

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



جهش تولید با مشارکت مردم
سال ۱۳۹۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

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

عنوان:

برخی راهکارهای کاهش اکسیداسیون در مواد غذایی

سخنران:

احمد شاکر اردکانی

عضو هیأت علمی ایستگاه تحقیقات پسته اردکان

محقق معین اردکان

۱۱ دی ۱۴۰۳ - ساعت: ۱۱:۳۰

تعریف اکسیداسیون :

- ✓ اکسیداسیون یک واکنش شیمیایی است که شامل انتقال الکترون ها است و در آن، اتم یا ترکیب، یک یا چند الکترون از دست می دهد.
- ✓ واکنش های کاهش اکسیداسیون در زندگی ما بسیار حیاتی و شایع هستند.
- ✓ در فرآیندهایی مانند فتوسنتز، تنفس، احتراق و خوردگی و زنگ زدگی می توان اکسیداسیون را مشاهده کرد.

اکسیداسیون مواد غذایی

- اکسیداسیون مواد غذایی فرآیندی شیمیایی است که در آن ترکیبات موجود در مواد غذایی با اکسیژن واکنش می‌دهند.
- این پدیده می‌تواند کیفیت، طعم، رنگ و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی را کاهش دهد و در نهایت به فساد آنها منجر شود.

مبانی شیمیایی اکسیداسیون

اکسیداسیون در مواد غذایی عمدتاً به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱. اکسیداسیون چربی‌ها:

مکانیزم: در این فرآیند، اسیدهای چرب غیر اشباع با اکسیژن واکنش می‌دهند و رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌کنند.

نتایج: تشکیل پراکسیدها، آلدهیدها و کتون‌ها که می‌توانند طعم ناخوشایند (مثل طعم تند و کهنگی) ایجاد کنند.

مثال: روغن‌های گیاهی، آجیل‌ها و ماهی‌های چرب در برابر اکسیداسیون حساس‌ترند.

رنسیدیتی یا تند شدگی

رنسیدیتی یا تند شدگی دو نوع دارد:

الف- هیدرولیز

ب- اکسیداسیون

رنسیدیتی اکسیداتیو بر چهار نوع است:

۱- اتواکسیداسیون که در تمامی اسیدهای چرب غیر اشباع روی می دهد.

۲- فتواکسیداسیون که شبیه اتواکسیداسیون است ولی تشدید کننده هایی مثل کلروفیل آن را تشدید می کند.

۳- اکسیداسیون آنزیمی که توسط آنزیم لیپوکسی ژناز در اسیدهای چرب دارای سیستم ۱ و ۴ پنتا دی ان روی می دهد.

۴- اکسیداسیون سنتی که طی واکنش های بتا اکسیداسیون، در اسیدهای چرب اشباع متیل ستن به وجود می آید.

اتو اکسیداسیون

- پیوندهای غیر اشباع موجود در تمامی چربی ها و روغن ها مراکز فعالی را در میان ترکیبات دیگر تشکیل می دهند که ممکن است با اکسیژن واکنش دهند.
- این واکنش منجر به تشکیل محصولات اکسیداسیون می شود که ممکن است چربی یا غذاهای چربی دار را برای مصرف نامطلوب سازند.
- در نتیجه فرآیند اتواکسیداسیون **تخریب در بو و طعم چربی ها** در غذاهای چربی دار ایجاد می شود.
- معمولاً تندی به تخریب اکسیداتیو گفته می شود ولی در علم لبنیات، رنسیدیتی معمولاً به تغییرات هیدرولیتیکی ناشی از فعالیت آنزیم ها بر می گردد.

اتو اکسیداسیون

- واکنش اتو اکسیداسیون را می توان به سه قسمت تقسیم کرد:
 - ۱- مرحله آغاز
 - ۲- مرحله انتشار
 - ۳- مرحله پایانی
- در مرحله آغازی برای تولید رادیکال آزاد، هیدروژن از ترکیب گرفته می شود. جداسازی هیدروژن از کربن مجاور پیوند دوگانه انجام می شود و می تواند توسط نور و فلزات و غیره انجام شود.

اتو اکسیداسیون

- وقتی رادیکال های آزاد تشکیل شد واکنش های مرحله انتشار آغاز می شود و در طی آن رادیکال های آزاد با اکسیژن ترکیب می شوند و تشکیل رادیکال پراکسید را می دهند. این ترکیب می تواند هیدروژن دیگری را از مولکول غیر اشباع دیگر گرفته و تولید پراکسیدها و رادیکال های آزاد جدید نماید. این واکنش تا چندین هزار بار تکرار می شود و ماهیت واکنش های زنجیری را دارد.

اتو اکسیداسیون

- بعد از مرحله انتشار، مرحله پایانی انجام می شود و در طی آن رادیکال های آزاد با همدیگر واکنش داده و محصولات غیر فعال را تولید می کنند.

اتو اکسیداسیون

- هیدرو پراکسیدهای تشکیل شده در مرحله انتشار، محصولات اولیه اکسیداسیون هستند.
- هیدرو پراکسیدها اکثراً ناپایدار هستند و به محصولات ثانویه اکسیداسیون تجزیه می شوند که شامل انواع ترکیبات مختلف می باشند و **کربونیل** ها مهم ترین آنها هستند.
- پراکسیدها از نظر **بد طعم شدن غذا** اهمیتی ندارند و بد طعم شدن غذا به علت تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون انجام می شود.

اتو اکسیداسیون

- ماهیت فرآیند را می توان توسط منحنی زیر نشان داد. در مرحله آغازی واکنش مقدار هیدرو پراکسیدها به آهستگی افزایش می یابد. این قسمت **دوره القاء** نام دارد. در انتهای دوره القاء افزایش ناگهانی در مقدار پراکسیدها دیده می شود. برای تشخیص آسان پراکسیدها در چربی ها اکثراً **عدد پراکسید** برای اندازه گیری و پیشرفت اکسیداسیون مورد استفاده قرار می گیرد.
- تغییرات ارگانولپتیکی در طی اکسیداسیون مربوط به محصول ثانویه اکسیداسیون می باشد که می توان آنها را توسط روش های مختلف مانند **عدد بنزیدین** که به محصولات تجزیه ای آلدئیدی مربوط است اندازه گیری کرد.

اتو اکسیداسیون

- وقتی که آلدئیدها اکسیده می شوند اسیدهای چرب تشکیل می شوند و این اسیدهای چرب ممکن است به عنوان سومین محصول اکسیداسیون در نظر گرفته شوند.
- طول دوره القاء به **روش** به کار رفته برای تعیین محصولات اکسیداسیون بستگی دارد.
- سرعت اکسیداسیون به مقدار زیادی به **درجه غیر اشباعیت** بستگی دارد. در اسید چرب ۱۸ کربنه با تعداد ۰، ۱، ۲ و ۳ باند دوگانه سرعت واکنش اکسیداسیون به ترتیب ۱، ۱۰۰، ۱۲۰۰ و ۲۵۰۰ می شود.

برگشت طعم

- اصطلاحی است که برای **طعم بد گسترش یافته** در روغن های شامل **اسید لینولنیک** به کار می رود.
- این نوع اکسیداسیون در مقادیر اکسیژن کمتری نسبت به اکسیداسیون معمولی انجام می شود.
- یک نوع اکسیداسیون شبیه برگشت طعم ممکن است در فرآورده های لبنی اتفاق بیفتد که مقدار کمی اکسیژن ممکن است باعث طعم های نامطلوب قوی شود.
- نکته قابل توجه در این مورد این است که میزان اسید لینولنیک چربی شیر بسیار ناچیز است.

مبانی شیمیایی اکسیداسیون

۲. اکسیداسیون ترکیبات غیر چرب:

ترکیبات رنگی:

مانند کاروتنوئیدها (رنگدانه‌های زرد و نارنجی) و آنتوسیانین‌ها (رنگدانه‌های قرمز و بنفش).
اکسیداسیون می‌تواند باعث **تغییر رنگ** و از بین رفتن **ظاهر** مواد غذایی شود.

ویتامین‌ها:

ویتامین C و E از جمله مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند که در حضور اکسیژن
تخریب می‌شوند.

عوامل مؤثر بر اکسیداسیون مواد غذایی

نور: نور UV و مرئی می‌تواند فرآیند اکسیداسیون را تسریع کند، به‌خصوص در روغن‌ها و محصولات غنی از چربی.

دمای بالا: افزایش دما باعث سرعت گرفتن واکنش‌های اکسیداسیون می‌شود.

رطوبت: رطوبت بالا می‌تواند دسترسی اکسیژن به مواد غذایی را تسهیل کند.

وجود فلزات: یون‌های فلزی مانند آهن و مس به‌عنوان کاتالیزور عمل کرده و فرآیند اکسیداسیون را تشدید می‌کنند.

عوامل مؤثر بر اکسیداسیون مواد غذایی

اسیدهای چرب غیر اشباع:

- در صورت عدم پیوند دوگانه در اسید چرب، اکسیداسیون آن بسیار به کندی صورت می گیرد.
- اسیدهای چرب سیس بسیار سریع تر از نوع ترانس اکسید می گردند.
- سیستم پیوند های مزدوج (کنژوگه) نسبت به غیر مزدوج (غیرکنژوگه) به اکسیداسیون حساس تر است.
- اسیدهای چرب در حالت استر شده با گلیسرول نسبت به حالت آزاد خود دیرتر اکسید می شوند.
- هنگامی که اسیدهای چرب در موقعیت ۲ گلیسرید قرار گرفته باشند نسبت به موقعیت ۱ و ۳ ممکن است دیرتر اکسید شوند.

عوامل مؤثر بر اکسیداسیون مواد غذایی

ترکیبات دارای هم و همین:

- این ترکیبات مثل هموگلوبین و میوگلوبین دارای هسته هم و پروتئین گلوبین هستند (موقعی که آهن دو ظرفیتی باشد هم و اگر آهن سه ظرفیتی باشد همین یا هماتین گفته می شود) از طریق شکستن هیدروپراکسید، اکسیداسیون را تسریع می کنند.

آنزیم ها:

- در میان آنزیم ها لیپوکسیژناز یک عامل قوی در اکسیداسیون است.

آنتی اکسیدان ها :

- آنتی اکسیدان ها ترکیبات شیمیایی مهمی هستند که از اکسیداسیون جلوگیری کرده و به محافظت از بدن در برابر **رادیکال های آزاد** کمک می کنند.
- رادیکال های آزاد که به عنوان محصول فرعی فرآیندهای متابولیک یا در اثر عوامل خارجی مانند آلودگی هوا و اشعه ماوراء بنفش تولید می شوند، می توانند باعث آسیب به سلول ها، تسریع روند پیری و افزایش خطر ابتلا به بیماری هایی همچون سرطان، بیماری های قلبی و بیماری های عصبی شوند.

آنتی اکسیدان ها :

- آنتی اکسیدان ها با خنثی کردن رادیکال های آزاد و پیشگیری از اثرات منفی آنها، نقش مهمی در حفظ سلامتی و جلوگیری از بیماری ها ایفا می کنند.
- این ترکیبات به طور طبیعی در **میوه ها، سبزیجات، ادویه ها، آجیل و غلات** یافت می شوند.

خواص آنتی اکسیدان ها:

- از بدن در برابر **استرس اکسیداتیو** محافظت می کنند و نقش مهمی در حفظ سلامتی دارند.
- از مواد غذایی در برابر **فساد و تخریب** ناشی از اکسیداسیون محافظت می کنند.
- به عنوان **تثبیت کننده** در صنایع مختلف مانند لوازم آرایشی، لاستیک، سوخت و روغن کاربرد دارند.
- مصرف مواد غذایی سرشار از آنتی اکسیدان نه تنها باعث **بهبود سلامت بدن** می شود، بلکه به **افزایش طول عمر و کاهش خطر ابتلا** به بیماری های مزمن مانند سرطان و بیماری های قلبی کمک می کند.
- آنتی اکسیدان ها ترکیباتی هستند که به دلیل نقش کلیدی خود در حفظ سلامت بدن و افزایش ماندگاری مواد غذایی، در صنایع مختلف و میان افرادی که به دنبال تغذیه سالم هستند، از اهمیت بالایی برخوردارند.

مکانیسم عمل آنتی اکسیدان ها

آنتی اکسیدان ها با روش های مختلفی اثرات مضر رادیکال های آزاد را خنثی می کنند:

- **غیرفعال کردن رادیکال های آزاد:** برخی آنتی اکسیدان ها با اهدا یک الکترون به رادیکال های آزاد، آن ها را تثبیت و بی خطر می کنند.

مکانیسم عمل آنتی اکسیدان ها

- کیلاسیون یون های فلزی: جلوگیری از فعالیت یون های فلزی که تشکیل رادیکال های آزاد را کاتالیز می کنند.
 - قطع واکنش های زنجیره ای: متوقف کردن واکنش های آبشاری که به سلول های بعدی آسیب می رسانند.
 - ترمیم سلولی: برخی آنتی اکسیدان ها به بازسازی سلول های آسیب دیده کمک می کنند.
- بدن انسان از ترکیبی از این مکانیسم های دفاعی برای حفظ تعادل اکسیداتیو و مقابله با استرس اکسیداتیو استفاده می کند.

انواع آنتی اکسیدان ها

۱. آنتی اکسیدان های طبیعی

این آنتی اکسیدان ها به طور طبیعی در بسیاری از مواد غذایی یافت می شوند و شامل موارد زیر هستند:

ویتامین ها: ویتامین C یا اسید اسکوربیک، ویتامین E یا توکوفرول، ویتامین A
پلی فنول ها: مانند فلاونوئیدها (در میوه ها و سبزیجات)

کاروتنوئیدها: بتاکاروتن، لیکوپن، لوتئین

مواد معدنی: روی، سلنیوم، آهن، مس و منگنز

ترکیبات درون زا: مانند گلوتاتیون، متیونین و کوآنزیم Q10 که به طور طبیعی در بدن تولید می شوند.

انواع آنتی اکسیدان ها

۲. آنتی اکسیدان های مصنوعی

آنتی اکسیدان های مصنوعی در صنایع مختلف، به ویژه صنایع غذایی، برای افزایش دوام محصولات استفاده می شوند. نمونه هایی از این آنتی اکسیدان ها عبارتند از:

BHA بوتیل هیدروکسی آنیزول، BHT بوتیل هیدروکسی تولوئن، TBHQ ترت-بوتیل هیدروکینون، پروپیل گالات، اسید اسکوربیک و نمک های آن

منابع طبیعی آنتی اکسیدان ها

میوه ها و سبزیجات: مانند توت ها، انار، اسفناج و گوجه فرنگی

نوشیدنی ها: چای سبز، قهوه و کاکائو

آجیل و دانه ها: مانند گردو و تخمه آفتابگردان

غلات کامل: مانند جو دوسر و برنج قهوه ای

ماهی های چرب و تخم مرغ

ادویه ها و گیاهان معطر: مانند زردچوبه، پونه کوهی، هل، مرزنجوش و آویشن

محصولات غنی شده با آنتی اکسیدان ها

- مارگارین و روغن های گیاهی
- فرآورده های گوشتی
- غلات صبحانه
- نوشیدنی های ایزوتونیک و فراسودمند
- مکمل های غذایی

آنتی اکسیدان ها :

- کارایی یک آنتی اکسیدان به سهولت جدا شدن اتم هیدروژن از آن است.
- آنتی اکسیدان های که امرزه بکار می رود دارای ساختمان فنلی با یک یا چند عامل هیدروکسیل است.
- به طور کلی آنتی اکسیدان ها زمانی موثر هستند که قبل از اکسیداسیون در روغن باشند.
- مهم ترین آنتی اکسیدان طبیعی **توکوفرول** است.
- چربی های حیوانی نسبت به چربی های گیاهی به دلیل کمبود توکوفرول (در حالتی که میزان غیر اشباعی هر دو یکسان است) سریع تر اکسید می شوند.

آنتی اکسیدان ها:

- اثر برخی از ادویه ها به عنوان آنتی اکسیدان به دلیل ترکیبات فلاونوئیدی است که دارای ساختمان فنلی هستند.
- در چای نیز ترکیبات آنتی اکسیدانی با ساختمان پلی فنلی مثل میریستین و کوئرستین و کاتکین نیز وجود دارد.
- اسید فرولیک و اسید کافئیک و نیز اسید کلروژنیک نیز دارای خواص آنتی اکسیدانی هستند.
- در روغن کنجد (ملکه روغن ها) نیز سزامولین و سزامول وجود دارد که سبب پایداری این روغن و مرغوبیت آن می شوند.
- لسیتین نیز دارای خاصیت آنتی اکسیدانی است.
- اسید اسکوربیک نیز در غلظت بالا دارای خاصیت آنتی اکسیدانی است ولی گفته می شود در غلظت پایین باعث تسریع اکسیداسیون می شود.

آنتی اکسیدان ها:

- -آنتی اکسیدان ها TBHQ است که دارای پایداری حرارتی خوبی در مقابل عملیاتی مثل سرخ کردن است.
- BHA از پایداری حرارتی خوبی برخوردار است اما در حرارت های بالا یک بوی فنلی ایجاد می کند.
- BHT در مقابل حرارت ناپایدار است.

فاکتور حفاظت:

کارایی یک آنتی اکسیدان تحت عنوان **فاکتور حفاظت** مشخص می شود که عبارت است از نسبت مدت دوره اکسیداسیون کند یک روغن در حضور یک آنتی اکسیدان به مدت دوره اکسیداسیون کند همین روغن بدون وجود آنتی اکسیدان.

سینرژیست ها :

- سینرژیسم به حالتی گفته می شود که عمل یک آنتی اکسیدان در یک سیستم تقویت شود.
- در عمل نام سینرژیست به ماده ای اطلاق می گردد که می تواند **فلزات سنگین** را به خود بگیرد و آنها را از زنجیره اکسیداسیون خارج کند مثل **اسید سیتریک** و **اسید فسفریک**.

اثرات اکسیداسیون بر مواد غذایی

کاهش کیفیت حسی:

طعم: ایجاد طعم‌های ناخواسته مانند تلخی و کهنگی.

بو: ایجاد بوهای ناخوشایند به دلیل تشکیل ترکیبات فرار.

تغییر در ارزش تغذیه‌ای: کاهش ویتامین‌های حساس به اکسیداسیون مانند ویتامین C و E

ایجاد ترکیبات مضر: برخی از محصولات اکسیداسیون مانند مالون‌دی‌آلدئید می‌توانند اثرات منفی بر سلامتی داشته باشند.

تغییر در رنگ: از بین رفتن رنگ طبیعی و ایجاد رنگ‌های قهوه‌ای یا خاکستری.

قهوه‌ای شدن مواد غذایی

- فرآیندی است که یک ماده غذایی طی یک سری واکنش شیمیایی به رنگ قهوه‌ای درمی‌آیند.
- فرایند قهوه‌ای شدن یکی از واکنش‌های شیمیایی است که در شیمی مواد غذایی رخ می‌دهد و یک موضوع مرتبط با حوزه‌های سلامتی، تغذیه و فناوری غذایی است.
- گرچه تغییر مواد شیمیایی موجود در یک ماده غذایی در اثر گذشت زمان به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شود، مسیرهای منجر به فرایند قهوه‌ای شدن به‌صورت ویژه به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: مسیر قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی.

قهوه‌ای شدن مواد غذایی

- قهوه‌ای شدن پیامدهای مهمی بر صنایع غذایی مرتبط با **تغذیه**، **فناوری** و **هزینه اقتصادی** دارد.
- محققان به‌صورت ویژه، علاقه‌مند به مطالعه روشهای کنترل فرایند قهوه‌ای شدن با کمک روشهای مختلف هستند، چون که آنها از این طریق می‌توانند از این روشها برای به حداکثر رساندن میزان جلوگیری از قهوه‌ای شدن و در نهایت ماندگاری بالاتر ماده غذایی استفاده کنند.

قهوه‌ای شدن آنزیمی

- قهوه‌ای شدن آنزیمی یکی از مهم ترین واکنش‌هایی است که در اغلب میوه‌ها، سبزیجات و همچنین غذاهای دریایی اتفاق می‌افتد.
- این فرایند بر **طعم، رنگ و ارزش غذایی** این غذاها تأثیر می‌گذارد.
- این نوع قهوه‌ای شدن، یک واکنش شیمیایی است که میان یک پلی فنول اکسیداز، کاتکول اکسیداز و سایر آنزیم‌ها است که موجب تبدیل فنل‌های طبیعی به ملانین و بنزوکینون می‌شود.
- انجام فرایند قهوه‌ای شدن آنزیمی نیاز به **اکسیژن** در دسترس دارد.
- این فرایند با اکسیداسیون فنول‌ها توسط آنزیم پلی فنول اکسیداز به **کینون** آغاز می‌شود.

قهوه‌ای شدن آنزیمی

- کینون به‌خاطر داشتن خصلت هسته‌دوستی زیاد، استعداد زیادی در پذیرش حمله هسته‌دوستی پروتئین‌ها دارد.
- کینون‌های تولید شده، در ادامه در یک سری واکنش‌های پلیمری شرکت می‌کنند و درنهایت منجر به تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای روی سطح ماده غذایی مورد نظر می‌شوند.
- میزان قهوه‌ای شدن آنزیمی با مقدار **پلی فنول اکسیداز** فعال و موجود در یک ماده غذایی مرتبط است.
- اگرچه تحقیق‌های زیادی در زمینه مهار فرایند قهوه‌ای شدن انجام شده‌است، با این حال، همه فرآیندهای قهوه‌ای شدن لزوماً منجر به ایجاد اثر منفی بر روی ماده غذایی نمی‌شوند.

قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی

- نوع دوم قهوه‌ای شدن، قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی است.
- در این نوع فرآیند، مثل قهوه‌ای شدن آنزیمی، همچنان رنگدانه قهوه‌ای در ماده غذایی مورد نظر ایجاد می‌شود اما آنزیم در ایجاد آن نقش ندارد.
- دو شکل اصلی قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی **کاراملیزاسیون** و **واکنش مایلارد** است.
- سرعت انجام هر دو واکنش بستگی به میزان آب نمونه دارد و در نتیجه متفاوت است.



کاراملیزاسیون

- کاراملیزاسیون یا کاراملیزه شدن فرآیندی است که طی آن گرماکافت (پیرولیز) قند رخ می‌دهد.
- از این روش برای طعم دلپذیر و رنگ قهوه‌ای مورد نظر در پخت‌وپز استفاده می‌شود.
- با انجام این روند، مواد شیمیایی فرار آزاد می‌شوند و عطر و طعم مشخص کاراملی تولید می‌شود.



کاراملیزاسیون

- کاراملیزاسیون به فرایندی گفته می‌شود که طی آن رنگ شکر، قهوه‌ای می‌شود.
- کاراملیزاسیون در پخت‌وپز به دلیل عطر و طعم شیرین و رنگ قهوه‌ای حاصل از آن استفاده می‌شود.
- رنگ قهوه‌ای ایجاد شده توسط سه گروه از پلیمرها تولید می‌شود: **کاراملان**، **کاراملن** و **کاراملاین**
- در طی انجام فرآیند، مواد شیمیایی فرار مانند **دی‌استیل** آزاد می‌شوند که عامل ایجاد عطر و طعم ویژه کارامل هستند.
- زمانی که کاراملیزاسیون شامل دی‌ساکاریدی مانند ساکارز است، ساکارز به مونوساکاریدهایی مانند فروکتوز و گلوکز شکسته می‌شود.

روند کاراملیزاسیون

کاراملیزاسیون یک فرایند پیچیده است که شیمی آن کمتر فهمیده شده است. طی این فرآیند صدها ماده شیمیایی تولید می شود که از تولید آنها انواع واکنش های زیر را شامل می شود:

- پیوند درون مولکولی
- واکنش های تراکمی
- واکنش های آب گیری
- واکنش قطعه قطعه شدن
- تشکیل پلیمر اشباع نشده
- ایزومریزاسیون آلدوز به کتوز
- وارونگی ساکارز به فروکتوز و گلوکز
- تعادل میان فرم های آنومریک و حلقه ای

شرایط مؤثر بر کاراملیزه شدن

- روند کاراملی شدن وابسته به **دما** است. هر ترکیب قندی با توجه به ساختار متفاوتش، دمای خاص خود را برای شروع فرآیند کاراملیزاسیون دارد.
- **ناخالصی** های موجود در قند، مانند ملاس باقی مانده در شکر قهوه‌ای، سرعت انجام کاراملیزاسیون را به سرعت بالا می‌برد.
- واکنش های کاراملیزاسیون همچنین به **محیط شیمیایی** انجام واکنش وابسته‌اند.
- سرعت انجام واکنش یا دمایی که در آن واکنش‌ها به راحتی به پیش می‌روند به راحتی با کنترل **pH محیط**، قابل تغییر است.
- به‌طور کلی میزان کاراملی شدن در اسیدیته تقریباً خنثی (pH در حدود ۷) در کمترین مقدار خود است. در حالی که در هر دو شرایط اسیدی (خصوصاً pH زیر ۳) و پایه (به ویژه pH بالای ۹) سرعت انجام آن افزایش می‌یابد.

واکنش مایلارد

- واکنش غیر آنزیمی دیگر، واکنش مایلارد است.
- این واکنش مسئول تولید طعم، هنگام پخته شدن مواد غذایی است.
- برخی از غذاهایی که در حین تولید در معرض واکنش مایلارد قرار می‌گیرند عبارت‌اند از **نان**، **استیک** و **سیب زمینی**.
- واکنش مایلارد، یک واکنش شیمیایی است که بین گروه آمین یک **اسید آمینه آزاد** و گروه کربونیل یک **قند**، اتفاق می‌افتد.
- واکنش مایلارد، واکنشی اساسی برای تولید طعم‌های مصنوعی برای غذاهای فرآوری شده در صنعت طعم دهنده‌ها است.

واکنش مایلارد

- واکنش مایلارد به طور معمول در دمایی در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۵ درجه سانتی گراد به سرعت رخ می دهد.
- بسیاری از دستورالعمل های غذایی برای اطمینان از انجام واکنش مایلارد، نیاز به دمای بالا دارند.
- در دماهای بالاتر، فرایندهای کاراملیزه شدن و در نتیجه گرماکافت، به طور عمده جای واکنش مایلارد را می گیرند.

واکنش مایلارد

- این فرایند در یک محیط قلیایی تسریع می‌شود، به این علت که گروه‌های آمینی که به صورت پروتونه شده وجود دارند، پروتون‌زدایی شده و بنابراین خصلت هسته‌دوستی آنها افزایش می‌یابد.
- این واکنش، یک واکنش پایه برای بسیاری از دستورالعمل‌های آشپزی صنعتی برای طعم‌دهنده‌ها محسوب می‌شود.

آکريل آميد

- در دماهای بالا، ماده‌ای سرطان‌زا، به‌نام آکريل آميد می‌تواند تشکیل شود.
- با استفاده از **دماهای کمتر**، اضافه کردن آنزیمی به‌نام **آسپاراژیناز** یا **تزریق کربن مونوکسید**، تا حد زیادی می‌توان از این موضوع جلوگیری کرد.



پیشگیری از اکسیداسیون مواد غذایی

بسته‌بندی مناسب:

استفاده از بسته‌بندی‌های خلأ یا بسته‌بندی با گازهای خنثی (مانند نیتروژن) می‌تواند تماس مواد غذایی با اکسیژن را کاهش دهد.

ذخیره‌سازی در محیط سرد و تاریک:

دما و نور پایین باعث کاهش سرعت اکسیداسیون می‌شود (دقت در موقع خرید و نگهداری روغن‌ها).

پیشگیری از اکسیداسیون مواد غذایی

افزودن آنتی اکسیدان ها:

طبیعی: مانند ویتامین C، ویتامین E، فلاونوئیدها، و پلی فنول ها.

مصنوعی: مانند بوتیل هیدروکسی تولوئن BHT و بوتیل هیدروکسی آنیزول BHA

کاهش فلزات کاتالیزور:

استفاده از کیلیت کننده هایی مانند اسید سیتریک برای غیرفعال کردن فلزات.

کاهش اکسیداسیون مواد غذایی

ترکیبات تازه: بهتر است از مواد تازه برای کاهش بروز واکنش های اکسیداسیون استفاده کنید.

فصلی خوردن: خوردن غذا در فصل در منطقه معمولاً کیفیت بهتری نسبت به سایر فصول دارد.

جاذب های اکسیژن: افزودن جاذب های اکسیژن بسته بندی می تواند به طور موثر اکسیداسیون مواد غذایی را کاهش دهد.



جاذب های اکسیژن

- اکسیژن یکی از عوامل اصلی فساد در صنعت مواد غذایی است.
- این گاز از طریق اکسید کردن مواد غذایی حساس به اکسیژن اثر نامطلوبی بر روی خصوصیات تغذیه ای و ظاهری آنها ایجاد می کند.
- از این رو افزایش ایمنی و ایجاد مقبولیت از دیدگاه مشتری نسبت به مواد غذایی حساس به اکسیژن نیازمند یک مانع برای حفاظت از آنها در برابر اکسیداسیون است.
- در سال های اخیر بسته بندی جاذب اکسیژن به عنوان یک بسته بندی فعال به منظور جلوگیری از واکنش اکسیژن با مواد غذایی ایفای نقش می کند.

جاذب های اکسیژن

- این جاذب ها بر اساس مکانیسم های مختلف با این گاز وارد واکنش شده و با بیرون راندن آن باعث حفظ تمام خصوصیات مواد غذایی از جمله: عطر، طعم، رنگ و ارزش تغذیه ای می شود؛ همچنین ایمنی و عمر ماندگاری مواد غذایی را از زمان تولید تا مصرف افزایش داده و مانع کاهش کیفیت مواد غذایی می شوند.
- جاذب های اکسیژن متناسب با نوع مواد غذایی انتخاب شده و در داخل بسته بندی های مواد غذایی مانند: نان، قهوه، چای، کیک، شیرینی، نوشیدنی ها، فرآورده های گوشتی، میوه ها و سبزیجات بکار گرفته می شوند.

نتیجه گیری

- اکسیداسیون یکی از واکنش های مهم ماده غذایی است که با تاثیر بر ترکیبات سازنده ماده غذایی ترکیبات نامطلوب و یا مطلوب در غذا تولید می کند. چربی ماده غذایی بسیار مستعد اکسیداسیون می باشد لذا واکنش های اکسیداسیون چربی یکی از مهم ترین عامل فساد شیمیایی مواد غذایی می باشد که می تواند در مرحله **تولید، نگهداری، توزیع و آماده سازی** نهایی روی دهد. در اثر اکسیداسیون چربی ترکیباتی نامطلوب نظیر **رادیکال های آزاد و آلدئیدهای فعال** تشکیل می شود. این ترکیبات بو و طعم بد ایجاد می کنند، ماندگاری و ارزش تغذیه ای مواد غذایی را کاهش می دهند و اثرات منفی بر سلامتی دارند.

نتیجه گیری

- تحقیقات زیادی در مورد مکانیسم واکنش ها، عوامل موثر، تاثیر روش های عملیاتی متداول و روش های نوین، تاثیر بازدارنده ها، استفاده از آنتی اکسیدان ها خصوصا آنتی اکسیدان های طبیعی، شناسایی و روش های اندازه گیری محصولات اکسیداسیون انجام شده است. با توجه به افزایش تمایل مصرف کنندگان به محصولات سالم، بدون نگهدارنده شیمیایی و با حداقل تغییرات، ضروری است علاوه بر انجام تحقیقات در زمینه های فوق تلاش شود نتایج بدست آمده در صنعت اجرا گردد تا دستیابی به اهدافی نظیر حفظ ارزش تغذیه ای و ارگانولپتیکی، افزایش ماندگاری و بهبود ویژگی های کیفی مواد غذایی ممکن گردد.



جهش تولید با مشارکت مردم
سال ۱۳۹۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

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

عنوان:

برخی راهکارهای کاهش اکسیداسیون در مواد غذایی

سخنران:

احمد شاکر اردکانی

عضو هیأت علمی ایستگاه تحقیقات پسته اردکان

محقق معین اردکان

۱۱ دی ۱۴۰۳ - ساعت: ۱۱:۳۰