

نتایج رشد میکروارگانیسمها در مواد غذایی

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

- ۱- عوامل بیماریزا در یک میکروب را مشخص کند.
- ۲- عوامل مختلف باکتریهای بیماریزا برای غلبه بر سد دفاعی بدن را نام ببرد.
- ۳- سمزایی را تعریف و انواع سموم در باکتریها را مشخص نماید.
- ۴- عوامل اصلی فساد میکروبی مواد غذایی را نام ببرد.
- ۵- میکروارگانیسمهای موجود در دستگاه گوارش میزبان را شرح دهد.
- ۶- نقش میکروبها را در تولید و تبدیل مواد غذایی شرح دهد.

۱-۵- بیماریزایی باکتریها

تغییر شرایط واکنشهای زیستی موجود زنده را بیماری می‌گویند و بیماریهای عفونی بیماریهایی هستند که به وسیله میکروارگانیسمها ایجاد می‌گردند.

اصولاً وقتی از یک گونه باکتری بحث می‌شود باید اصطلاح قدرت بیماریزایی را بکار برد و وقتی قدرت بیماریزایی گونه‌های مختلف یک باکتری یکسان نباشد، اصطلاح حدت مطرح می‌شود. بنابراین حدت یا درجه بیماریزایی نه تنها در گونه‌های مختلف باکتریها بلکه در سویه‌های یک گونه نیز متفاوت است. اگر قدرت بیماریزایی در سویه‌های مختلف یک گونه زیاد باشد آنها را سویه‌های حاد^۱ می‌نامند و اگر فاقد قدرت بیماریزایی بود، یا قدرت بیماریزایی کمی داشته باشند به ترتیب سویه‌های غیرحاد^۲ و یا با حدت کم نامیده می‌شود.

قدرت بیماریزایی در یک میکروب خاص به دو عامل بستگی دارد:

۲-۵- قدرت تهاجمی

توانایی میکروب برای استقرار یافتن در بافتهای بدن میزبان را «قدرت تهاجمی» می‌نامند. برای

اینکه یک میکروارگانیسم بتواند به بافتهای موجود زنده حمله کرده و در آن نفوذ نموده، ایجاد عفونت و احتمالاً بیماری کند، باید توانایی غلبه بر سدهای دفاعی متوالی را که در بدن میزبان وجود دارد داشته باشد. یکی از عوامل دفاعی مهم بدن بیگانه‌خوارها یا ریزه‌خوارها هستند. سلولهای بیگانه‌خوار در همه نقاط بدن وجود دارند. این سلولها شامل گلبولهای سفید خون (لکوسیتها)، سلولهای کوچک سرگردان در درون بافتها و بسیاری از سلولهای مستقر شده در جدار مویرگها و به‌ویژه در کبد می‌باشند. این سلولها مانند آمیب ذرات خارجی و از جمله عوامل عفونی را بلعیده، سپس به کمک آنزیمهای درون سلولی خود آنها را هضم می‌نمایند. اگر عمل بیگانه‌خواری بدرستی انجام گیرد، بسیاری از عفونتها قبل از گسترش، متوقف خواهند شد. اما غالباً باکتریهای بیماریزا به کمک عوامل مختلفی از این سد دفاعی می‌گذرند. برخی از این عوامل عبارتند از:

الف - کپسول: معمولاً کپسول به عنوان لایه‌ای محافظ، باکتری را از آسیب بیگانه‌خوارها در امان نگاه می‌دارد.

ب - آنزیمها: سبب افزایش قدرت تهاجمی باکتری می‌شوند و انواع مختلفی دارند مانند: هیالورونیداز^۱: این آنزیم اسید هیالورونیک^۲ را که مانند سیمانی سبب استحکام بافت همبند می‌شود هیدرولیز نموده، آن را می‌شکند.

- کلاژناز^۳: این آنزیم کلاژن را که ماده استحکام بخش عضلات، استخوانها و غضروفها می‌باشد شکسته و تجزیه می‌نماید.

- کوآگولاز^۴: این آنزیم پلاسما را منعقد می‌سازد.

۳-۵- سم‌زایی

سموم، اجزای طبیعی سلولی یا فرآورده‌های متابولیکی هستند که فعالیت سلولهای بدن حیوانات، گیاهان و انسان را متوقف ساخته، یا به آنها آسیب می‌رسانند. سموم یا زهرابه‌های^۵ باکتریها به دو دسته اندوتوکسین^۶ و اگزوتوکسین^۷ تقسیم می‌شوند.

اندوتوکسین: این سموم در واقع بخشی از ساختمان دیواره سلولی باکتریها است که با مرگ و متلاشی شدن پیکر باکتری به محیط خارج آزاد می‌شوند.

اگزوتوکسین: اگزوتوکسین مواد سمی محلولی هستند که به وسیله باکتری زنده به محیط خارج

۱- Hyaluronidase

۲- Hyaluronic acid

۳- Collagenase

۴- Coagulase

۵- Toxin

۶- Endotoxins

۷- Exotoxins

ترشح می‌شوند. قدرت بیماری‌زایی اندوتوکسینها کمتر از آگزوتوکسینها می‌باشد تفاوت حرارتی این سموم نیز متفاوت است. سم کلستریدیوم بوتولینوم در برابر دما حساس است در حالی که سموم استافیلوکوکها مقاومت حرارتی بیشتری دارند.

اثرات میکروارگانیسمها در مواد غذایی

میکروارگانیسمها می‌توانند اثرات بسیار متفاوتی بر روی مواد غذایی داشته باشند که برخی از آنها مطلوب و برخی نامطلوب و حتی زیان‌آور و یا بیماری‌زا می‌تواند باشد.

۴-۵- اثرات مفید میکروارگانیسمها

۱-۴-۵- انجام فرآیند تخمیر: یکی از مهمترین کاربردهای مطلوب میکروارگانیسمها در صنایع غذایی فرآیند تخمیر است. تخمیر فرآیند تجزیه‌ی بی‌هوازی کربوهیدراتهاست که در طی آن مقادیری اسید آلی و سایر متابولیتها تولید می‌گردد. تخمیر نه تنها یک روش نگهداری مواد غذایی است بلکه به وسیله‌ی آن انسانها به انواع جدیدی از غذاها دسترسی پیدا نموده‌اند. تخمیر ممکن است به وسیله‌ی گونه‌های مختلفی از میکروارگانیسمها انجام گیرد. در ادامه به‌طور خلاصه چند فرآورده تخمیری شرح داده می‌شود.

الف - خمیر نان: یکی از اساسی‌ترین مراحل تهیه نان اضافه کردن مخمر نانویی^۱ به خمیر می‌باشد. مخمرها قند موجود در خمیر را تخمیر نموده و دی‌اکسیدکربن و الکل تولید می‌کنند و به این ترتیب سبب حجیم شدن خمیر و ورآمدن آن می‌شوند. همچنین متابولیتهایی که در طی تخمیر توسط مخمر ایجاد می‌شود یکی از عوامل ایجاد عطر و طعم در نان هستند. ضمن این که مخمر مجموعه‌ای از آنزیمهای مختلف را در خمیر آزاد می‌کند که هر کدام نقش مفیدی در تهیه نان دارند.

نانهایی که به صورت صنعتی و سنتی و به‌طور مناسب تهیه می‌شوند، رطوبت مورد نیاز برای میکروارگانیسمها غیر از کپکها را فراهم نمی‌کنند. کپک نان^۲ و کپک قرمز نان^۳ بعضی وقتها از سطح نان جدا می‌شوند و این فساد در مکانهایی رخ می‌دهد که رطوبت آن‌جا بالا باشد یا زمانی که نان در حالت گرم بسته‌بندی شود. سوبه‌های باسیلوس سوبتیلیس^۴ عامل فساد^۵ به نام روپینس^۵ در نانهای خانگی می‌باشند.

۱ - *Saccharomyces cerevisiae*

۲ - *Rhizopus stolonifer*

۳ - *Neurospora Sitophila*

۴ - *Bacillus subtilis*

۵ - *Ropiness*

ب — سرکه: یکی از تغییرات طبیعی در آب میوه‌ها تخمیر الکلی آنها به وسیله مخمرها و سپس اکسیداسیون الکل به اسید استیک توسط باکتریها می‌باشد. در این حالت اگر به اندازه کافی اسید استیک تولید شود محصول سرکه نامیده می‌شود. طبق استاندارد سرکه باید حداقل دارای ۴٪ اسید استیک باشد. سرکه محصولی از دو فرآیند است. در مرحله اول تخمیر الکلی صورت گرفته و قند را به الکل تبدیل می‌کند. در مرحله دوم میکروارگانیسمهای گروه استوباکتر^۱، الکل تولید شده در مرحله اول را به اسید استیک تبدیل می‌کنند.

ج — سبزیهای تخمیر و شور شده: تخمیر و شور کردن سبزیها و تهیه‌ی فرآورده‌هایی مانند خیارشور، زیتون شور و کلم شور از روشهای قدیمی نگهداری آنها محسوب می‌شود هرچند امروزه این فرآورده‌های تبدیلی جهت طعم و مزه تولید می‌شوند و در این روش فرآورده‌ها در غلظتی از نمک قرار می‌گیرند که اجازه رشد به میکروارگانیسمهای نامطلوب و عامل فساد نمی‌دهد اما در همین غلظت نمک باکتریهای لاکتیکی و استیکی مورد لزوم جهت تخمیر فعالیت می‌کنند و به این ترتیب اسید لاکتیکی و سایر متابولیتها تولید می‌شوند و دوباره از یک سو اسید مانع رشد میکروارگانیسمهای نامطلوب می‌گردد و از سوی دیگر سبب ترد شدن محصول می‌شود و فرآورده‌ی تخمیری آماده می‌گردد. به عنوان مثال در هنگام تهیه خیارشور، تخمیر با حداقل ۶ درصد نمک و ۲ درصد اسید استیک آغاز می‌شود و با اضافه کردن تدریجی نمک در طی ۸-۶ هفته غلظت نمک به ۱۵ درصد می‌رسد و در این مدت تخمیر کامل می‌شود. تخمیر توسط لوکونوستوک مزترئوئیدس^۲ آغاز می‌شود. لاکتوباسیلوس پلانتروم^۳ نقش اصلی را در انجام عمل تخمیر برعهده دارد. pH خیارشور در انتهای فرآیند حدود ۴ است. باکتریها و کپکها عامل فساد در این فرآورده هستند. سیاه شدن خیارشور ممکن است به خاطر رنگدانه سیاه رنگ و محلول در آب باسیلوس نیگریفیکانس^۴ باشد. گونه‌ای از باکتریها مسئول بادکردگی^۵ در خیارشور می‌باشند.

ساورکرات^۶ فرآورده حاصل از تخمیر کلم تازه به وسیله باکتریها می‌باشد. pH نهایی محصول، ۳/۱ تا ۳/۷ می‌باشد. با وجود این امکان فساد توسط باکتریها، کپکها و مخمرها در این فرآورده وجود دارد. نرم شدن، لزج شدن، پوسیدن و صورتی شدن از فسادهای عمده در این فرآورده می‌باشند. د — فرآورده‌های لبنی تخمیری: انواع بسیار زیادی از فرآورده‌های لبنی تخمیری وجود دارد، شامل ماست، کفیر، کومیس و انواع پنیر می‌باشد. یکی از اصلی‌ترین تغییراتی که در فرآورده‌های

۱ — acetobacter

۲ — Leuconostoc mesenterioides

۳ — Lactobacillus plantarum

۴ — Bacillus nigrificans

۵ — bloater

۶ — Sauerkraut

تخمیری رخ می‌دهد تبدیل لاکتوز به اسید لاکتیک می‌باشد که مقدار اندکی الکل نیز در این فرآیند تولید می‌شود.

ماست لخته یکنواخت حاصل از فعالیت دو باکتری استریتوکوکوس ترموفیلوس^۱ و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس^۲ می‌باشد. استریتوکوکوس تولید اسید را برعهده دارد و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس موادی را تولید می‌کند که عطر و طعم خاص ماست را ایجاد می‌کند.

عمل تخمیر در کفیر^۳ توسط تورولا کفیر^۴، ساکارومیسس کفیر^۵، لاکتوباسیلوس^۶ و استریتوکوکوس لاکتیس^۷ صورت می‌گیرد. کومیس^۸ اولین بار از شیرمادیان ساخته شد و امروزه مشابه آن با تخمیر شیر گاو بدون چربی با لاکتوباسیلوس اسید و فیلوس^۹ تهیه می‌شود.

۲-۴-۵- تولید مواد افزودنی: از دیگر کاربردهای مفید میکروارگانیسمها استفاده از آنها جهت تولید مواد افزودنی در صنایع غذایی می‌باشد. اسید سیتریک، اسید استیک، اسید لاکتیک، اسید نوماریک و اسید گلوکونیک اسیدهای آلی اصلی هستند که توسط میکروارگانیسمها تولید می‌شوند. بخش زیادی از اسید لاکتیک مورد استفاده در صنعت توسط باکتریهای اسید لاکتیک و به ویژه جنس لاکتوباسیلوس تولید می‌شود. بیشترین میزان اسید سیتریک که رایج‌ترین اسید مورد استفاده در صنایع غذایی می‌باشد توسط کپکها و به ویژه اسپرژیلوس نایجر^{۱۰} تولید می‌شود همچنین بخش زیادی از آنزیمها در صنایع غذایی مثل آمیلازها، پروتازها و لیپازها توسط میکروارگانیسمها تولید می‌شود.

۵-۵- اثرات نامطلوب میکروارگانیسمها در مواد غذایی

بیماریهای ناشی از میکروارگانیسمها در مواد غذایی به دو صورت عفونت غذایی^{۱۱} و مسمومیت غذایی^{۱۲} ظاهر می‌شوند. در عفونتهای غذایی میکروب وارد بدن شده و پس از جایگزینی در بدن شروع به رشد و تکثیر می‌کند که در مراحل بعدی به بافتهای بدن حمله کرده و سم نیز تولید می‌کند مثل باکتریهای سالمونلا^{۱۳}، ویبریو^{۱۴}، یرسینیا^{۱۵}، لیستریا^{۱۶}، کامپیلوباکتر^{۱۷} و برخی از موش‌های اشریشیا کلی^{۱۸}. مسمومیت غذایی نتیجه سم باکتری است و به دو صورت ایجاد می‌شود.

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| ۱ - Streptococcus Thermophilus | ۲ - L.bulgaricus | ۳ - Kefir |
| ۴ - Torula Kefir | ۵ - Saccharomyces Kefir | ۶ - Lactobacillus |
| ۷ - Streptococcus Lactis | ۸ - Koumiss | ۹ - Lactobacillus acidophilus |
| ۱۰ - Aspergillus niger | ۱۱ - Food in fection | ۱۲ - Food intoxication |
| ۱۳ - Salmonella | ۱۴ - Vibrio | ۱۵ - Yersinia |
| ۱۶ - Listeria | ۱۷ - Campylobacter | ۱۸ - Escherichia coli |

الف - مسمومیت غذایی که در اثر مصرف مواد غذایی آلوده به سموم میکروبی به وجود می آید. در این مورد وجود باکتری در بدن جهت ایجاد بیماری لازم نیست و در واقع سم از پیش ساخته شده در غذا، عامل اصلی این بیماری است. از این مسمومیتها می توان به مسمومیت حاصل از سم استافیلوکوکوس اورئوس^۱ و کلستریدیوم بوتولینوم^۲ اشاره کرد.

ب - مسمومیتهایی که در اثر تجزیه پیکر سلول و آزاد شدن سم آن به وجود می آید که می توان به مسمومیت ناشی از مصرف غذای آلوده به کلستریدیوم پرفرینجنس^۳ اشاره کرد.

۱-۵-۵- تفاوتهای بین عفونتهای غذایی و مسمومیتهای غذایی

- ۱- در مسمومیتهای غذایی وجود و حضور میکروب در غذا ضروری نیست بلکه فقط سم میکروب عامل بیماری می گردد در صورتی که در عفونتهای غذایی وجود میکروب ضروری است.
- ۲- در عفونت غذایی تب وجود دارد ولی در مسمومیتهای غذایی در بیشتر موارد تب وجود ندارد.
- ۳- دوره کمون بیماری و مدت زمان ظهور علائم در مسمومیتهای غذایی کوتاهتر است در حالی که در عفونتهای غذایی دوره کمون طولانی تر است.

ارزشیابی فصل پنجم

- ۱- بیماری را تعریف کنید.
- ۲- منظور از اصطلاح حدت در باکتریهای بیماریزا چیست؟
- ۳- باکتریهای کپسول دار و فاقد کپسول را از نظر قدرت بیماریزایی مقایسه کنید.
- ۴- چند نمونه از آنتیهای مؤثر در بیماریزایی باکتریها را نام برده، عمل آنها را شرح دهید.
- ۵- اندوتوکسین و اگزوتوکسین چیست؟
- ۶- اثرات مفید میکروارگانیسمها را نام ببرید.
- ۷- سه نمونه از مواد غذایی تخمیری را که میکروارگانیسمها در تهیه آنها نقش اساسی دارند بنویسید.
- ۸- تهیه سرکه در چند مرحله صورت می گیرد توضیح دهید.
- ۹- اسید لاکتیک و اسید سیتریک مورد استفاده در صنایع غذایی توسط کدام میکروارگانیسمها تولید می شوند؟

۱- میکروارگانیسمها سبب چه نوع فسادهایی در ساورکراتها می شوند؟

۱ - Staphylococcus aureus ۲ - Clostridium botulinum ۳ - Clostridium perfringens