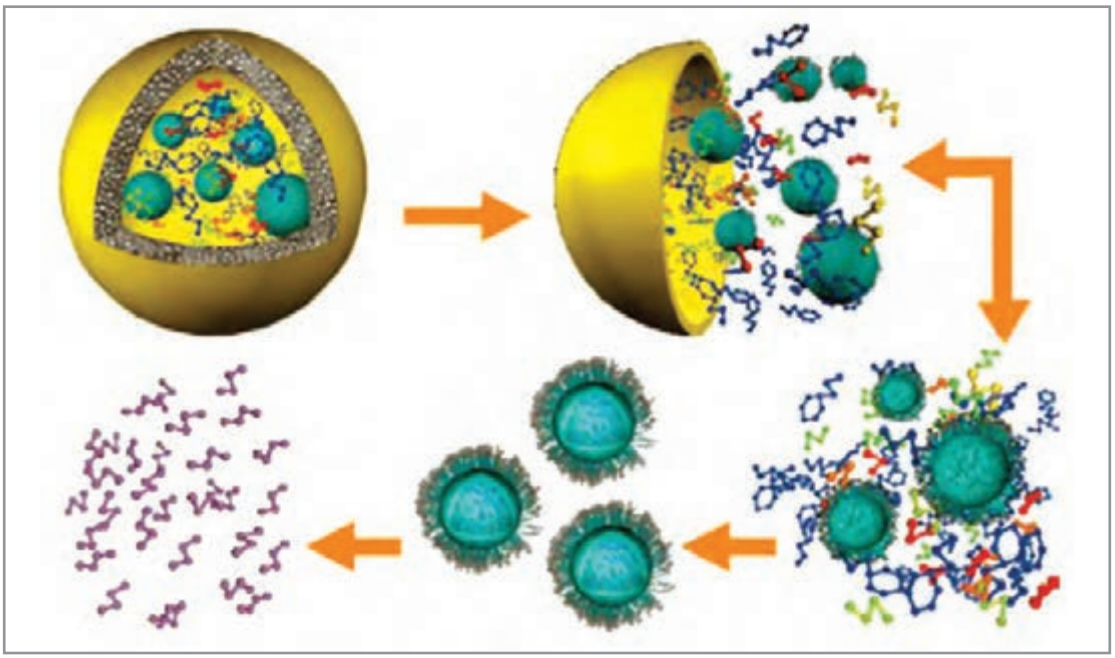
یکی از دغدغه‌های شرکت‌های صنایع غذایی جهان، نگهداری غذا و مصون نگه‌داشتن آن از آسیب آنزیم‌ها است. اگر بتوان به روشی آنزیم‌ها را از محیط غذایی دور کرد، فرایند فساد مواد غذایی به تأخیر می‌افتد. با استفاده از فناوری نانو می‌توان با روکش کردن آنزیم‌ها، آنها را از محیط فعالیت دور کرده و مانع از اثر آنها شد. یکی از این روش‌ها، روکش کردن آنزیم توسط یک ساختار پلیمری است.

در ادامه به شرح برخی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی پرداخته می‌شود:

۱ـ نانوکپسوله کردن ترکیبات غذایی

فراوری غذا به حفظ کیفیت تغذیه‌ای غذا، یا اصلاح بافت آن مطابق با تقاضای مصرف‌کننده کمک می‌کند. ترکیبات عملکردی و فراسودمند اضافه شده برای غنی‌سازی غذا (شامل ویتامین‌ها، مواد ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، پپتیدها و پروتئین‌ها، کاروتنوئیدها، اسیدهای چرب امگا، طعم‌دهنده‌ها، رنگ‌دهنده‌ها و نگهدارنده‌ها) به‌طور مستقیم در شکل خالص خود و گاهی اوقات از طریق به کارگیری سیستم‌های رسانش (مانند نانوساختارها) مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مولکول‌های فعال غالباً در مراحل فرآیند تجزیه می‌شوند و لذا از قابلیت زیست فراهمی کمی برخوردار هستند. میزان کمی از آنها به بافت‌ها یا سلول‌های هدف رسیده و عمدتاً قبل از رسیدن به محل مورد نظر، تجزیه و تخریب می‌شوند. لذا با کپسوله کردن آنها می‌توان تا حد زیادی آنها را در شرایط سخت و تخریب‌کننده (مانند شرایط اسیدی معده) محافظت نمود.

این تکنیک از روی عملکرد غشای سلولی در طبیعت الگوبرداری شده است. با استفاده از این تکنیک، بشر موفق به ساخت محفظه‌های کیسه‌ای شکلی در ابعاد بسیار کوچک نانویی خواهد شد که درون آنها فضایی خالی برای ترکیبات فعال تعبیه شده است، لایهٔ بیرونی این کپسول بسته به اینکه لازم است مواد داخل کپسول در آب یا در روغن حل شوند، طراحی می‌شوند. این کپسول‌ها در برابر اسید معده مقاوم هستند و بسته به ضرورت می‌توانند در دهان یا در معده باز شوند. درواقع، فرآیند نانوکپسوله کردن به این معنا است که این امکان وجود دارد که مواد غذایی مفید برای بدن، به‌وسیله این نانوکپسول‌ها به‌طور مستقیم وارد جریان خون شده و درنتیجه، جذب بدن شوند. این کار حتی مانع از دفع بدون جذب ویتامین‌های مواد غذایی می‌شود.



شکل ۲ـ نانوکپسوله کردن مواد فراسودمند

۲ـ رسانش مواد غذایی

بسیاری از سیستم‌های رسانش مبتنی بر فناوری نانو، قابلیت تحویل کارآمد ترکیبات زیست فعال را دارند و بنابراین منجر به افزایش قابلیت دسترسی بدن به این ترکیبات می‌شوند. در یک سیستم رسانش کارآمد، ترکیبات کپسوله شده باید به مکان‌های هدف تحویل داده شوند، غلظت مناسب از آنها برای دوره زمانی طولانی در محیط باقی بماند و همچنین از تخریب آنها جلوگیری شود.

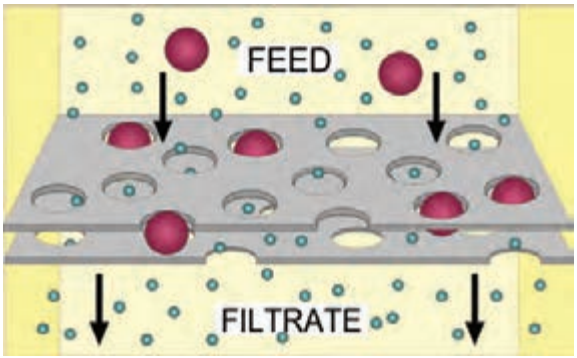
نانوذره‌ها و نانوکره‌ها، کپسول بهتری را ایجاد می‌کنند، پایداری و حلالیت را بهبود داده و کارایی رهایش را نسبت به سیستم‌های متداول بهبود می‌بخشند. باید توجه نمود که اگرچه نانوذرات، روند رهایش متفاوتی را در مقایسه با میکروذرات ارائه می‌دهند، اما بسیاری از اوقات، رهایش نانوذرات آن‌قدر سریع است که مطلوب نیست و لذا میکروذرات انتخاب می‌شوند.

۳ـ نانو فیلتراسیون

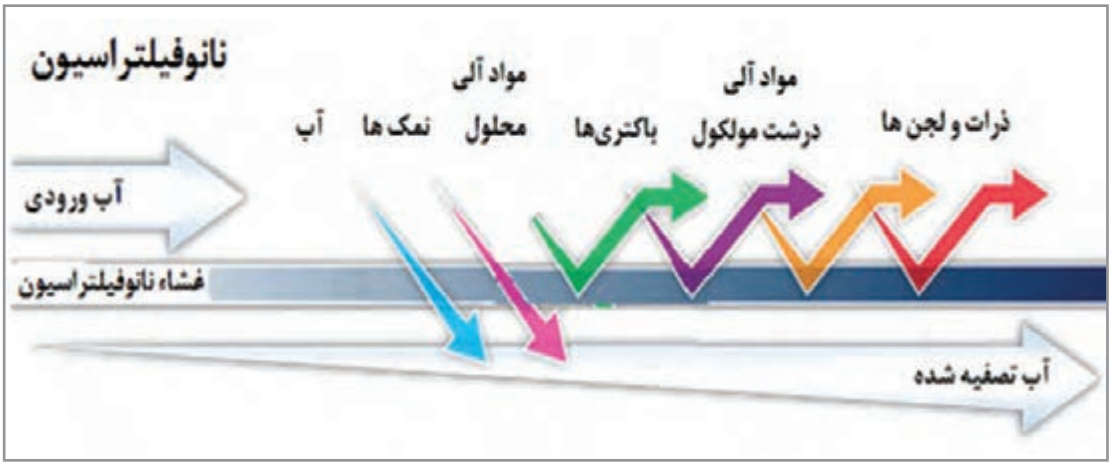
نانوفیلتراسیون یکی از زمینه‌های کاربرد نانوتکنولوژی است. دلیل انتخاب این نام ابعاد نانومتری حفرات غشاهای مورد استفاده در این فرایند است.

نانوفیلتراسیون یک فرایند جداسازی غشایی با استفاده از فشار است که می‌تواند مولکول‌ها را در محدوده ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ دالتون جدا نماید. با استفاده از این روش، هم می‌توان مولکول‌های ارزشمند را از غشا عبور داد تا ناخالصی‌ها و مواد نامطلوب پشت غشا نگهداری شوند و هم اینکه مواد با ارزش را پشت غشا نگه داشته و اجازه داد تا ترکیبات دیگر موجود در مایع از غشا عبور کنند. لذا در این روش، مواد حل شده با وزن مولکولی پایین، می‌توانند از محیط مایع جدا شوند. غشاهای نانوفیلتراسیونی نفوذپذیری بالایی برای نمک‌های تک ظرفیتی (مانند NaCl و KCl) دارند و نفوذپذیری خیلی پایینی برای ترکیبات آلی (مانندلاکتوز، پروتئین‌ها و اوره) دارند.

در صنایع لبنی از نانوفیلتراسیون برای بهبود کیفیت محصولات و همچنین برای جداسازی نمک‌های معدنی از لاکتوز، بعد از حذف پروتئین‌ها توسط اولترافیلتراسیون استفاده می‌شود.
نانوفیلتراسیون به‌طور موفقیت‌آمیزی در کارخانه‌های فرایند آب آشامیدنی به کار گرفته شده است. همچنین این روش در ترکیب با کربن فعال پودری، برای حذف مواد آلی فاضلاب از فاضلاب شهری استفاده شده است.



شکل ۳ـ فیلتراسیون



شکل ۴ـ نانو فیلتراسیون آب آشامیدنی

تحقیق کنید

در مورد کاربرد سیستم‌های مختلف غشایی (میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و سیستم اسمز معکوس تحقیق کنید.

تحقیق کنید

درباره کاربردهای دیگر نانوفیلتراسیون بررسی کرده و گزارش دهید.

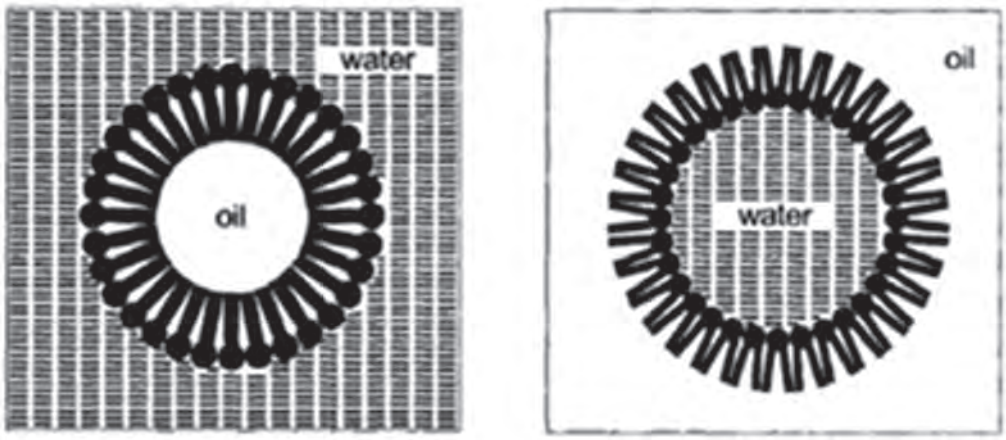
۴ـ نانو امولسیون

امولسیون سیستمی ناهمگن و متشکل از دو مایع غیرقابل حل است که یکی از آنها در دیگری به‌صورت قطره‌هایی، پراکنده شده است. در مواد غذایی امولسیون‌ها معمولاً شامل دوفاز روغن و آب هستند. اگر آب فاز پیوسته و روغن فاز پراکنده را تشکیل دهد، امولسیون از نوع روغن در آب (O / W) است و اگر آب فاز پراکنده و روغن فاز پیوسته را تشکیل دهد امولسیون از نوع آب در روغن (W/ O) است. این سامانه‌ها پایداری کمی دارند و پایداری آنها را می‌توان توسط عوامل فعال سطحی و مواد دیگر افزایش داد. برای پایداری امولسیون، ترکیبات عوامل فعال سطحی، که امولسیفایر یا ماده امولسیون‌کننده نامیده می‌شوند؛ نیاز است.

امولسیفایرهای استفاده‌شده در مواد غذایی به‌طور کلی شامل پروتئین‌های دارای منشأ طبیعی، استرول‌ها، فسفاتیدها، و بسیاری از ترکیبات مصنوعی هستند. یک امولسیفایر مناسب علاوه بر دارا بودن قدرت امولسیفایری خوب، باید غیرسمی، نسبتاً بدون بو، و فاقد طعم و رنگ باشد و تحت تمامی شرایطی که مواد غذایی ممکن است در معرض آنها قرار گیرند پایدار باشد و استفاده از آن از نظر قانونی نیز مجاز باشد.

پرسش

چند مورد از امولسیفایرهای موجود در مواد غذایی را نام ببرید.



شکل۵ــ امولسیون (O/W) (چپ) و امولسیون (W/O) (راست)

امولسیون‌ها را، از روی اندازه قطرات امولسیون، به ماکرو (۰/۵ تا ۱۰۰ میکرومتر)، میکرو (۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر)، نانو (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر)، تقسیم می‌کنند.

جدول ۲ــ مقایسه ویژگی‌های انواع امولسیون‌ها

ویژگی‌ها	ماکروامولسیون	میکروامولسیون	نانوامولسیون
ظاهری	وابسته به فرمولاسیون	شفاف	شفاف یا نیمه‌شفاف
روش‌های تولید	همگن‌سازی معمولی	امولسیون‌سازی با انرژی پایین	امولسیون‌سازی با انرژی بالا
بار عوامل فعال سطحی	نسبتاً کم	نسبتاً زیاد (بین ۱۰ تا ۲۰ درصد)	متوسط (کمتر از ۱۰ درصد)
اندازه قطر	۰/۵ تا ۱۰۰ میکرومتر	۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر	۲۰ تا ۲۰۰ نانومتر
پایداری ترمودینامیکی	ناپایدار	پایدار	ناپایدار (پایدار از لحاظ سینتیکی)

ریز بودن اندازه قطرات و ویژگی‌های منحصر به فرد نانوامولسیون‌ها در مقایسه با امولسیون‌های معمولی مزیت‌هایی برای استفاده از آنها در بسیاری از فناوری‌های کاربردی تلقی می‌شود. درضمن طولانی بودن دوره پایداری فیزیکی نانوامولسیون‌ها را از انواع معمولی متمایز می‌کند. خیلی ریز بودن اندازه قطرات نانو امولسیون‌ها نیز موجب می‌شود تا تشکیل رسوب اتفاق نیفتد، زیرا ریز بودن قطرات مانع به‌هم پیوستگی و فلوکه شدن سطحی می‌شود. همچنین به‌واسطه خیلی ریز بودن قطرات، نانوامولسیون‌ها سطح ویژه زیادی دارند و به‌همین دلیل قابلیت نفوذ خیلی بالایی دارند که این ویژگی آنها را به یک سامانه انتقالی مؤثر تبدیل کرده است.

فناوری نانو در بسته‌بندی مواد غذایی

امروزه استفاده از پلاستیک‌ها موجب نگرانی‌های بسیاری در جامعه بشری است. بزرگ‌ترین چالش در مورد پلاستیک‌ها مسئله بازیافت این مواد است. پلاستیک‌ها قابل بازیافت و یا زیست تخریب‌پذیر نیستند و بنابراین می‌توانند سبب مشکلات جدی زیست محیطی شوند.

امروزه استفاده از مواد زیست تخریب‌پذیر به‌علت پتانسیل بالای آنها، به‌ویژه برای استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است. این مواد می‌توانند جایگزین مواد پلاستیکی زیست تخریب‌ناپذیر شوند وآسیب‌های زیست محیطی ناشی از آنها را کاهش دهند. اما مواد زیست تخریب‌ناپذیر مقاومت کمتری در برابر نفوذ آب و گاز از خود نشان می‌دهند و از نظر خواص مکانیکی نیز ضعیف‌تر می‌باشند. یکی از راه‌های غلبه براین مشکلات، کامپوزیت‌سازی پلیمرهای زیست تخریب‌ناپذیر با سایر مواد مفید است.

بحث کلاسی

درباره راهکارهای استفاده کمتر از مواد زیست تخریب‌ناپذیر بحث کنید.

نانو کامپوزیتی

مواد کامپوزیتی از دو یا چند ماده متفاوت، که هرکدام خاصیت منحصر به فردی دارند، تشکیل شده‌اند. از ترکیب این مواد، ماده‌ای به‌وجود می‌آید که مجموعه خواص مواد تشکیل‌دهنده را هم‌زمان دارد. برای مثال بتن‌آرمه که سختی بتن و انعطاف‌پذیری آهن را دارد نوعی ماده کامپوزیتی است.

یکی از زمینه‌های سریع ورود به رشد نانوتکنولوژی استفاده از نانوکامپوزیت‌ها به جای بسته‌بندی‌های پلیمری معمولی است.

نانوکامپوزیت‌ها ترکیبی از ماده پلیمری به‌عنوان فاز پیوسته و نانوذرات به‌عنوان فاز پراکنده هستند.

در صورتی‌که فاز پراکنده مورد استفاده در کامپوزیت، نانو ذره باشد، ماده ترکیبی، نانو کامپوزیت خواهد بود.

از خصوصیات متنوع نانو کامپوزیت‌ها می‌توان به بالابودن نسبت سطح به حجم، انعطاف‌پذیری بالا بدون کاهش استحکام و مقاومت در برابر خراشیدگی و همچنین خواص نوری مطلوب مانند شفافیت که به اندازه ذرات بستگی دارد اشاره نمود.

در این کامپوزیت‌ها از نانوذراتی هم‌چون (خاک‌رس، فلزات، و...) به‌عنوان تقویت‌کننده استفاده می‌شود. برای مثال، در نانوکامپوزیت‌های پلیمری، به میزان کمتر از ۱۰ درصدِ وزنی ذرات نانو استفاده می‌شود. این ذرات علاوه بر افزایش استحکام پلیمرها، وزن آنها را نیز کاهش می‌دهند.

شکل۶

استفاده از نانو کامپوزیت‌های زیستی برای بسته‌بندی غذا نه تنها غذا را حفظ می‌کند و طول عمر آن را افزایش می‌دهد بلکه برای حفظ محیط زیست مفید است. اکثر مواد بسته‌بندی معمولی از مواد غیرقابل بازیافت‌اند که آلودگی محیط زیست را افزایش می‌دهد.

تحقیق کنید

درباره تأثیر انواع مواد بسته‌بندی در آلودگی محیط زیست تحقیق کنید.

در سال‌های اخیر، توجه به بسته‌بندی‌های نوین در تولید مواد غذایی افزایش یافته است که این امر ناشی از این حقیقت است که این نوع بسته‌بندی‌ها در مقایسه با نوع مرسوم، تنها مسئول در برگرفتن و محافظت ماده غذایی در برابر عوامل خارجی نیستند، بلکه مزایای دیگری نیز دارند که شامل افزایش زمان انبارمانی، جلوگیری ازفساد و اُفت مواد مغذی و تعیین زمان ماندگاری مواد غذایی است. لذا سه نوع بسته‌بندی مواد غذایی وجود دارد: ۱ـ بسته‌بندی متداول و غیرفعال ۲ـ بسته‌بندی فعال ۳ـ بسته‌بندی هوشمند

بسته‌بندی فعال (Active Packaging)

برخلاف بسته‌بندی‌های غذایی متداول، بسته‌بندی غذایی فعال نه تنها به‌عنوان یک مانع غیرفعال عمل می‌کند، بلکه ممکن است از طریق رهایش ترکیبات مطلوبی هم‌چون عوامل ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی یا با حذف برخی از فاکتورهای مضر (از قبیل اکسیژن، اتیلن یا بخار آب) عکس‌العمل نشان دهد. پیامد این‌چنین عکس‌العمل‌هایی به بهبود پایداری غذا منجر می‌شود. برخی از نمونه‌های بارز این سیستم‌های بسته‌بندی غذا در ادامه توضیح داده می‌شوند:

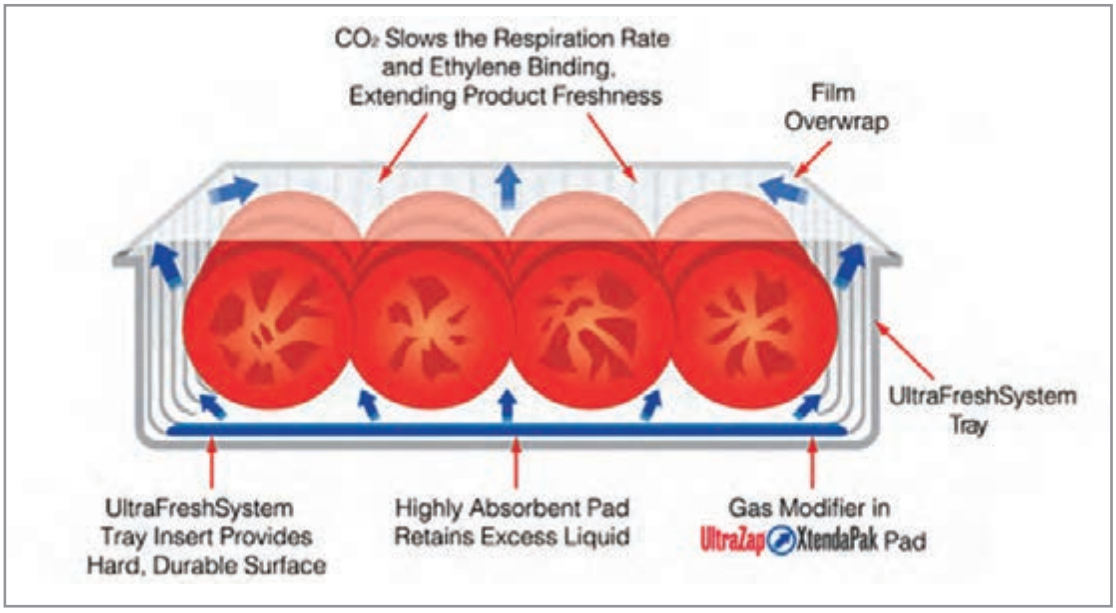
الف) سیستم‌های ضدمیکروبی: سیستم‌های بسته‌بندی ضدمیکروبی به سرعت در حال ظهور هستند، زیرا توانایی کنترل رشد پاتوژن‌ها و عوامل ایجادکننده فساد در مواد غذایی را دارا هستند. این بسته‌بندی‌ها را طوری طراحی کرده‌اند که به‌محض شروع فساد در ماده غذایی داخل بسته، از خود، ماده نگهدارنده آزاد می‌کنند.

از جمله سیستم‌های ضدمیکروبی استفاده شده در بسته‌بندی مواد غذایی، نانوذرات نقره است. نقره علاوه بر سمی بودن برای دسته‌ای از میکروارگانیسم‌ها، برخی مزیت‌ها از قبیل پایداری در دمای بالا و فراریت کمتر را نیز داراست. چسبندگی به سطح سلول، تخریب لیپوپلی ساکاریدها و تشکیل حفراتی در غشای سلولی، نفوذ به داخل سلول باکتری و آسیب به DNA و رها کردن یون‌های ضدباکتریایی نقره (Ag^+)، سازوکارهای فعالیت ضدمیکروبی این بسته‌بندی‌ها هستند.

همچنین نانوذرات نقره، اتیلن را جذب و تجزیه می‌کنند که ممکن است در افزایش زمان انبارمانی میوه‌ها و سبزی‌ها مؤثر باشد.

ب) مهارکننده‌های گازها و رطوبت: اکسیژن موجود در بسته‌بندی غذایی عامل اصلی فساد اکسیداسیونی چربی‌ها و روغن‌ها و رشد میکروارگانیسم‌ها است. همچنین اکسیژن، فرایندهای داخل بسته‌بندی غذایی را که منجر به تغییر رنگ، بافت، تندشدگی و طعم نامناسب و مشکلات مربوط به طعم می‌شود، سرعت می‌بخشد. اتیلن نیز گازی است که تحت عنوان هورمون پیری برای میوه‌ها و سبزی‌ها شناخته می‌شود. برای افزایش طول عمر این محصولات لازم است میزان اتیلن موجود در بسته‌های آنها کاهش یابد. فناوری نانو قادر است تا با تولید مهارکننده‌های اکسیژن و اتیلن از ایجاد تغییرات نامطلوب در مواد غذایی بسته‌بندی شده جلوگیری نموده و یا از سرعت تنزل کیفیت به‌شدت بکاهد.

شکل ۷ــ بسته‌بندی فعال



شکل ۸ــ اساس کار نوعی بسته‌بندی فعال

بسته‌بندی هوشمند (Smart Packaging)

بسته‌بندی هوشمند به سیستمی اطلاق می‌شود که امکان برقراری ارتباط با مصرف‌کننده را داشته باشد.

بسته‌بندی‌های هوشمند مواد غذایی علاوه بر به تأخیر انداختن عوامل محیطی مؤثر بر مواد غذایی، روشی پویاتر را برای نگهداری محصول به کار می‌گیرند. به‌عنوان مثال دو مقوله مهم در حفظ کیفیت ماده غذایی بسته‌بندی شده، کنترل میزان رطوبت و اکسیژن است.

شکل ۹ــ بسته بندی هوشمند

شکل ۱۰ــ بسته‌بندی‌های هوشمند

در بسته‌بندی هوشمند، ظروف بسته‌بندی حاوی ترکیباتی هستند که کلیه معضلات مربوط به افزایش یا کاهش اکسیژن و رطوبت در بسته‌بندی را برطرف می‌کنند. به این ترتیب یکی از ویژگی‌های مواد بسته‌بندی هوشمند قابلیت جذب اکسیژن ماده غذایی توسط آنها است که طی این عمل اکسیژن موجود در فضای ظرف جذب شده و به این ترتیب رشد میکروب‌های هوازی متوقف می‌شود و در نتیجه طعم و کیفیت ماده غذایی حفظ می‌شود.

یکی دیگر از قابلیت‌های بسته‌بندی هوشمند، عبور کربن دی اکسید از آنها است. کربن دی اکسید می‌تواند رشد میکروب‌ها را در محصولاتی نظیر گوشت قرمز، گوشت مرغ و پنیر متوقف سازد.

استفاده از مواد جاذب رطوبت از دیگر امکانات بسته‌بندی‌های هوشمند است . حذف رطوبت می‌تواند مانع جمع شدن آب محصولات گوشتی درون ظرف شود. همچنین هنگام بسته‌بندی محصول غذایی تازه، مواد جاذب رطوبت مانع از تشکیل قطرات ناشی از میعان بر جدار ظرف می‌شوند. مواد کنترل رطوبت نیز می‌توانند میزان رطوبت موجود در ظرف را در سطح مورد نظر حفظ کنند. از جمله جذب‌کننده‌های دیگری که در بسته‌بندی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند مواد جاذب گاز اتیلن و ضدمیکروب‌ها هستند.

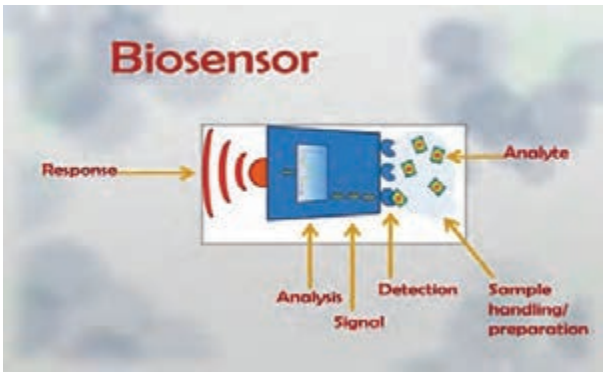
نانوسنسورها در صنعت غذا

حسگر یا سنسور در حقیقت، ابزار و یا ماده‌ای است که بتوان با آن یک یا چند پدیده فیزیکی یا شیمیایی خاص را براساس ایجاد یک پاسخ (سیگنال) ویژه تشخیص داد.

اندازه‌گیری دقیق پارامترها در مقیاس نانو، مستلزم استفاده از حسگرهایی در مقیاس نانو با حساسیت خیلی بالا است. همچنین مواد سازنده نانوحسگرها باید دوام و استحکام بالا و خواص الکتریکی خوبی داشته باشند.

به‌طورکلی، ویژگی‌های مهم نانوحسگرها انتخاب‌گری بالاتر، حساسیت زیادتر، ابعاد کوچک‌تر و قیمت ارزان‌تر است. نانوحسگرها در بسته‌بندی مواد غذایی با عنوان برچسب یا پوشش اضافه می‌شوند که باعث جلب اطمینان مصرف‌کننده از لحاظ یک‌پارچگی بسته‌بندی از طریق تشخیص نشت (برای مواد غذایی بسته‌بندی شده تحت خلأ و یا گاز بی‌اثر)، شناساگرهای تغییرات دما ـ زمان (منجمد شدن ـ خروج از انجماد ـ انجماد دوباره) و یا ایمنی میکروبی (فساد موادغذایی) می‌شود.

از نانوحسگرهایی که به رهایش مواد شیمیایی ناشی از فساد غذاها حساس هستند می‌توان در بسته‌بندی‌های هوشمند استفاده کرد، تا به‌محض شروع خراب شدن غذا، رنگ بسته‌بندی تغییرکرده، به مشتری هشدار داده شود. این سیستم به مراتب دقیق‌تر و مطمئن‌تر از فروش با تاریخ مصرف است.



شکل ۱۱ـ نانوسنسورها

این حسگرها علاوه بر حساسیت بالا، زمان تشخیص را نیز کاهش می‌دهند.

نانوحسگرها همچنین قادر به تشخیص ویروس قبل از تکثیر آن هستند. برخی از قابلیت‌های بالقوه نانوحسگرهای زیستی عبارت‌اند از: تشخیص آلودگی‌های بیماری‌زا، شرایط محیطی (روشنایی و تاریکی، سردی و گرمی، خشکی و رطوبت) و ترکیب‌های حساسیت‌زا.

نانوحسگرها قادر به تشخیص تغییرات فیزیکی و شیمیایی در آب بوده و به‌دلیل اندازه بسیار کوچک و ساختار نانومتری از دقت و واکنش‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند. کاربردها و قابلیت‌های این نانوحسگرها در آب عبارت‌اند از:

- تشخیص نوع و میزان آلودگی در آب؛
- تشخیص آلایندگی قبل از شیوع آلودگی در کل آب؛
- حساسیت بسیار بالا به میزان تغییرات pH آب.

بیشتر بدانید

نور خورشید از امواج مختلفی با طول موج‌های متفاوت تشکیل شده است. برخی از امواج برای سلامتی ما خطرناک هستند. درنتیجه باید از رسیدن آنها به بدن جلوگیری کرد. یکی از این امواج خطرناک، امواج ماوراءبنفش هستند. در طبیعت لایه اُزن، تا حد زیادی از رسیدن این امواج به ما جلوگیری می‌کند. یکی از مشکلاتی که بسته‌بندی‌های شفاف دارند این است که وقتی در معرض نور قرار می‌گیرند، تابش ماوراءبنفش را از خود عبور داده و به ماده غذایی می‌رسانند و در نتیجه نمی‌توانند از ماده غذایی داخل خود به‌خوبی محافظت کنند و ماده غذایی زود فاسد می‌شود. با استفاده از فناوری نانو پلاستیک‌هایی تولید شده‌اند که دارای نانوذرات تیتانیوم اکسید هستند. این پلاستیک‌ها آثار مخرب تابش‌های ماوراءبنفش را کاهش می‌دهند.

واحد یادگیری ۸
تحلیل غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند

امروزه هدف از مصرف مواد غذایی تنها رفع گرسنگی و فراهم آوردن مواد مغذی ضروری برای انسان نیست، بلکه جلوگیری از بیماری‌های مربوط به تغذیه و بهبود تندرستی فیزیکی و روانی مصرف‌کننده نیز اهمیت زیادی دارد. همچنین درصد چشمگیری از جمعیت جهان از کمبود ویتامین‌ها و مواد معدنی رنج می‌برند. کمبود ریزمغذی‌های ضروری باعث کاهش یادگیری، عقب‌ماندگی ذهنی، بیماری‌های مزمن، نابینایی و مرگ زودرس می‌شود. در این میان شیوع کمبود ریزمغذی‌هایی مانند آهن، ید، ویتامین A و D در کشور ما نسبتاً بالا بوده که می‌توان با غنی‌سازی و تولید غذاهای فراسودمند کمبود این مواد مغذی را جبران کرد.
تقاضای رو به افزایش مواد غذایی غنی‌سازی شده و یا فراسودمند می‌تواند با دلایلی چون افزایش هزینه‌های درمان، و تمایل افراد برای کیفیت بهتر زندگی در سال‌های پیش‌رو توجیه شود.

استانداردعملکرد

بررسی و تحلیل اثر فناوری نانو، غنی‌سازی و غذاهای فرا سودمند در صنایع غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران

کاربرد ریزمغذی‌ها در تهیه غذاهای فراسودمند

رابطه مستقیم بین توسعه انسانی و امنیت غذایی (Food Security) وجود دارد. امنیت غذایی بدین معناست که همه مردم در تمامی ایام به غذای کافی، سالم و مغذی برای یک زندگی سالم و فعال، دسترسی داشته باشند. نیاز غذایی سلول از طریق دریافت عناصر غذایی حاصل می‌شود. به این سبب غنی بودن غذا از عناصر مفید و مغذی حائز اهمیت است.

غذاهای فراسودمند(Functional Foods)

غذاهای فراسودمند موضوع روز علم تغذیه بوده و یکی از رو به رشدترین گروه‌های مواد غذایی به شمار می‌آیند. در نگاه سنتی از نظر علم تغذیه، انسان برای ادامه حیات علاوه بر اکسیژن، آب و کربوهیدرات‌ها، وابسته به تأمین آمینواسیدهای ضروری، اسیدهای چرب ضروری، املاح پرمقدار و کم‌مقدار و ویتامین‌ها از طریق غذا است. مطالعات بسیاری نشان داده است که دریافت برخی مواد غذایی ارتباط مستقیم با کاهش برخی بیماری‌ها دارد و این خواص به هیچ‌کدام از مواد ضروری ذکر شده در بالا مربوط نیست. برای مثال فلاوونوئیدها در ترکیباتی مانند عسل و برخی از سبزی‌ها و میوه‌ها و همچنین ایزوفلاوونوئیدها در سویا، دارای خاصیت ضد سرطانی و پیشگیری‌کننده از بیماری‌های قلبی و عروقی هستند. همچنین به سبب وجود ترکیبات سولفوردار در سیر، این سبزی مفید دارای اثرات درمانی اثبات شده‌ای است. استفاده از این نوع مواد غذایی و یا استخراج عصاره ماده مؤثر آنها و افزودن آن به سایر مواد غذایی در صنعت غذا رویکرد جدیدی است و در مجموع این نوع مواد غذایی تحت عنوان غذاهای فراسودمند نام‌گذاری شده‌اند.

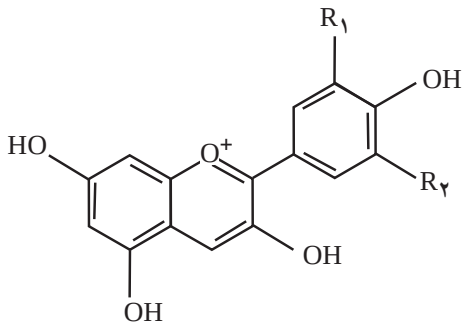
غذاهای فراسودمند افزون بر ارزش تغذیه‌ای پایه، دست کم دارای یک خاصیت مشخص و به اثبات رسیده ارتقای سلامت و پیشگیری‌کننده و یا کاهش‌دهنده بیماری هستند و شامل مجموعه متنوعی مانند غذاهای فرموله شده برای کودکان، مکمل‌های غذایی، غذاهای غنی‌شده با ویتامین‌ها و مواد معدنی، پروبیوتیک‌ها و غذاهای حاوی مواد مؤثر نظیر فیبر، آنتی‌اکسیدان، پروتئین سویا و اسیدهای چرب ضروری هستند.

شکل ۱

نکته

بین مواد غذایی فراسودمند و ترکیبات غذا ـ دارو تفاوت وجود دارد. مواد غذایی فراسودمند مشابه مواد غذایی عادی هستند که به‌عنوان قسمتی از رژیم غذایی معمول مصرف می‌شوند. اما علاوه‌بر ویژگی تغذیه‌ای اولیه، سلامت پایه را بهبود می‌بخشند. ترکیبات غذا ـ دارو، محصولات یا ترکیباتی هستند که از مواد غذایی استخراج شده (مانند لیکوپن از گوجه‌فرنگی) و سپس به شکل دارویی مانند قرص، کپسول، پودر یا شربت عرضه می‌شوند. این ترکیبات فواید فیزیولوژیکی داشته و یا در مقابل بیماری‌های مزمن نقش محافظتی دارند، به این ترکیبات «فراورده‌های سلامت‌بخش طبیعی» هم گفته می‌شود.

به این ترتیب می‌توان میوه انگور را به‌دلیل داشتن آنتوسیانین‌ها یک غذای فراسودمند در نظر گرفت در حالی‌که ترکیب مؤثر آنتوسیانین موجود در انگور را می‌توان از آن استخراج کرده و به شکل قرص یا شربت مصرف نمود که در این صورت به آن غذا ـ دارو گفته می‌شود.



R_1	R_2	Anthocyanidin
H	H	Pelargonidin
OH	H	Cyanidin
OCH_3	H	Peonidin
OH	OH	Delphinidin
OCH_3	OH	Petunidin
OCH_3	OCH_3	Malvidin

شکل ۲ـ ساختمان شیمیایی آنتوسیانین‌ها

همچنین می‌توان ترکیبات غذا ـ دارو را به مواد غذایی مختلف اضافه کرد. با این وجود مرز بین مواد غذایی فراسودمند و ترکیبات غذا ـ دارو خیلی واضح نیست و ممکن است بعضی از تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها این واژه‌ها را جای یکدیگر استفاده کنند.

در حقیقت مواد غذایی فراسودمند به‌عنوان قسمتی از رژیم غذایی روزانه در نظر گرفته می‌شوند اما در عین حال دارای ترکیباتی هستند که از نظر بیولوژیکی فعال بوده و ظرفیت افزایش سلامتی یا کاهش خطر بیماری‌ها را دارند. نمونه‌هایی از مواد غذایی فراسودمند شامل غذاهایی می‌شوند که حاوی مواد معدنی مشخص، ویتامین‌ها، اسیدهای چرب ضروری یا فیبرهای رژیمی هستند. همچنین این تعریف مواد غذایی را شامل می‌شود که ترکیبات فعال بیولوژیکی مانند؛ آنتی‌اکسیدان‌ها یا پروبیوتیک‌ها به آنها اضافه می‌شود. از گروه اخیر می‌توان به فراورده‌های لبنی پروبیوتیک اشاره کرد.

نکته

مواد غذایی کاملی که تغییری در آنها صورت نگرفته باشد، مانند سبزی‌ها و میوه‌ها ساده‌ترین شکل مواد غذایی فراسودمند هستند، مثل کلم، هویج و گوجه‌فرنگی که دارای ترکیبات فعال بیولوژیکی هستند.

غنی‌سازی (Enrichment): عبارت است از افزودن یک یا چند ریزمغذی ضروری به مواد غذایی در سطوحی بالاتر از آنچه که به‌طور طبیعی در غذا وجود دارد، کم است یا وجود ندارد، به‌منظور پیشگیری و اصلاح کمبود ناشی از یک یا چند ماده ریزمغذی که در کل جامعه و یا گروه‌های خاصی از جمعیت وجود دارد. فرایند غنی‌سازی، وارد کردن، یا اضافه کردن ترکیب غذا ـ دارو به مواد غذایی است. غنی‌سازی یا اضافه کردن یک جزء جدید (شامل یک ترکیب غذا دارو) به یک محصول جدید می‌تواند بر ویژگی‌های ترکیبی، فیزیکوشیمیایی و در نتیجه بر ماندگاری تأثیر گذارد. نوع و حلالیت ترکیب غذا دارو بر طراحی فرمولاسیون و فراوری مورد استفاده در تولید آن تأثیر می‌گذارد.

بیشتر بدانید

اغلب، وارد کردن مستقیم این ترکیبات به ماده غذایی ممکن نیست، به این دلیل که بسیاری از آنها به تجزیه شدن حساس هستند و ممکن است با ترکیبات دیگر مواد غذایی برهم‌کنش دهند . در نتیجه باعث از دست رفتن قابلیت زیست دسترس‌پذیری جزء غذا دارو و کاهش کیفیت محصول غذایی شوند؛ بنابراین وارد کردن موفقیت‌آمیز ترکیب غذا ـ دارو به ماده غذایی نیازمند طراحی مناسب یک سیستم حمل است که اختصاصاً برای محصول هدف طراحی شده باشد.

حامل غذایی (Carriers of food)؛ عبارت است از غذایی که ماده مغذی به آن افزوده می‌شود.
امروزه غنی‌سازی به دو صورت انجام می‌شود:
۱ـ غنی‌سازی اجباری: در قالب طرح‌های ملی به‌عنوان مثال غنی‌سازی آرد با آهن و فولیک اسید یا نمک با ید.
۲ـ غنی‌سازی اختیاری: به‌صورت اختیاری و با انتخاب کارخانجات تولید مواد غذایی به‌طور مثال افزودن ویتامین D به روغن‌های خوراکی.

پرسش

چند نوع محصول صنایع غذایی که عملیات غنی‌سازی روی آنها انجام شده را نام ببرید؟

اصول پایه برای غنی‌سازی در قالب طرح‌های ملی (غنی‌سازی اجباری):
غنی‌سازی باید با تصمیم سازمان‌های دولتی ذی‌ربط در مورد نوع و مقدار ریزمغذی‌ها، نوع غذای انتخاب شده برای غنی‌سازی به‌عنوان حامل و براساس تصحیح مشکلات تغذیه‌ای خاص جامعه هدف و الگوی مصرف غذایی هر منطقه صورت گیرد.
در این رابطه باید شواهدی مبنی بر نیاز به دریافت ریزمغذی خاصی در یک یا چند گروه از جامعه به واسطه کمبود و یا دریافت مقادیر کم آن ترکیب موجود باشد.
در غنی‌سازی سه نکته اساسی باید لحاظ و تعیین شود:
۱ انتخاب نوع ماده غذایی به‌عنوان حامل؛
۲ انتخاب مواد مغذی ضروری با هدف غنی‌سازی؛
۳ مقدار مواد مغذی ضروری با هدف غنی‌سازی.

نکته

غذایی که به‌عنوان حامل ریزمغذی انتخاب می‌شود باید توسط جامعه تحت خطر کمبود، مصرف شود.

نکته

مقدار ریزمغذی افزوده شده به غذا باید برای بهبود یا پیشگیری از کمبود آن‌کافی باشد.

شرایط زیر باید برای انجام هر نوع غنی‌سازی لحاظ شود:

- ریزمغذی‌های ضروری باید با توجه به وجود آنها در منابع غذایی دیگر، در مقادیری بـه مواد غذایی اضافه شوند که منجر به دریافت مقدار بیش از اندازه و یا نامعلوم آن مـاده ریزمغذی در افراد مصرف‌کننده نشوند.
- انتخاب غذای حامل باید بر اساس میزان مصرف آن در جامعه هدف باشد.
- مقدار ریزمغذی باید به نحوی باشد که موجب جذب بیش از حد در افراد با مصرف بالای این محصولات نشود.
- افزودن ریزمغذی‌ها به مواد غذایی باید به نحوی باشد که موجب اثرات زیان‌آور بـر متابولیسـم سایر مواد مغذی و یا بروز عوارض جانبی نشود.
- ریز مغذی افزوده‌شده به ماده غذایی باید از نظر بیولوژیکی از غذای مصرف شده قابل دریافت باشد.
- افزودن ریزمغذی به مواد غذایی نباید تغییری در خصوصیات مواد غذایی (از قبیل رنگ، طعم، بو، ماهیت و فرایند تولید) ایجاد کند و همچنین نباید زمان ماندگاری مواد غذایی را به طور محسوسی کاهش دهد. این امر معمولاً در مورد غنی‌سازی با مواد معدنی بسیار مهم است.
- تکنولوژی و امکان فراوری ماده غذایی در جهت غنی‌سازی آن بـه نحو درست و مطلوب موجود باشد.
- افزودن ریزمغذی‌ها باید به نحوی باشد که طی فرایندهای فراوری، نگهداری، توزیع و مصرف در غذا پایدار بوده و تخریب یا حذف نشوند.
- افزودن ریزمغذی‌ها نباید به نحوی باشد که موجب فریب یا گمراهی مصرف‌کننده در مورد ارزش غذایی آن محصول شود.
- روش‌های اندازه‌گیری، پایش و کنترل کیفیت مقادیر ریزمغذی افزوده شده به غذا باید از طریق تولیدکننده و سازمان ناظر در دسترس و امکان‌پذیر باشد.
- مقدار دریافت ریزمغذی از مواد غذایی که به‌عنوان حامل انتخاب می‌شود باید ثابت و یکنواخت بوده و مقادیر حداکثر و حداقل میزان دریافت مشخص باشد.
- افزودن ویتامین‌ها و املاح به مواد غذایی باید با دقت پایش و کنترل شود چرا که این مواد به شدت نسبت به اکسیداسیون، حرارت، نور و ... حساس هستند. علاوه بر کنترل مقادیر افزوده شده، این مواد باید به شکلی یکنواخت در کل ماده غذایی حامل پخش شوند.

غنی‌سازی عموماً در غذاهای فراوری شده صورت می‌گیرد و افزودن مواد مغذی ضروری و ریزمغذی‌ها به مواد غذایی زیر ممنوع است:

- محصولات کشاورزی خام نظیر میوه‌ها، سبزی‌ها، حبوبات و غلات
- غذاهای فراوری شده مانند چای، قهوه و کاکائو و ادویه‌جات
- آب آشامیدنی
- غذاهای خام نظیر گوشت قرمز، طیور، ماهی، میگو، تخم‌مرغ و نیز فراورده‌های گوشتی حاصل از آنها مثل سوسیس، کالباس، همبرگر و غذاهای با سدیم بیش از ۴۵۰ میلی‌گرم به ازای هر واحد مصرف (serving size)

- غذاهای کنسروی و نیمه‌کنسروی
- غذاهای با اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب ترانس بیش از ۲ گرم و یا فراورده‌هایی که بیش از ۱۵ درصد انرژی آنها از اسیدهای چرب اشباع و یا اسیدهای چرب ترانس تأمین مـی‌شود.
- غذاهایی که بیش از ۳۰ درصد از انرژی آنها حاصل از قندهای ساده (مونو و دی ساکاریدها) باشد.
- فراورده‌های حجیم شده نظیر اسنک‌ها، چیپس و ...

بحث کلاسی

در مورد دلایل ممنوعیت غنی‌سازی هریک از گروه‌های غذایی فوق بحث کنید.

انتخاب مواد مغذی ضروری با هدف غنی‌سازی اختیاری

ویتامین‌ها و مواد معدنی را که می‌توان به شکل اختیاری به غذا افزود به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) ریزمغذی‌هایی که اثرات سوءجانبی از آنها گزارش نشده و یـا محدوده امنیت بالایی دارند مانند: تیامین، ریبوفلاوین، پانتوتنیک اسید، بیوتین، ویتامین $B_{۱۲}$، ویتامین C، بتاکاروتن، ویتامین $B_۶$، ویتامین E و نیاسین.

ب) ریزمغذی‌هایی که اثرات سوءجانبی جدی داشته اما در غنی‌سازی‌های اختیاری امکان جذب بیش از حد آنها (Over dose) در مقادیر افزوده شده وجود ندارد: کلسیم، فولیک اسید، منیزیوم و ویتامین D.

نکته

از این دو گروه افزودن ریزمغذی‌هایی که در قالب طرح‌های ملـی بـه مواد غذایی اضافه می‌شوند نظیر آهن و ید ممنوع است.

مقادیر توصیه شده دریافت ریزمغذی‌ها (RNI) با توجه به انجام مطالعات جامعه‌نگـر و بـراسـاس ویژگی‌های سنی و جنسیتی به نحوی تعریف شود که اکثریت (۹۷ درصد) افراد سالم در هر گروه آن را دریافت می‌نمایند.

جدول ۱ــ غنی‌سازی مواد غذایی

ماده غذایی	عامل افزوده‌شده
نمک	ید، آهن، فلونور
آرد، نان، برنج	ویتامین‌های B۲، B۱ ، نیاسین و آهن
شیر، مارگارین	ویتامین‌های A و D
شیرهای خشک نوزادان، کلوچه‌ها	آهن
شیرسویا، آب میوه	کلسیم
غلات آماده مصرف	ویتامین‌ها، مواد معدنی
نوشابه‌های رژیمی	ویتامین‌ها، مواد معدنی
محلول‌های مخصوص تغذیه با لوله و تغذیه وریدی	ویتامین‌ها، مواد معدنی

مقررات برچسب‌گذاری غذاهای غنی‌شده

علاوه بر رعایت قوانین کلی، موارد زیر نیز باید برای برچسب‌گذاری غذاهای غنی‌شده لحاظ شوند:

- دفعات مصرف فراورده غذایی
- مقدار مصرف در هر نوبت بر اساس وزن فراورده (برای غذاهای جامد) یا حجم (بـرای غذاهای مایع)
- کالری به ازای هر نوبت مصرف
- مقدار و نوع ریزمغذی افزوده‌شده در هر نوبت مصرف

بیشتر بدانید

ـ غذایی که با عبارت «حاوی» از یک ماده ریزمغذی برچسب‌گذاری می‌شود باید دارای حداقل ۵ درصد (برای ویتامین C ۲۰ درصد) از میزان مورد نیاز روزانه در هر وعده غذایی باشد.
ـ غذایی که با عبارت «منبع خوب» از یک ماده ریزمغذی برچسب‌گذاری می‌شود باید دارای حداقل ۱۰ درصد (برای ویتامین C ۳۵ درصد) از میزان مورد نیاز روزانه در هر وعده غذایی باشد.
ـ غذایی که با عبارت «سرشار از» برچسب‌گذاری می‌شود باید دارای ۲۰ درصد از میزان مورد نیاز روزانه (برای ویتامین C ۵۰ درصد) در هر وعده غذایی باشد.

نقش میکروارگانیسم‌ها در تهیه غذاهای فراسودمند

در تهیه برخی از غذاهای فراسودمند، به جای افزودن ترکیبات مغذی، میکروارگانیسم‌هایی که دارای اثرات فیزیولوژیک مطلوب برای بدن هستند. اضافه می‌کنند. به غذاهای حاوی این نوع میکروارگانیسم‌های مفید، غذای پروبیوتیکی گفته می‌شود.

تاریخچه استفاده از میکروارگانیسم‌های زنده در غذا به ویژه باکتری‌های تولیدکننده لاکتیک اسید به منظور حفظ و بهبود سلامت انسان بسیار طولانی است. از زمان پیدایش عصر میکروب‌شناسی، تعدادی از محققین این اثرات مفید را به تعادل میکروبی روده نسبت دادند. فرضیه پروبیوتیک‌ها در اوایل سال ۱۹۰۰ شکل گرفت، زمانی‌که دانشمندی به نام متچینکوف این فرضیه را مطرح کرد که مصرف ماست حاوی لاکتوباسیلوس منجر به کاهش باکتری‌های تولیدکننده سم در روده شده و در نتیجه باعث افزایش طول عمر میزبان می‌شود.

پروبیوتیک‌ها:

میکروارگانیسم‌های (باکتری و مخمر) زنده و فعالی هستند که با استقرار در بخش‌های مختلف بدن (به‌ویژه روده) به تعداد مناسب، با فعالیت زیستی خود، عمدتاً از طریق حفظ و بهبود توازن فلور میکروبی روده میان میکروارگانیسم‌های سودمند و زیان‌بخش، دربردارنده خواص سلامت‌بخش برای میزبان هستند.

واژه «پروبیوتیک» در زبان لاتین به معنای «حیات‌بخش» است و از نظر مفهوم در مقابل واژه «آنتی‌بیوتیک» به معنای «ضدحیات» قرار دارد.

پری‌بیوتیک‌ها:

ترکیباتی اساساً الیگوساکاریدی (Oligosaccharide) هستند که توسط آنزیم‌های گوارشی انسان قابل هضم نبوده و یا هضم‌پذیری کمی دارند و در نتیجه رشد و یا فعالیت میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک را به‌طور انتخابی تحریک می‌کنند.

سین‌بیوتیک‌ها:

فراورده‌هایی هستند که حاوی انواعی از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها هستند. کاربرد توأم دو عامل یادشده با هدف ایجاد هم‌افزایی در اثرات سلامت‌بخش آنها صورت می‌گیرد.

قابلیت زیستی (زنده‌مانی):

درجه زنده و فعال بودن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک در محصول نهایی است. این ویژگی اغلب از راه شمارش تعداد سلول‌های زنده و فعال پروبیوتیک در محیط کشت تعیین می‌شود.

ماده غذایی پروبیوتیک باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- خود فراورده سلامت‌بخش بوده و یا اینکه دست کم مضر نباشد.
- توسط طیف وسیعی از مردم مصرف شود.
- امکان تولید دائمی آن وجود داشته باشد.
- شرایط مطلوب از نظر ماندگاری میکروارگانیسم پروبیوتیک را دارا باشد.
- افزودن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک سبب از بین رفتن خواص حسی و یا ویژه آن نشود.

شکل ۳ـ منابع پروبیوتیک طبیعی

نکته

با توجه به ویژگی‌های فوق محصولات شیری به‌عنوان پایه مناسبی برای تولید فراورده‌های پروبیوتیک هستند.

خواص سلامت‌بخش عمومی و اختصاصی فراورده‌های پروبیوتیک

پروبیوتیک‌ها معمولاً دارای اثرات سلامت‌بخش کلی و عمومی هستند یعنی اثرات آنها به اندازه داروها زودبروز، مؤثر و مشخص نیست. در مقابل، فرآورده‌های پروبیوتیک با خواص سلامت‌بخش اختصاصی هم وجود دارند که دارای اثرات درمانی قوی‌تر، زود بروزتر و مشخص‌تر هستند. برای مثال، در حال حاضر، ماست‌های گوناگون به‌منظور درمان عفونت‌های روده‌ای به ویژه اسهال مورد تولید و مصرف دارند.

باکتری‌های مورد استفاده به‌عنوان پروبیوتیک از گروه ترکیبات عموماً بی‌زیان (GRAS) هستند و نباید بیماری‌زا باشند. این میکروارگانیسم‌ها باید دارای مستندات لازم از طرف شرکت تولیدکننده مبنی بر ایمن بودن آن باشند.

تنوع میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک همواره در حال افزایش است.

بیشتر بدانید

از بین میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک جنس لاکتوباسیلوس، گونه‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازیی*، *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*، *بیفیدوباکتریوم لانگوم*، *بیفیدوباکتریوم بروی*، *بیفیدوباکتریوم اینفنتیس* بیشترین کاربرد تجاری را دارند.

اختلاف نظر زیادی درباره حداقل تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در مواد غذایی وجود دارد، ولی عموماً غلظت حداقلی برابر 10^{6}ـ 10^{7} CFU/g از یک باکتری، هنگام مصرف و تا تاریخ انقضای محصول برای ایجاد تأثیری پروبیوتیک مورد نیاز است.

فراورده‌های پروبیوتیک باید در شرایطی حمل و نقل و انبارش شوند که قابلیت زیستی و تعداد میکروارگانیسم‌های زنده آن دچار تغییر محسوسی نشود. شرایط نگهداری با توجه به فراورده مورد نظر متغیر است.

معیارهای انتخاب پروبیوتیک‌ها

پروبیوتیک‌ها عموماً از منابع انسانی بوده و به‌عنوان باکتری‌های غیربیماری‌زا محسوب می‌شوند. انتخاب گونه‌های پروبیوتیک عمدتاً بر پایه سابقه تاریخی استفاده از آنها برای مدت‌های مدید بدون داشتن عوارض جانبی مضر صورت می‌گیرد. سایر معیارهای مطرح برای استفاده از گونه‌های باکتریایی مناسب عبارت‌اند از:

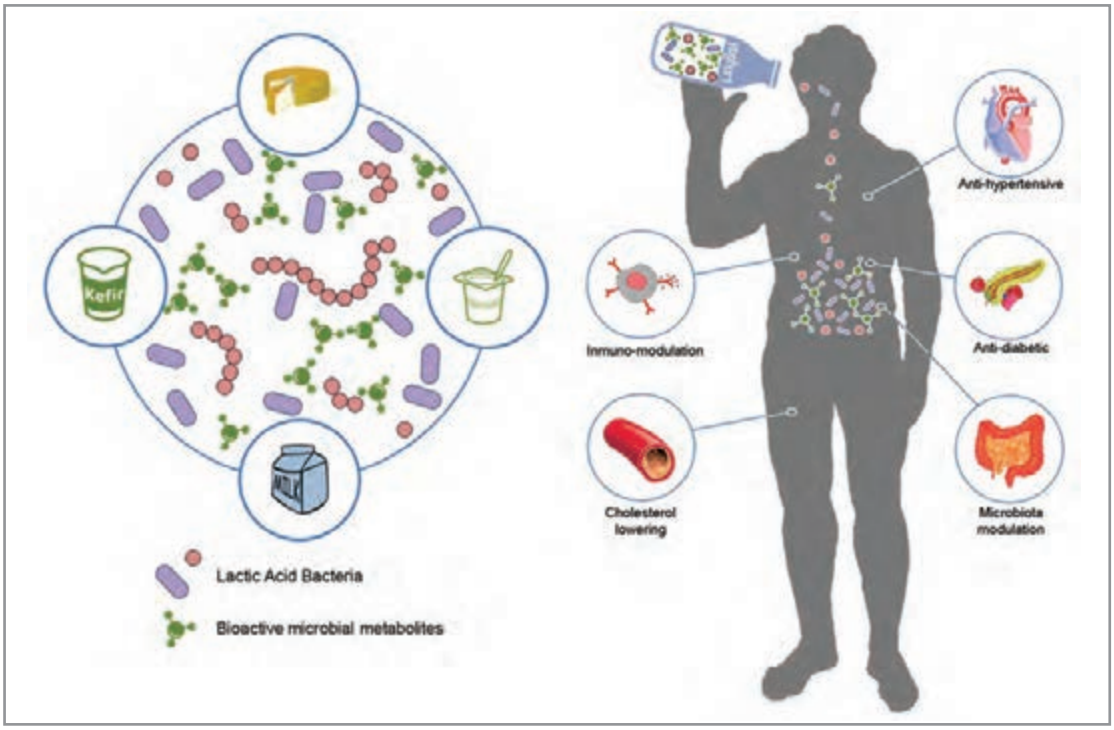
۱ـ مقاومت و زنده ماندن در پروسه تکنولوژیک ساخت

۲ـ زنده و فعال ماندن در دستگاه گوارش که به معنی مقاومت در برابر اسید معده و اسیدهای صفراوی است.

۳ـ توانایی اتصال به سلول‌های اپی‌تلیا روده

۴ـ توانایی آنتاگونیزه کردن پاتوژن‌ها از طریق تولید ترکیبات ضد باکتری، حذف رقابتی آنها یا کاهش PH داخل کولون.

۵ـ توانایی تثبیت فلورباکتری‌های روده



شکل ۴ـ اثرات مصرف فراورده‌های پروبیوتیکی

اغلب فراورده‌های پروبیوتیکی که تاکنون مورد مطالعه قرار گرفته‌اند یا در بازار موجودند، ایمن هستند و در هزاران نفر از افرادی که تاکنون مصرف این فراورده‌ها را گزارش کرده‌اند، هیچ‌گونه عارضه جانبی آشکاری از خود نشان نداده‌اند.

ترکیبات شیمیایی مفید در تهیه غذاهای فراسودمند

نقش آنتی‌اکسیدان‌ها در تولید غذاهای فراسودمند

رادیکال‌های آزاد اتم‌ها یا مولکول‌هایی هستند که به‌خاطر وجود تک الکترون آزاد، بسیار واکنش‌پذیرند و به‌عنوان پذیرنده الکترون و عامل اکسیدکننده عمل می‌کنند و آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به ماکرومولکول‌های بدن مانند DNA، و عملکرد مولکول‌های زیستی اصلی بدن شامل پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها وارد می‌سازند. بیشترین اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد متوجه غشاء سلولی و غشاء میتوکندری‌ها است. در بدن سیستم‌های خاصی برای مقابله با آسیب حاصل از رادیکال‌های آزاد وجود دارد که به نام سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی معروفند.

زمانی که عدم تعادل در میزان تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی پیش آید، این حالت را استرس اکسیداتیو (Oxidative Stress) گویند. محافظت سلول‌ها در برابر استرس اکسیداتیو، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در انسان افزایش می‌دهد.

آنتی‌اکسیدان‌ها مکانیسم‌های دفاعی بدن در برابر اکسیدان‌ها هستند که در حذف ترکیبات رادیکالی و برقراری تعادل بین واکنش‌های اکسایش ـ کاهش در بدن نقش مهمی را ایفا می‌کنند. مهم‌ترین و فراوان‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی شامل کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی شامل ویتامین E، ویتامین C، ویتامین A، فلاوونوییدها، آنتوسیانین‌ها، ترکیبات پلی‌فنولی و شلاته‌کننده‌های یون فلزی هستند.

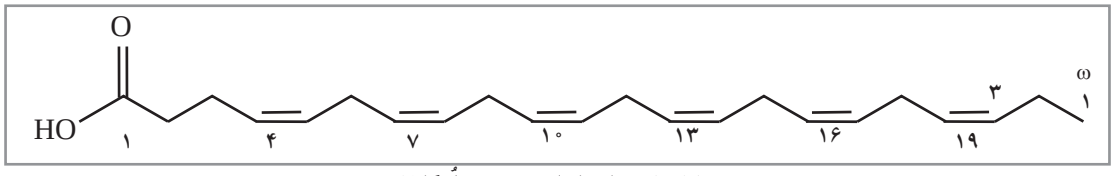
سطح پایین آنتی‌اکسیدان‌ها یا مهار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، باعث استرس اکسیداتیو شده که می‌تواند به آسیب یا مرگ سلول بیانجامد. یکی از انواع غذاهای فراسودمند، افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به مواد غذایی است. از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ترکیبات پلی فنولی هستند. واژه پلی فنول برای توصیف گستره وسیعی از ترکیبات فنولیک به کار می‌رود که در بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها و محصولات گیاهی دیگر مانند چای، کاکائو، زیتون و دانه انگور وجود دارند.

بیشتر بدانید

در فرایند تصفیه روغن‌های خوراکی، آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک مثل BHA یا BHT به آنها اضافه می‌شود، اما چنین محصولاتی را فراسودمند نمی‌دانند، زیرا در فراورده‌هایی سودمند باید از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مثل توکوفرول یا ترکیبات پلی فتولیک‌ها استفاده کرد.

نقش ترکیبات حاوی امگا ۳ در تولید غذاهای فراسودمند

غذاهای فراسودمند به آن دسته از مواد غذایی اطلاق می‌شود که علاوه بر سالم و ایمن بودن، سودمند نیز باشند و از بروز بیماری‌ها جلوگیری نمایند. روغن‌های فراسودمند نیز جزو همین گروه هستند. این نوع از روغن‌ها باید نسبت مناسبی از اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ و امگا ۶ داشته باشند. اسیدهای چرب ضروری به اسیدهای چربی گفته می‌شود که در بدن تولید نشده و حتماً باید از طریق غذا وارد بدن شوند.



شکل ۵ـ ساختار اسید چرب اُمگا ۳

نکته

یکی از سیستم‌های طبقه‌بندی اسیدهای چرب غیراشباع، سیستم امگایی است. اساس کار این سیستم محل قرارگیری اولین باند دوگانه از انتهای متیل اسید چرب است. این سیستم طبقه‌بندی به‌ویژه در علم فیزیولوژی و تغذیه کاربرد دارد. براین اساس سه گروه مهم از اسیدهای چرب از هم تفکیک می‌شوند.

الف) اسیدهای چرب خانواده ۹ـ ω: در این اسیدهای چرب اولین باند دوگانه روی کربن شماره ۹ از انتهای متیل قرار دارد. از این گروه می‌توان به اولئیک اسید اشاره کرد.

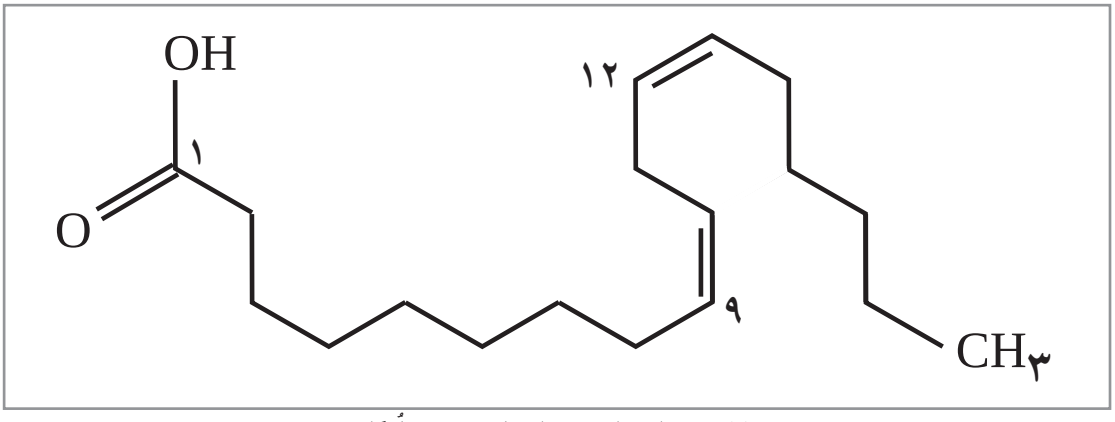
ب) اسیدهای چرب خانواده ۶ـ ω: اولین باند دوگانه اسیدهای چرب این گروه روی کربن شماره ۶ انتهای متیل قرار دارد. از این گروه می‌توان به لینولئیک و آراشیدونیک اسید اشاره کرد.

بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب این گروه نیست. بنابراین اسیدهای چرب این گروه را اسیدهای چرب ضروری می‌نامند.

ج) اسیدهای چرب خانواده ۳ ـ ω: اولین باند دوگانه اسیدهای چرب این گروه روی کربن شماره ۳ از سمت متیل قرار دارد. از این گروه می‌توان به لینولئیک اسید و ایکوزاپنتاانوئیک اسید و دوکوزاهگزانولئیک اسید (DHA) اشاره کرد.

اسیدهای چرب این گروه اثرات فیزیولوژیک بسیار مفیدی دارند. از این رو به این گروه هم اسیدهای چرب ضروری گفته می‌شود.

بالا بردن سلامت افراد یک جامعه از شاخص‌های مهم بهداشتی و پیشرفت جوامع محسوب می‌شود. سلامتی می‌تواند متأثر از دو عامل ژنتیک و عوامل محیطی باشد. انسان‌ها در طول ده هزار سال گذشته به لحاظ ژنتیکی تغییر چندانی نکرده‌اند ولی به لحاظ نوع غذا، مصرف انرژی و فعالیت‌های فیزیکی تغییر زیادی نموده‌اند. در تغذیه انسان‌های اولیه نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در حدود ۱ به ۱ تا ۲ به ۱ بوده است. به هم خوردن این تعادل یعنی به هم خوردن تنظیم و رشد بدن که نتیجه آن ابتلا به بیماری‌هایی مانند بیماری‌های اکتسابی قلبی، فشار خون بالا، دیابت، سرطان و انواع حساسیت‌ها است. هرچند مصرف امگا ۳ باعث ارتقای سلامت افراد می‌شود و خاصیت ضدالتهابی و ضدسرطانی آن شناخته شده است اما اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ از نظر متابولیکی و عملکرد با یکدیگر متفاوتند و بهترین حالت برای بدن تعادل این دو اسیدچرب است. نسبت سالم امگا ۶ به امگا ۳، طبق نظر پژوهشگران، از ۱به۱ تا ۴ به۱ است متفاوت است. برخی معتقدند که نسبت ۴ به ۱ (مقدار امگا ۶ حدود چهار بار بیشتر از امگا ۳) نسبت سالم‌تری است.



شکل ۶ـ ساختمان شیمیایی اسید چرب اُمگا۶

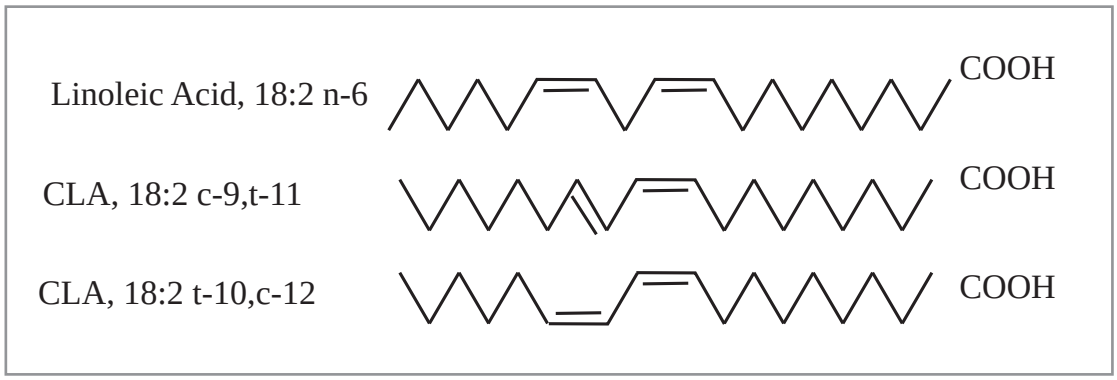
تمایل به مصرف اسیدهای چرب امگا ۳ از آنجا ناشی می‌شود که آنها اثرات سلامت‌بخشی زیادی مانند بهبود کارایی قلب و عروق و مغز و جلوگیری از بیماری‌های التهابی دارند. از گروه اسیدهای چرب امگا ۳ می‌توان به DHA، اشاره کرد. مهم‌ترین منبع امگا ۳ روغن ماهی است اما با توجه به کمبود منابع ماهی، در دسترس نبودن آن در تمام مکان‌ها، مدت زمان ماندگاری کوتاه، بو و طعم نامطلوب، مشکلات آلودگی و طبخ و مهم‌تر از همه آلودگی ماهی‌ها با جیوه و سرب، امروزه برای تأمین این اسیدهای چرب بیشتر از منابع گیاهی استفاده می‌شود. منابع گیاهی، ارزان‌تر و با قابلیت دسترسی بیشتر هستند. مهم‌ترین اسیدهای چرب امگا ۳ در منابع گیاهی آلفالینولنیک اسید است که بالاترین میزان آن در بزرک (روغن بذر کتان) وجود دارد.

شکل ۷

لینولئیک اسید کونژوگه (Conjugated Linoleic Acid) CLA به گروهی از اسیدهای چرب غیراشباع مزدوج اطلاق می‌شود که از لینولئیک اسید مشتق می‌شوند. باکتری‌های دستگاه گوارش نشخوارکنندگان با بیوهیدروژناسیون لینولئیک اسید این فرم‌های مختلف را تولید می‌کنند .

مقدار این اسید چرب در شیر و گوشت حیوانات نشخوارکننده بستگی به نوع تغذیه آنها دارد به‌طوری که در صورت چریدن در مراتع پوشیده شده از علف‌های تازه بیشترین میزان CLA در محصولات به‌دست آمده از دام یافت می‌شود، تغییر در رژیم غذایی دام می‌تواند میزان CLA را تا ۱۰ برابر افزایش دهد. در سال‌های اخیر ویژگی‌های تغذیه‌ای و درمانی بسیار مناسبی برای این اسید چرب گزارش شده است. از آن جمله می‌توان به اثرات ضد چاقی، بهبود شاخص توده بدنی، کاهش فشار خون، کاهش کلسترول تام و کاهش LDL، کاهش تصلب شرایین و در نهایت خاصیت ضدسرطانی اشاره کرد. به‌واسطه این ویژگی‌های مناسب تغذیه‌ای امروزه غنی‌سازی مواد غذایی با این اسید چرب مهم هم مرسوم شده است.

علاوه بر اسیدهای چرب امگا ۳ که در دو دهه اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند، تعداد زیادی از لیپیدهای بیواکتیو رژیمی مثل، فیتواسترول، فیتواستانول‌ها، ویتامین‌های محلول در چربی و کاروتنوئیدها جهت توسعه مواد غذایی فراسودمند به مواد غذایی اضافه می‌شوند.



شکل ۸ـ لینولئیک اسید کونژوگه CLA

یکی دیگر از اسیدهای چرب دارای اثرات فیزیولوژیک بسیار مناسب، اسید چرب شاخص روغن هسته انار (*پانیسیک* اسید) است. این اسید چرب ایزومر مزدوج، *لینولنیک* اسید است. اثرات درمانی و تغذیه‌ای مناسبی برای این اسید چرب به اثبات رسیده است.

نقش استرول‌های گیاهی در تولید غذاهای فراسودمند

ترکیبات لیپیدی (روغن‌ها و چربی‌ها) از دو بخش قابل صابونی شدن (ترکیبات گلیسیریدی) و غیرقابل صابونی شدن (ترکیبات غیر گلیسیریدی) تشکیل شده‌اند.

بخش غیرصابونی شدن معمولاً از نظر مقداری بین ۱ تا ۳ درصد روغن‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. این بخش شامل اجزاء متفاوتی است که از آن جمله می‌توان به ترکیبات استرولی، ویتامین‌های محلول در چربی، هیدروکربن‌ها و رنگدانه‌ها اشاره کرد.

ترکیبات استرولی فراوان‌ترین جزء ترکیبات غیر قابل صابونی شدن تمام روغن‌ها و چربی‌ها هستند. این ترکیبات از لحاظ ساختمانی جزء گروه ترکیبات استروئیدی هستند و با ویتامین D، هورمون‌های جنسی و اسیدهای صفراوی در یک خانواده قرار دارند. مهم‌ترین استرول جانوری کلسترول است. کلسترول‌های گیاهی را فیتواسترول می‌نامند. از این گروه می‌توان به بتاسیتواسترول اشاره کرد.

فیتواسترول‌ها (استرول‌های گیاهی) ترکیباتی هستند که به‌طور طبیعی در گیاهان وجود دارند. غنی‌ترین منابع فیتواسترول‌ها، روغن‌های گیاهی هستند. این ترکیبات به‌صورت پودر سفیدرنگ، نامحلول در آب و دارای نقطه‌ذوب ۱۰۰ تا ۲۱۵ درجه سلسیوس هستند که برخلاف داروها، اساساً در روده جذب نشده و به همراه کلسترول از بدن خارج می‌شوند. فیتواسترول به‌دلیل تشابه ساختمانی با کلسترول، برای جذب در روده با این ماده رقابت می‌کنند. لذا موجب کاهش سطح کلسترول خون تا ۴۰ درصد می‌شوند. همچنین این ترکیبات در بهبود دیابت نوع ۲، کاهش خطر ابتلا به سرطان معده، جلوگیری از رشد تومور، بهبود بیماری‌های التهابی و تصلب شرایین، مفید هستند.

اغلب روغن‌های گیاهی خام دارای حدود ۱ تا ۵ گرم فیتواسترول به ازای هر کیلوگرم روغن هستند. نتایج نشان می‌دهد که جذب روزانه ۲ گرم فیتواسترول، سطح LDL را به میزان ۱۰ درصد کاهش می‌دهد.

البته مصرف بسیاری از این ترکیبات می‌تواند موجب کاهش جذب ویتامین‌های محلول در چربی مانند ویتامین D و E نیز شود. به‌دلیل مزایای مصرف، این ترکیبات گاهی به‌عنوان مکمل به غذاها افزوده می‌شوند. به‌طور مثال امروزه مارگارین‌های غنی‌شده با فیتواسترول تهیه می‌شوند. مشکلات اساسی در غنی‌سازی مواد غذایی با فیتواسترول‌ها، نقطه‌ذوب بالا، طعم و مزه گچی و حلالیت پایین آنها است. فیتواسترول‌ها، به‌دلیل چربی‌دوست بودن به‌راحتی در غذاهای پرچرب قابل استفاده‌اند. تهیه امولسیون روغن در آب، حلالیت فیتواسترول‌ها را افزایش داده و موجب افزایش کارایی آنها در کاهش کلسترول می‌شود. از این‌رو برای غنی‌سازی شیر و ماست با این ترکیبات، از فرم محلول در آب (امولسیون) آنها استفاده می‌شود.

ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استاندارد عملکرد جدول زیر برای هر هنرجو ثبت می‌شود. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان چهارم

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱ـ کاربرد فناوری نانو در صنعت غذا	بررسی و تحلیل اثر فناوری نانو، غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند در صنایع غذایی مطابق استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل نقش کاربردهای مختلف فناوری نانو، غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند در صنعت غذا	۳
۲ـ تحلیل غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند		در حد انتظار (کسب شایستگی)	تحلیل اثر و کاربردهای فناوری نانو، غنی‌سازی و انواع غذاهای فراسودمند در صنعت غذا	۲
		پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)	تعیین انواع کاربردهای فناوری نانو، غنی‌سازی و غذاهای فراسودمند در صنعت غذا	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				

پودمان ۵

کسب اطلاعات فنی

واحد یادگیری ۹
کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی

در این پودمان، هدف آغاز مسیری برای آشنا شدن هنرجویان با برخی اصطلاحات تخصصی رشته علوم و صنایع غذایی در راستای توانمندسازی ایشان برای استفاده از منابع انگلیسی زبان است. به واسطه اهمیت نحوه کسب اطلاعات و به‌کارگیری آنها به‌ویژه در مورد برچسب‌های مواد شیمیایی، محیط‌های کشت میکروبی و نیز مطالعه کاتالوگ‌های فنی بخشی از این پودمان به این موضوع اختصاص یافته است. همچنین با ارائه تصاویر و نمودارهایی بخشی از واژگان تخصصی پودمان‌های قبل به زبان انگلیسی آورده شده است که باید مورد مطالعه و تفسیر قرار گیرد.
هزاران نوع ماده شیمیایی در آزمایشگاه‌ها، کارخانه‌ها و مراکز تولیدی مصرف می‌شوند. این موادشیمیایی در گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. از آن جمله می‌توان به حلال‌ها، آنزیم‌ها، کمک فرایندها، افزودنی‌ها و محیط‌های کشت میکروبی اشاره نمود. بخش عمده‌ای از این مواد توسط چند شرکت بزرگ تولید می‌شوند. این شرکت‌ها برای فراهم آوردن امکان انتخاب مشتری هرساله کاتالوگی از محصولات خود را منتشر می‌کنند که اطلاعات دقیق محصولات آنها را شرح می‌دهد. مشتریان با مطالعه کاتالوگ‌ها، ماده موردنظر خود را از طریق سایت این شرکت‌ها انتخاب و ثبت سفارش می‌کنند.
بسته‌بندی هریک از موادشیمیایی دارای برچسبی است که اطلاعات بسیار دقیقی از آن ماده‌شیمیایی شامل نام، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی، اطلاعات خطر، شرایط نگهداری، حمل و نقل و سایر اطلاعات موردنیاز مشتری روی آن درج شده است.
شرکت‌های تولیدی مختلف دارای فرم برچسب مخصوص به خود و متفاوت با دیگر شرکت‌ها هستند.
هر تکنسین آزمایشگاه و خط تولید باید قادر به مطالعه و تفسیر این اطلاعات باشد.

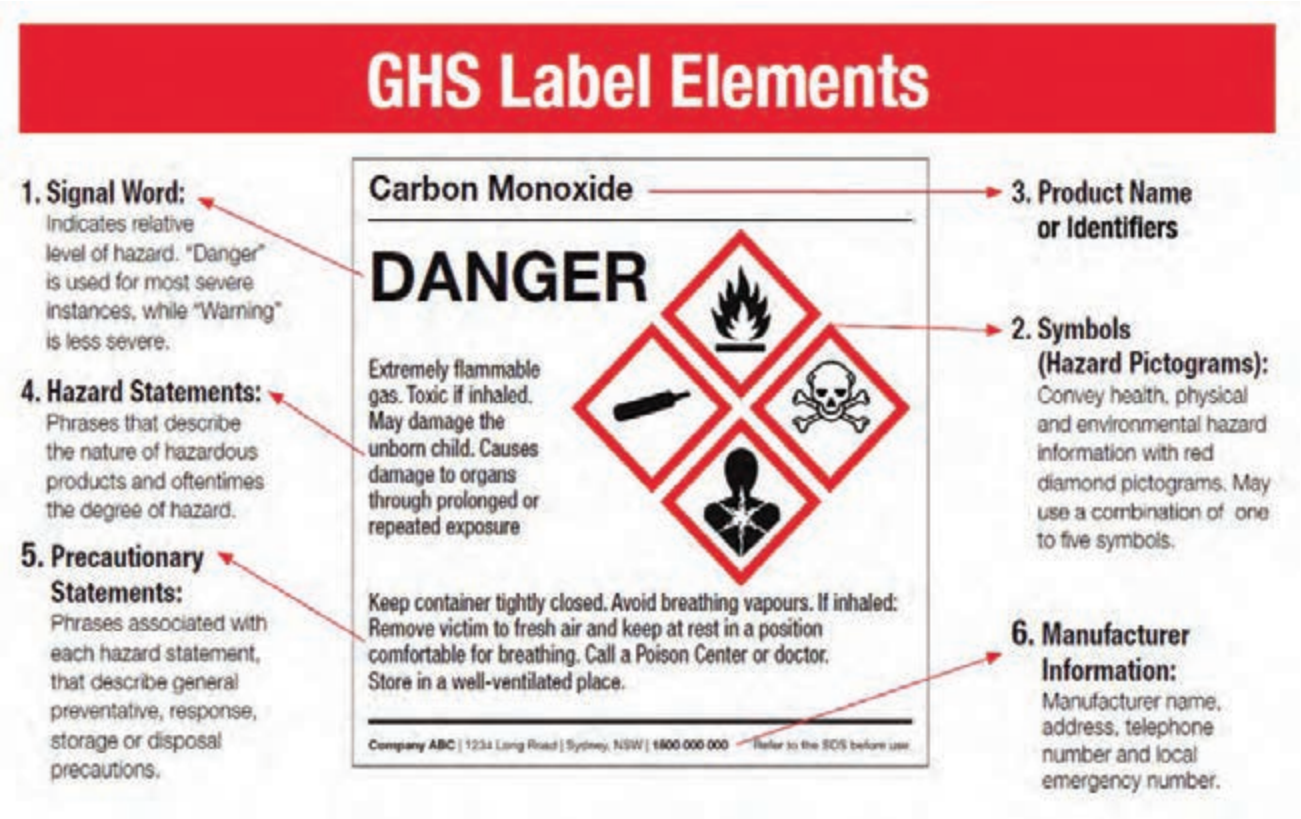
استاندارد عملکرد

بررسی و تحلیل مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی متداول در صنایع غذایی از منابع به زبان انگلیسی

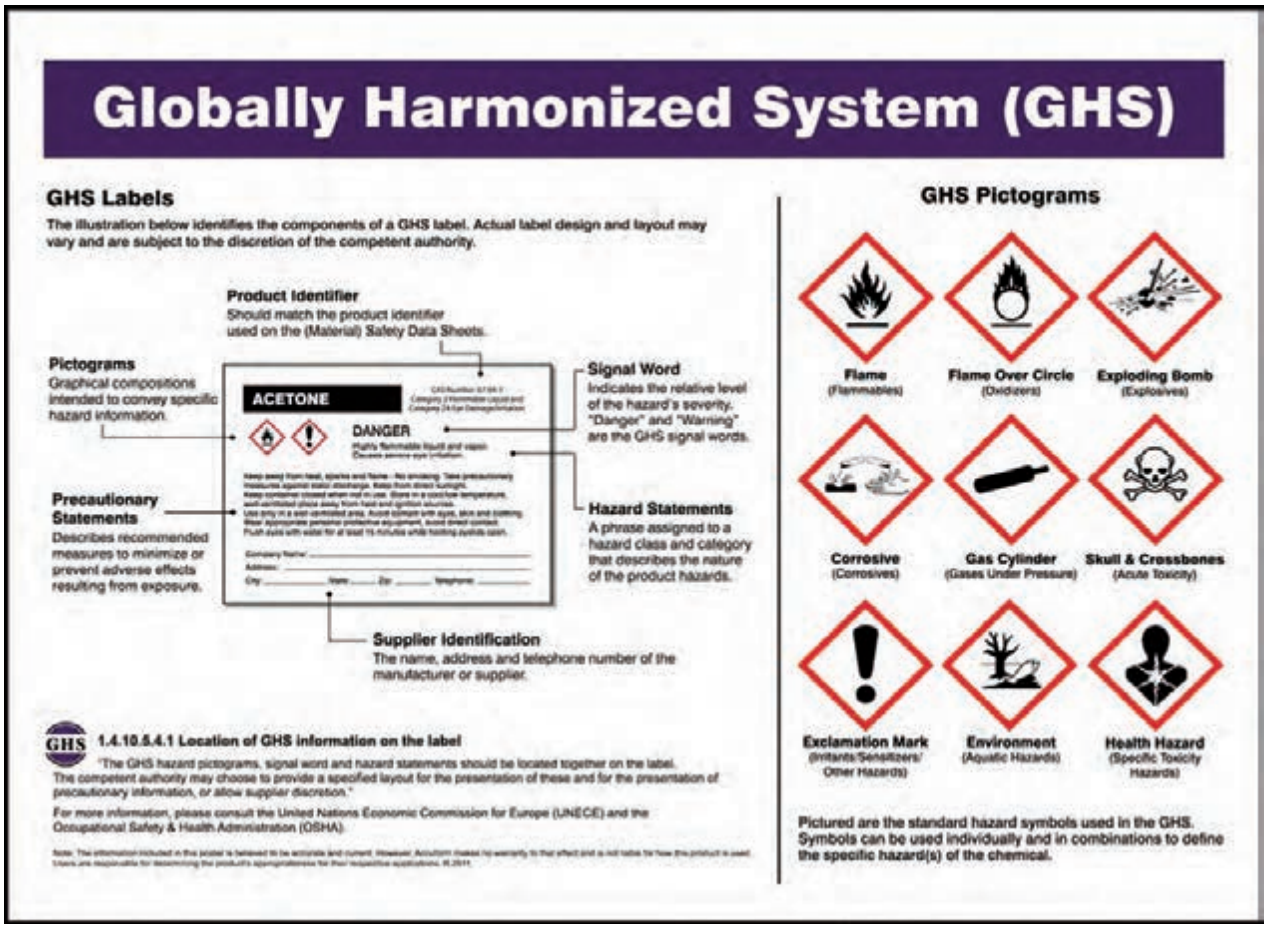
طبقه‌بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی در سیستم GHS

در سیستم GHS طبقه‌بندی مواد شیمیایی بر مبنای خطرات فیزیکی، بهداشتی و زیست‌محیطی بوده و روش‌های هماهنگ تبادل اطلاعات خطر در این سیستم شامل برچسب‌گذاری (labelling) از طریق کلمات سیگنال، عبارات خطر و پیکتوگرام‌های هشداردهنده و نیز برگه‌های ایمنی شیمیایی (SDS) با فرمت استاندارد هستند. باید توجه نمود که تقسیم‌بندی GHS مختص موادشیمیایی بوده و در این سیستم برخلاف تقسیم‌بندی کالاهای خطرناک UN مواد رادیواکتیو و مواد عفونت‌زا حذف شده است.

۱ خطرات فیزیکی
۲ خطرات بهداشتی
۳ خطرات زیست محیطی



شکل ۱



شکل ۲

پرسش

پیکتوگرام‌های ارائه شده در شکل بالا را بر مبنای نوع خطر دسته‌بندی کنید.

فعالیت کلاسی

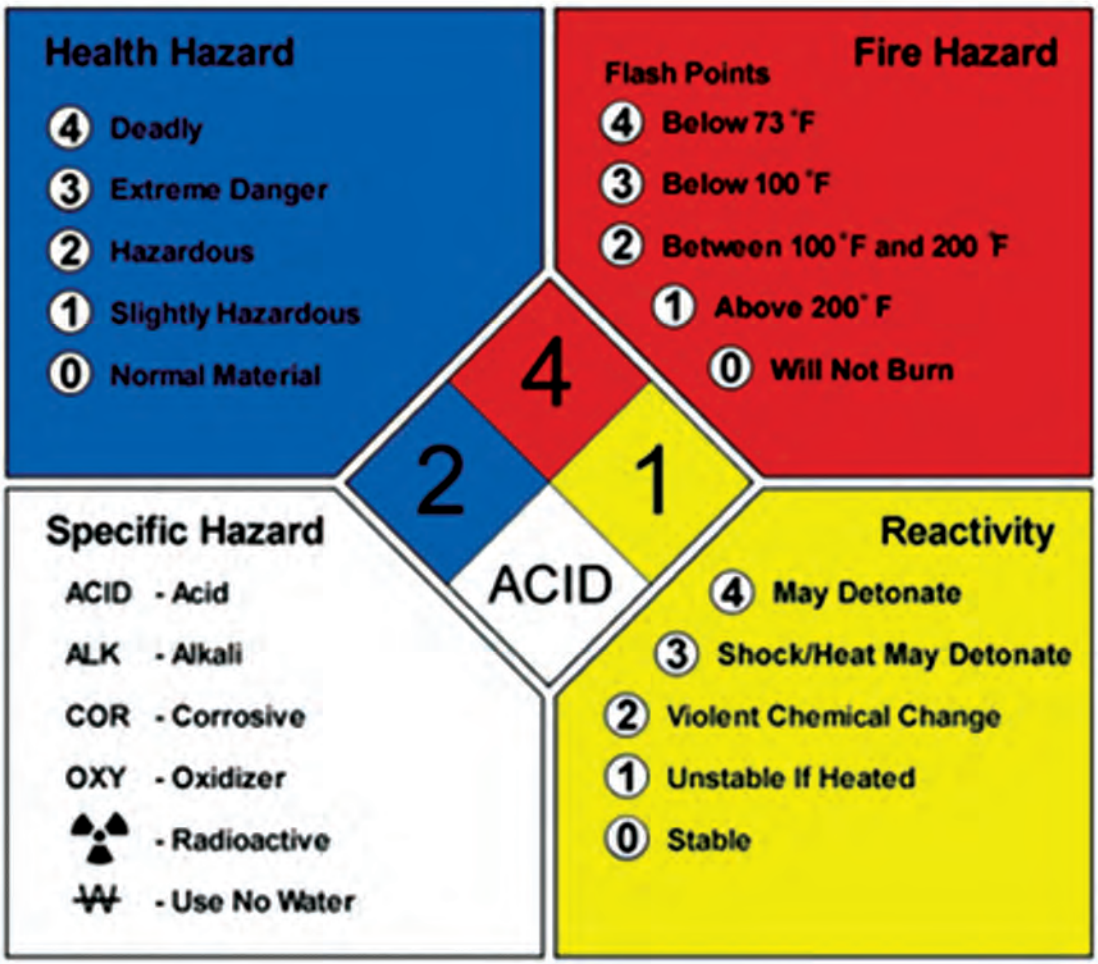
با مراجعه به آزمایشگاه هنرستان اطلاعات موجود روی برچسب برخی موادشیمیایی را ثبت کنید.

توجه

در انتخاب موادشیمیایی از هنرآموز خود کمک بگیرید.

بحث کلاسی

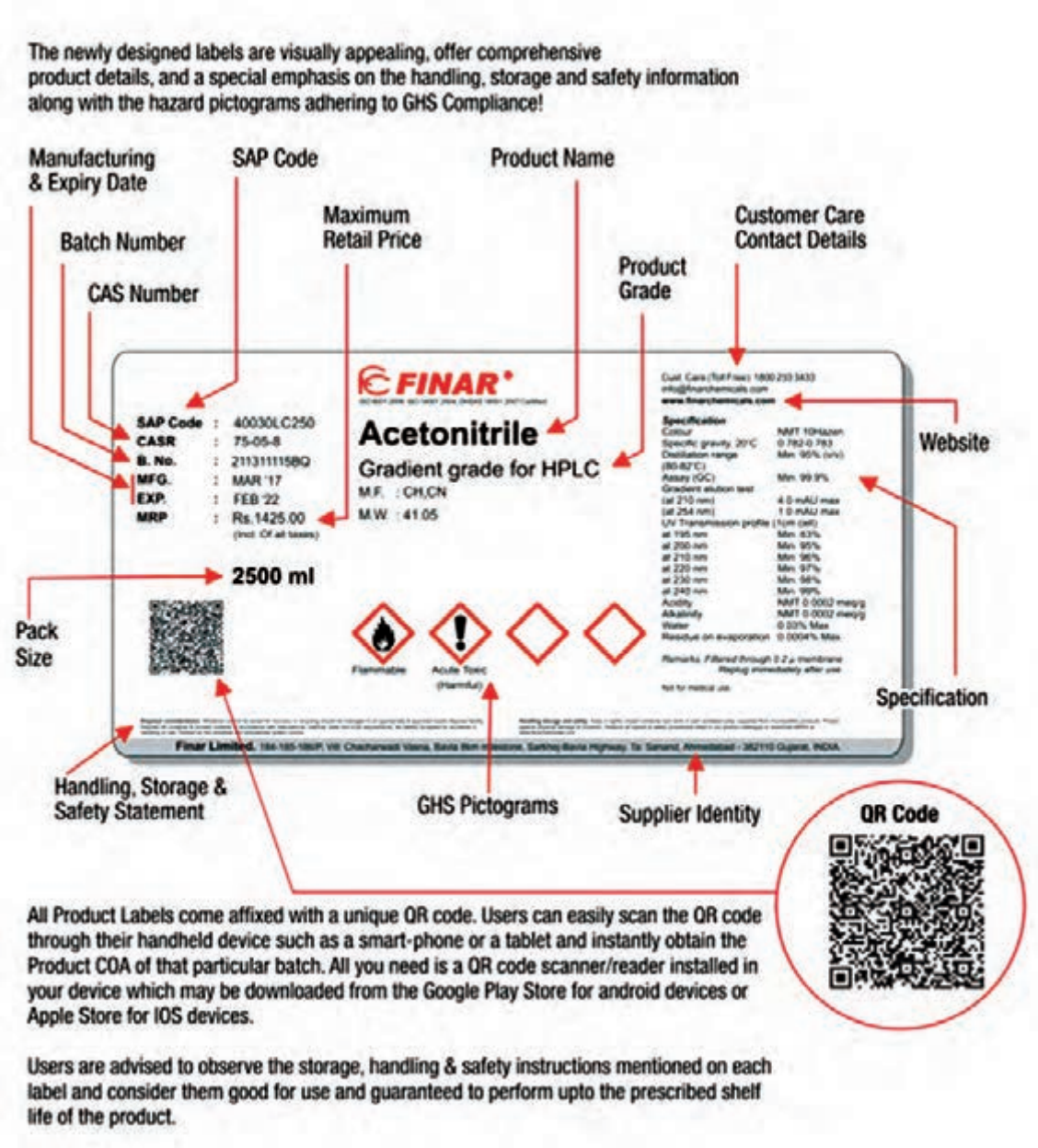
شکل زیر که نمایانگر نوعی از نحوه بیان خطرات موادشیمیایی است را تفسیر کنید.



شکل ۳

فعالیت کلاسی

نمونه برچسب ارائه شده را به‌دقت بررسی کنید.



All Product Labels come affixed with a unique QR code. Users can easily scan the QR code through their handheld device such as a smart-phone or a tablet and instantly obtain the Product COA of that particular batch. All you need is a QR code scanner/reader installed in your device which may be downloaded from the Google Play Store for android devices or Apple Store for IOS devices.

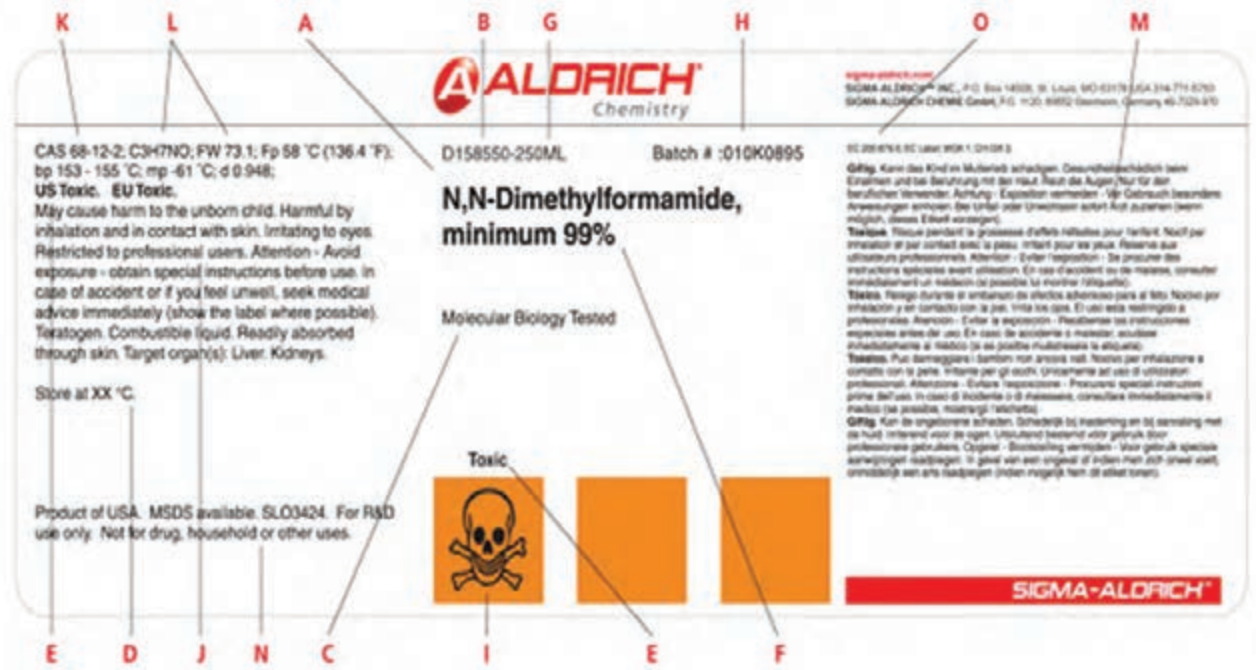
Users are advised to observe the storage, handling & safety instructions mentioned on each label and consider them good for use and guaranteed to perform upto the prescribed shelf life of the product.

شکل ۴ــ یک نوع برچسب مواد شیمیایی

فعالیت کلاسی

در تصاویر زیر هر یک از حروف ارائه شده بیانگر کدام ویژگی ماده شیمیایی است؟

شکل ۵



شکل ۶

یکی از مواد پرکاربرد در آزمایشگاه‌های موادغذایی محیط‌های کشت میکروبی هستند. روی برچسب محیط‌های کشت علاوه‌بر اطلاعات ذکرشده و ترکیبات تشکیل‌دهنده، نحوه آماده‌سازی آنها نیز ارائه می‌شود. به برچسب زیر دقت کنید و نحوه آماده‌سازی آن را مطالعه کنید.

شکل ۷ــ برچسب محیط کشت

فعالیت کلاسی

با مراجعه به آزمایشگاه هنرستان ۱۰۰ میلی‌لیتر از یکی از محیط‌های کشت را آماده‌سازی کنید.

توجه

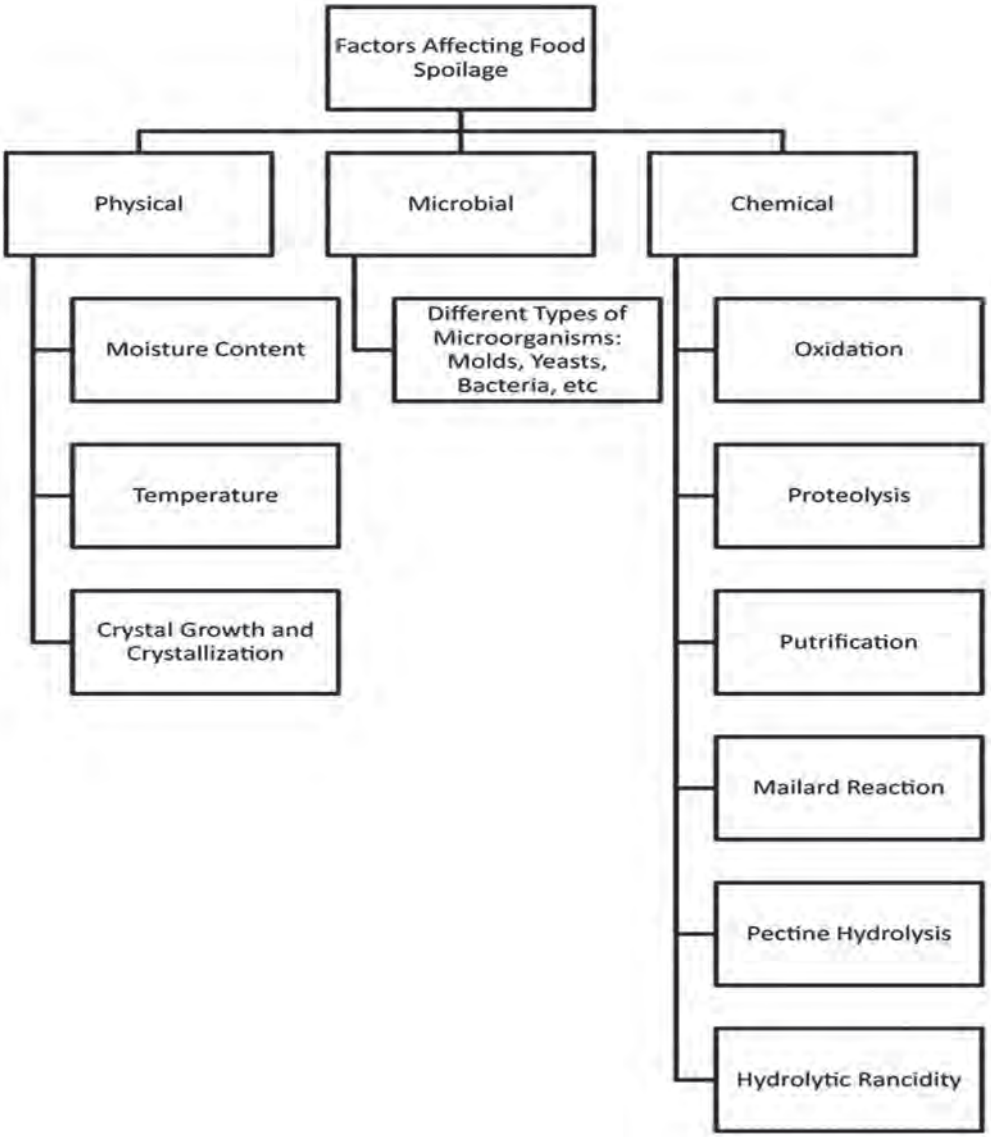
در انتخاب محیط کشت از هنرآموز خود کمک بگیرید.

عوامل مؤثر بر فساد موادغذایی و روش‌های نگهداری آن

هر نوع تغییر کنترل‌نشده در موادغذایی را فساد می‌گویند. مصرف ماده غذایی فاسد الزاماً خطرات بهداشتی ندارد به این معنا که یک ماده غذایی فاسد می‌تواند از نظر بهداشتی قابل‌مصرف باشد. اما به واسطه اینکه نوعی تغییر کنترل نشده در آن رخ داده مشتری‌پسندی خود را از دست داده است؛ به‌عنوان مثال شکر یا نمک کلوخه‌شده و یا بیسکویت خرد می‌شود، با وجود اینکه مصرف این فراورده‌ها هیچ نوع خطر بهداشتی ندارد، اما آنها محصولاتی فاسد محسوب می‌شوند.

بحث کلاسی

عوامل مؤثر بر فساد موادغذایی را در نمودار زیر بررسی کرده و برای هر یک مثالی بزنید.

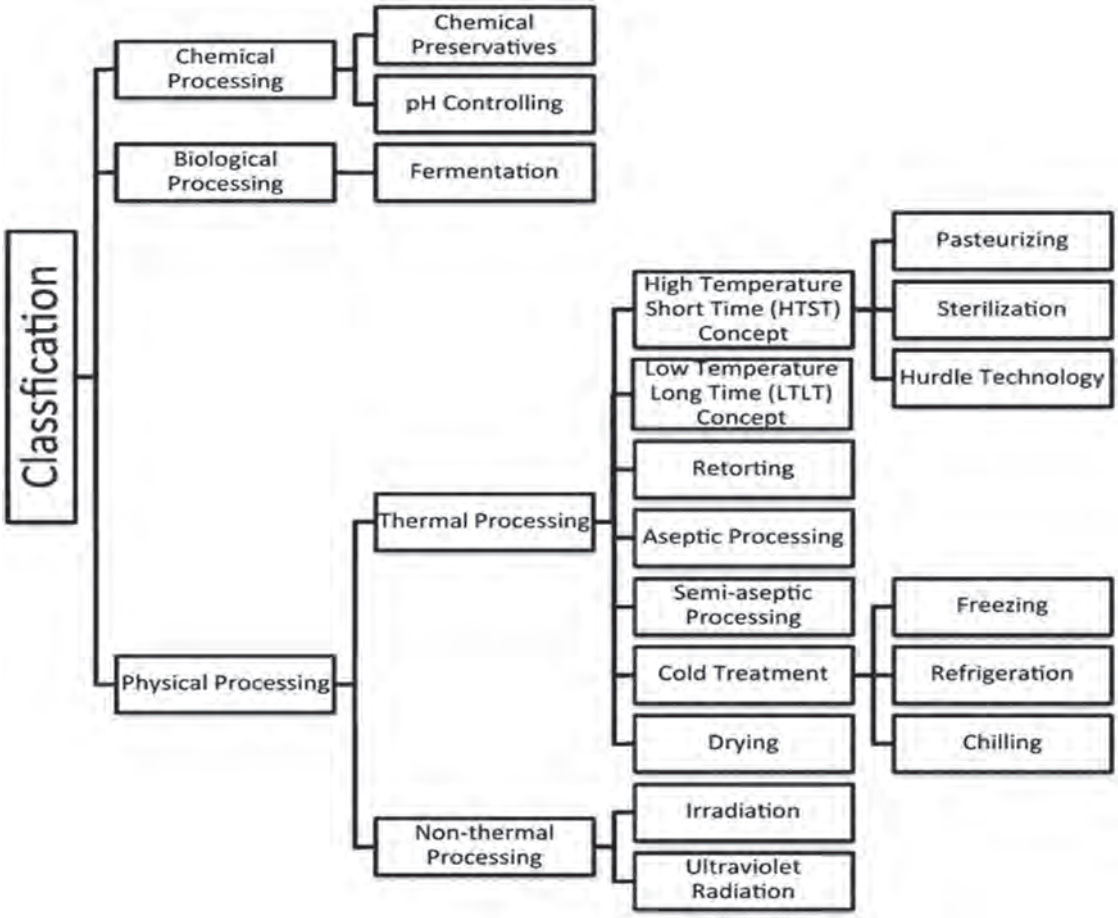


نمودار ۱ــ عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

تحقیق کنید

هر یک از هنرجویان درمورد یکی از مواد مؤثر بر فساد موادغذایی، متن کوتاهی به زبان انگلیسی از سایت‌های معتبر تهیه، ترجمه و درکلاس ارائه نمایند.

از روش‌های مختلفی برای جلوگیری از فساد موادغذایی استفاده می‌شود. در یکی از روش‌های طبقه‌بندی، این فرایندها به سه دسته: فرایندهای شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی تقسیم شده‌اند.



نمودار ۲ــ فرایندهای نگهداری مواد غذایی

پرسش

درمورد هر یک از روش‌های ارائه شده با ذکر مثال بحث کنید.

تحقیق کنید

درمورد سایر روش‌های نگهداری موادغذایی تحقیق کرده و نمودار بالا را کامل کنید.

هنگام فراوری موادغذایی برخی از خطرات ماده غذایی را تهدید می‌کنند و مانع از تهیه یک محصول غذایی ایمن (safe) خواهند شد. این خطرات در سه گروه اصلی بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی طبقه‌بندی شده‌اند. در کنترل کیفیت موادغذایی هدف کنترل این عوامل خطرساز است. در فرایندی تحت‌عنوان HACCP این عوامل خطر مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند.

جدول ۱

Three Categories of Food Safety Hazards:

Biological	Chemical	Physical
• Bacteria •Parasites and helminths •Virus •Fungi •Prions	•Agricultural chemicals (pesticides) •Natural plant toxins •Animal toxins •Food additives •Medications •Radioactive substances •Alcohol	•Foreign objects in food such as: •Hair •Pebbles •Glass shards •Toothpicks •Plastic •Metal fragments •Fabrics

پرسش

HACCP مخفف چه کلماتی است؟

تحقیق کنید

هنرجویان اصول هفت‌گانه HACCP را به زبان انگلیسی تهیه، ترجمه و در کلاس ارائه کنند.

آلاینده‌های موادغذایی

فلزات سنگین یکی از آلاینده‌های مهم محیط زیست هستند که در سال‌های اخیر بسیار موردتوجه قرار گرفته‌اند. در جدول زیر ویژگی‌های برخی از آنها ذکر شده است. با مطالعه دقیق این جدول به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

جدول ۲

OVERVIEW OF HEAVY METALS

HEAVY METALS	DESCRIPTION	SOURCE	HEALTH EFFECTS
MERCURY	Most volatile, highly toxic in vapour.	Incineraton of municipal waste, electrical switches, fluorescent light bulbs and mercury bulbs.	Skin burns, damage to the kidneys,severe brain damage, damage to vision.
CADMIUM	It most toxic, it lies in the same sub group of the periodic table.	Cigarette smoke, fertilizer and pesticides, photovoltaic device in tv screens.	Kidney problems, bone diseases, severe pain in joints.
LEAD	Low melting point, structural metal, water ducts in cooking vessels.	Batteries and sinkers in fishing, pipes paints, ceramics.	Neurological and reproductive system effects, blood brain barrier effects.
ARSENIC	Similar to phosphorous, common poison used for murder and suicide.	Pesticides, herbicides, tobacco smoke, wood preservative.	Diarrhea, severe vomiting, GI-damage.

۱ مشابهت با فسفر از ویژگی‌های کدام یک از فلزات سنگین است؟

الف) جیوه

ب) آرسنیک

ج) سرب

د) کادمیوم

۲ کدام یک از موارد زیر از ویژگی‌های فلز کادمیوم است؟

الف) باعث ناراحتی‌های استخوانی و مفصلی می‌شود.

ب) در فرم بخار سمیت بالایی دارد.

ج) در لامپ‌های فلوئورسنت وجود دارد.

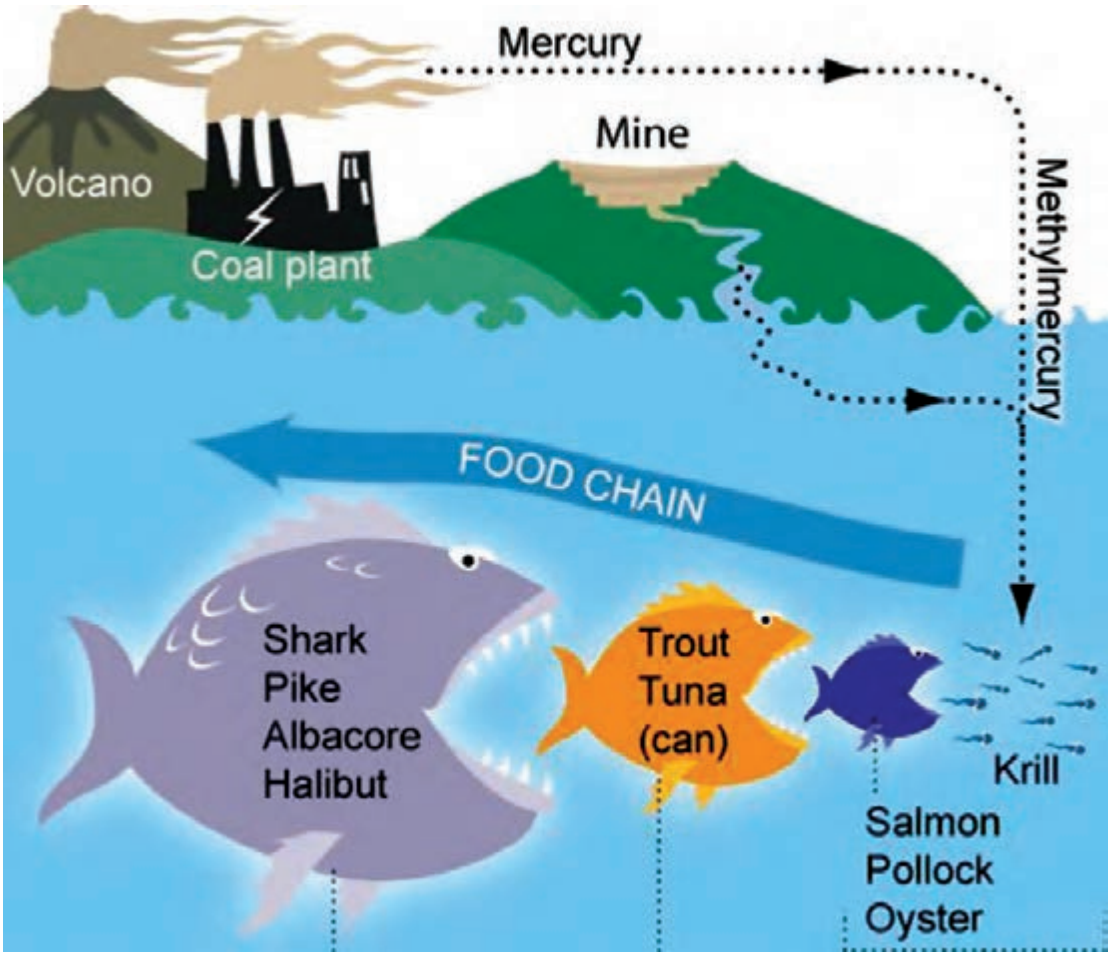
د) نقطه ذوب پایینی دارد.

۳ کدام‌یک از موارد زیر از آسیب‌های فلز جیوه نیست؟
الف) سوختگی پوست
ب) آسیب کلیوی
ج) اسهال و استفراغ
د) آسیب بینایی

۴ کدام‌یک از فلزهای سنگین زیر در پساب‌های شهری یافت می‌شود؟
الف) سرب
ب) کادمیوم
ج) جیوه
د) آرسنیک

بحث کلاسی

با توجه به شکل زیر، در مورد چگونگی ورود فلز جیوه به بدن بحث کنید.



شکل ۸

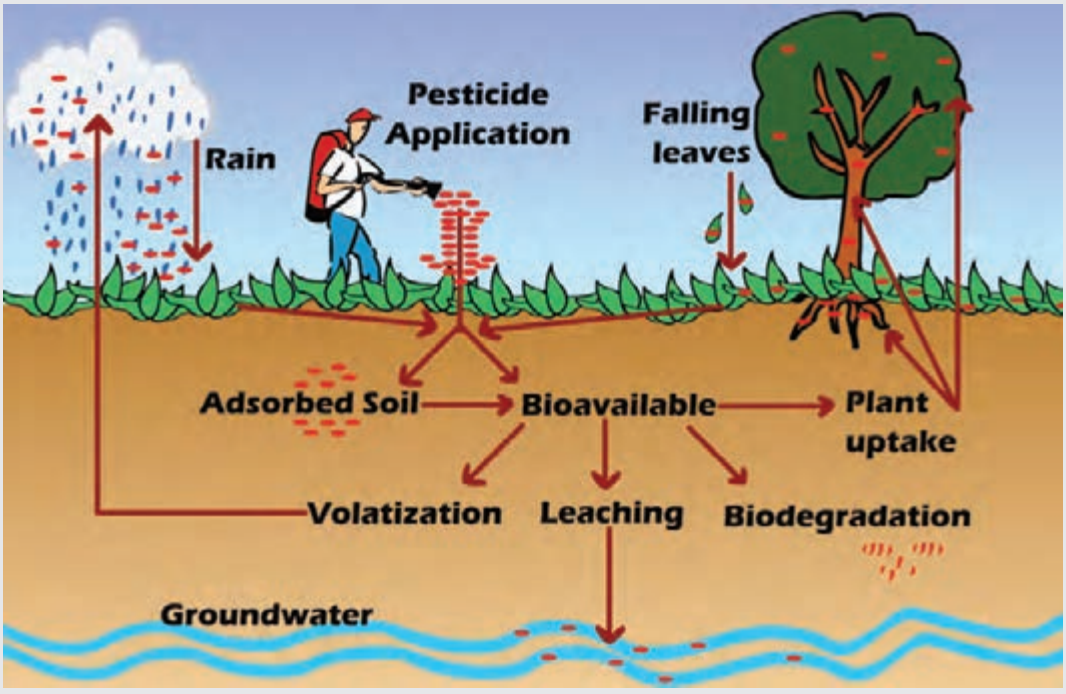
بحث کلاسی

با توجه به شکل زیر، در مورد راه‌های زدودن فلزات سنگین از بدن بحث کنید.

شکل ۹

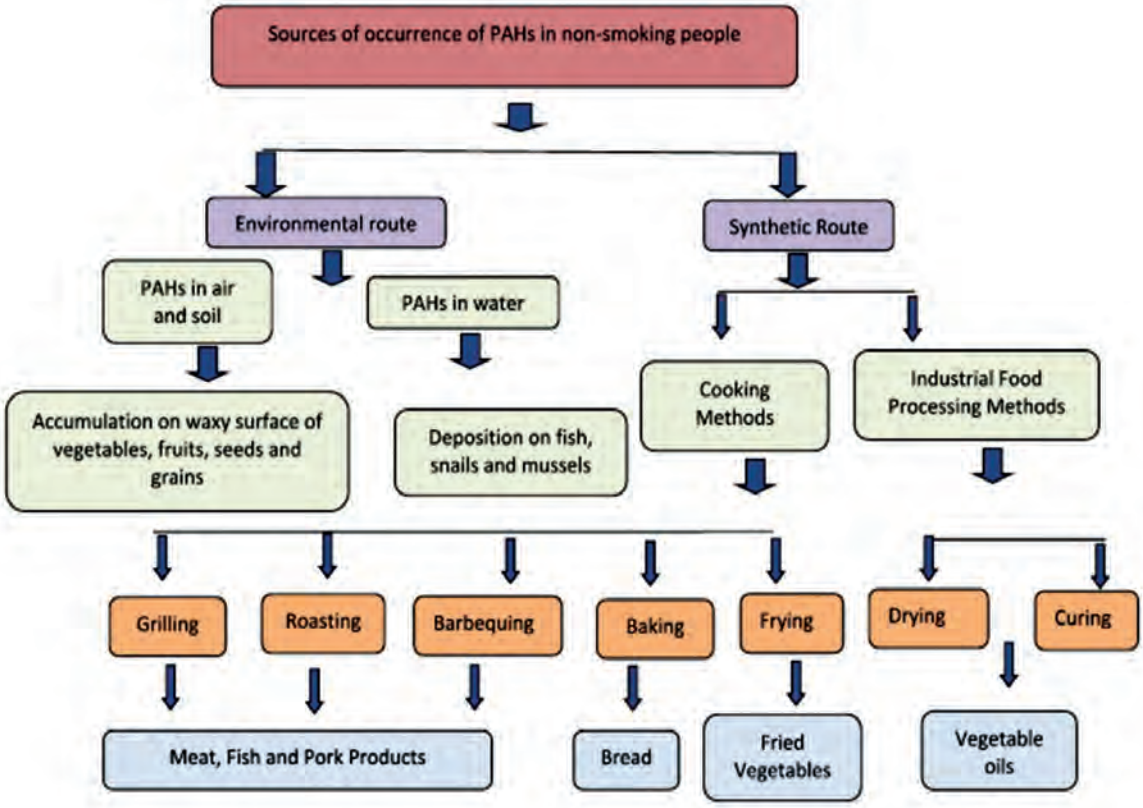
بحث کلاسی

باقی‌مانده آفت‌کش‌ها یکی‌دیگر از آلاینده‌های زیست محیطی است. چرخه موجود در شکل زیر را تفسیر کنید.



شکل ۱۰

یکی‌دیگر از آلاینده‌های زیست محیطی هیدروکربن‌های چندحلقه‌ای (PAH) هستند که از منابع طبیعی (محیط زیست) یا در نتیجه فرایندهای صنعتی به‌وجود می‌آیند. نمودار زیر راه‌های ورود این ترکیبات را به موادغذایی نشان می‌دهد.



نمودار ۳

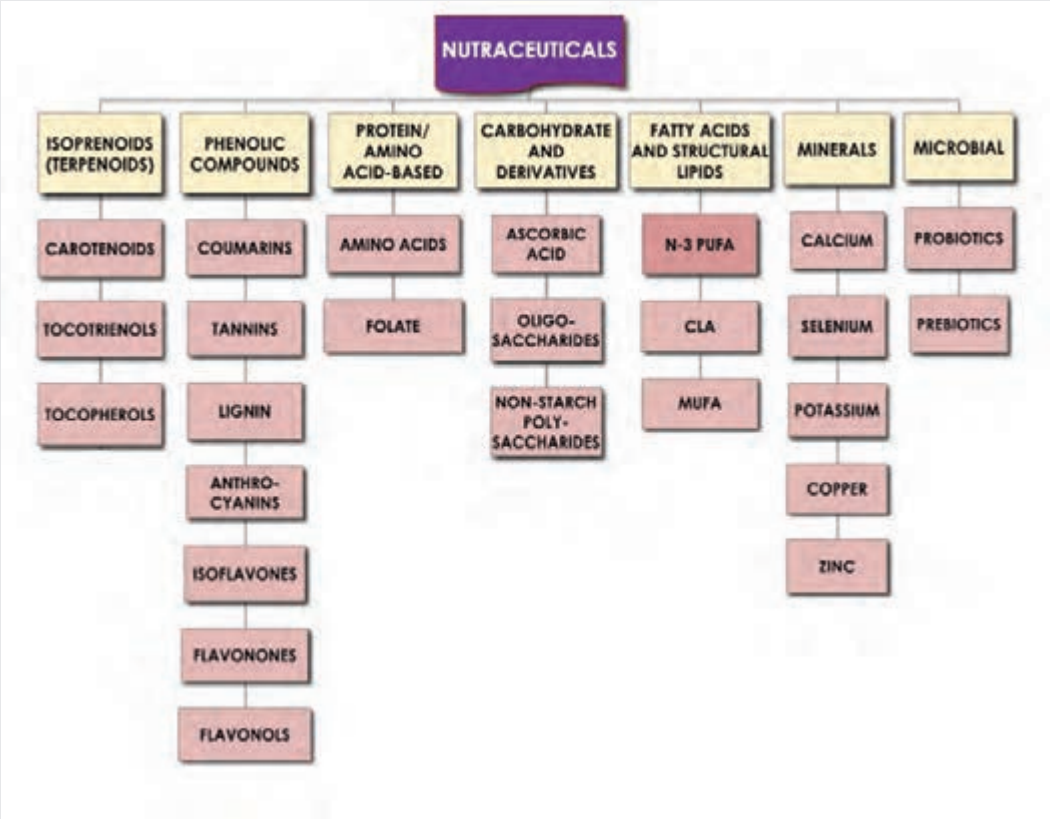
پرسش

۱ منابع طبیعی تولیدکننده PAH در طبیعت کدام‌اند؟
۲ چه راهکارهایی برای کاهش تولید PAH در موادغذایی پیشنهاد می‌کنید؟
۳ چند مورد از راه‌های تولید PAH در فراوری موادغذایی را نام ببرید؟

دانلود سوالات آزمون
راهنمای کامل آزمون

بحث کلاسی

در شکل زیر اصلی‌ترین گروه‌های ترکیبات موسوم به غذاـ دارو نشان داده شده است. در مورد اهمیت فیزیولوژیکی هریک از این موارد بحث کنید.



نمودار ۴

تحقیق کنید

هریک از هنرجویان درباره یکی از موارد غذاـ داروی فوق، متن کوتاه به زبان انگلیسی (شامل منبع، موارد سلامتی‌بخش و ساختمان شیمیایی) از سایت‌های معتبر تهیه، ترجمه و در کلاس ارائه نمایند.

ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) باتوجه به استاندارد عملکرد جدول زیر برای هر هنرجو ثبت می‌شود. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان پنجم

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی	بررسی و تحلیل مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی متداول در صنایع غذایی از منابع به زبان انگلیسی	بالاتر از حد انتظار	تجزیه و تحلیل مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی متداول در صنایع غذایی از منابع انگلیسی	۳
		در حد انتظار (کسب شایستگی)	بررسی و کاربرد مفاهیم و اصطلاحات فنی و تخصصی متداول در صنایع غذایی از منابع انگلیسی	۲
		پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی)	ترجمه و درک مفاهیم و اصطلاحات پرکاربرد در صنایع غذایی از منابع انگلیسی	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				

منابع

- برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱.
- استاندارد شایستگی حرفه صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۲.
- استاندارد ارزشیابی حرفه صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
- راهنمای برنامه درسی رشته صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.
- برنامه درسی درس دانش فنی تخصصی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۶.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی ـ کد ۲۱۲۳۷۱

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	مهرزاد صیاد	قزوین	۱۰	مرجان شاملو	خراسان رضوی
۲	الهام ظفرمختاریان	آذربایجان غربی	۱۱	مژگان بلالی	البرز
۳	فریبا محمدی الستی	آذربایجان شرقی	۱۲	علی توحیدی	خراسان شمالی
۴	مرضیه سلامی	خراسان رضوی	۱۳	حسین ابراهیمی	شهرستانهای تهران
۵	شریتا سلیمی	اردبیل	۱۴	مهری تمیزی فریمانی	یزد
۶	علیرضا کشاورزیان رونیزی	فارس	۱۵	مرجان بهزادی مقدم	البرز
۷	مریم رفسنجانی فیروزی	کرمان	۱۶	میترا سلام زاده	اردبیل
۸	فاطمه نجفی	همدان	۱۷	حسین وکیلی	خوزستان
۹	جواد شاه بندری	اصفهان	۱۸	یاسر محمدی	کرمان

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به‌نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی