بسم الله الرحمن الرحیم

میکروبیولوژی

رشتهٔ صنایع غذایی

گروه تحصیلی کشاورزی

زمینهٔ کشاورزی

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۴۶۲۸

۵۷۶ میکروبیولوژی/ مؤلفان :فریده طباطبایی...[و دیگران]. ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتابهای
۹۷۶م/ درسی ایران، ۱۳۹۴.
۱۳۹۴ ۷۱ ص. :مصور (رنگی). ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۴۶۲۸)
متون درسی رشتهٔ صنایع غذایی گروه تحصیلی کشاورزی، زمینهٔ کشاورزی.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی رشتهٔ صنایع غذایی دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. میکروب‌شناسی. الف. طباطبایی، فریده. ب. شرکت چاپ ونشرکتابهای درسی ایران. ج. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. د. عنوان. هـ. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **میکروبیولوژی ـ ۳۵۹/۶۷**

مؤلفان : **فریده طباطبایی، جعفر شفیع آبادی، محسن واعظی و مسلم زحمتکش**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : **علی نجمی**

طراح جلد : **محمّدحسن معماری**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

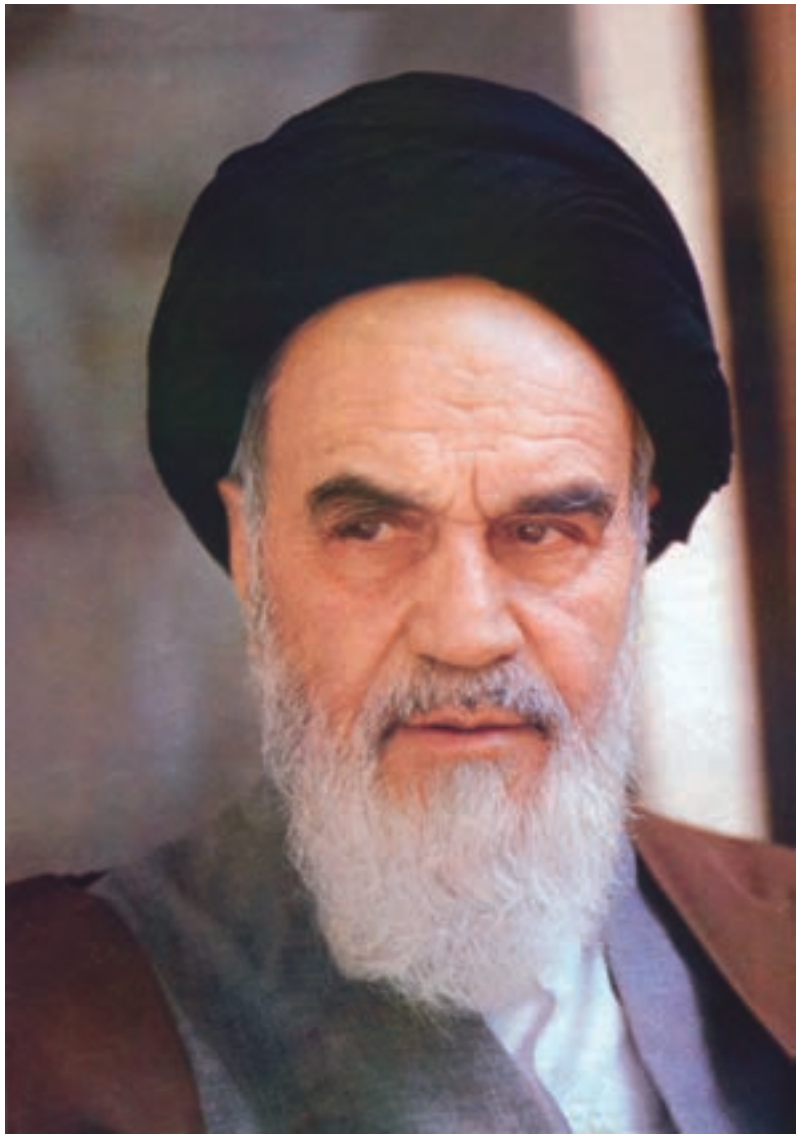
تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **نادر**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ چهاردهم ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۴-۰۳۷۵-۰۵-۹۶۴ **ISBN 964-05-0375-4**



اول باید اخلاصتان را قوی بکنید، ایمانتان را قوی بکنید، . . . و این اخلاص و ایمان، شما را تقویت می‌کند و روحیهٔ شما را بالا می‌برد و نیروی شما جوری می‌شود که هیچ قدرتی نمی‌تواند (با شما) مقابله کند.

امام خمینی (ره)

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول : تاریخچهٔ میکروبیولوژی ۱

فصل دوم : باکتریها ۵

فصل سوم : قارچها ۳۶

فصل چهارم : تعریف ویروسها و تشریح ساختمان آنها ۵۴

فصل پنجم : نتایج رشد میکروارگانیسمها در مواد غذایی ۶۲

منابع و مآخذ ۷۱

مقدمه

در گذشته و قبل از شناسایی میکروبها، کلیهٔ موجودات زنده به دو دستهٔ گیاهان و جانوران تقسیم می‌شدند. بتدریج و با توسعهٔ زندگی، بشر در برابر علت بسیاری از حوادث و وقایع خود را ناتوان می‌دید. مثلاً اینکه چگونه انسان به بیماریهای مختلف مبتلا می‌گردد و یا اینکه علت فساد مواد غذایی چیست و چگونه باید آنها را نگهداری کرد. بعد از کشف اولین میکروسکوپ، بشر در کمال تعجب پی به وجود موجودات زندهٔ ریزی برد که می‌توانستند پاسخگوی بسیاری از سؤالات بی‌پاسخ او باشند. این موجودات ریز که با چشم غیر مسلح قابل رؤیت نیستند، میکروارگانیسم (موجودات ذره‌بینی) نامیده شده، بتدریج جای خود را در طبقه‌بندی موجودات زنده پیدا کردند. اصطلاح میکروبیولوژی، از سه کلمهٔ میکرو (Micro) به معنای کوچک، بیو (Bio) به معنای زندگی و حیات و لوژی (Logy) به معنای علم و شناسایی ساخته شده است. بنابراین علم میکروبیولوژی عبارت است از شناسایی موجودات ریز ذره‌بینی و آگاهی از قوانین حاکم بر زندگی آنها و نیز بررسی تأثیرات متقابل آنها بر سایر موجودات زنده و محیط پیرامون خود.

شناخت خصوصیات زیست‌محیطی میکروبها باعث گردیده تا انسان از صفات و اثرات مفید آنها در جهت افزایش کیفی زندگی خود سود جسته، از طرفی راههای مقابله با تأثیرات منفی آنها را پیدا نماید. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود که در آینده، کشورهایی که احاطهٔ بیشتری بر علم میکروبیولوژی دارند، در زمینه‌های مختلف علمی، سیاسی، اقتصادی و حتی نظامی و... از قدرت بیشتری برخوردار باشند.

میکروبها اثرات مثبت یا منفی زیادی در زندگی انسانها دارند به عنوان مثال مهمترین عامل فساد مواد غذایی می‌باشند. با توجه به محدود بودن تولید فراورده‌های غذایی، انسان ناچار به مقابله با انواع عوامل فساد و به‌ویژه عوامل فساد میکروبی می‌باشد. از سوی دیگر بسیاری از بیماریها و مسمومیتهای غذایی ناشی از فعالیت میکروارگانیزمها می‌باشد همچنین میکروارگانیزمها اثرات مطلوب زیادی در مواد

غذایی نیز دارند. بسیاری از فرآورده‌های غذایی فقط توسط فعالیت میکروارگانیزمها تولید می‌شوند. بنابراین شناخت خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میکروارگانیزمها برای یک متخصص صنعت غذایی امری ضروری می‌باشد.

همگام با توسعهٔ سایر علوم و پیدایش میکروسکوپهای دقیق و پیشرفته، علم میکروبیولوژی نیز وسعت یافت و شامل شاخه‌ها و گرایشهای مجزایی گردید. به‌طوری که امروزه میکروبیولوژی عمومی، پزشکی، کشاورزی، غذایی، دامپزشکی و... هر یک در زمینهٔ مسایل مربوط به خود بحث می‌کنند. کتاب حاضر میکروبها را در سه بخش باکتریها، قارچها و ویروسها مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این کتاب، سعی شده است جدیدترین اطلاعات در مورد صفات و ویژگیهای عمومی آنها و نقش آنها در صنایع غذایی، در حدی قابل فهم ارائه گردد. البته دانش‌آموزان عزیز در سالهای گذشته در کتابهای علوم دوران راهنمایی و نیز زیست‌شناسی دوران دبیرستان اطلاعات مختصری در این زمینه بدست آورده‌اند.

در هر حال امیدواریم با تلاش مدرسان گرامی و حداکثر استفاده از وسایل و امکانات آزمایشگاهی، دانش‌آموزان گرامی رشتهٔ صنایع غذایی بتوانند بیشترین استفاده را از مطالب این کتاب ببرند. در ضمن عزیزان دانش‌آموز برای کسب اطلاعات کامل‌تر می‌توانند به منابع مورد استفاده که در پایان کتاب آورده شده است، مراجعه کنند.

«مؤلفان»

هدف کلی کتاب

آشنایی با طبقه‌بندی انواع میکروبها، ساختمان، نحوهٔ تکثیر، فعالیتهای حیاتی آنها و اهمیت میکروبها در صنایع غذایی

فصل اول

تاریخچهٔ میکروبیولوژی

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :
۱ ــ اهمیت و ارزش میکروب‌شناسی را توضیح دهد.
۲ ــ تاریخچهٔ میکروب‌شناسی در جهان را بیان کند.
۳ ــ نقش میکروبها در زندگی انسان را شرح دهد.

۱ ــ ۱ــ اهمیّت و ارزش میکروبیولوژی

سالها و حتی قرنها قبل از اینکه میکروارگانیسمها و اثر آنها در فعل و انفعالات حیاتی در طبیعت و یا فعالیت آنها در ایجاد بیماریهای گوناگون برای انسان روشن گردد، اثرات آنها به شکلهای مختلف مانند تهیه محصولاتی نظیر پنیر، ترشی، سرکه و... مورد استفاده بوده است. بدون اینکه اثر میکروارگانیسمها برای انسان مشخص شده باشد.

۲ ــ ۱ــ نقش میکروبها در زندگی انسان

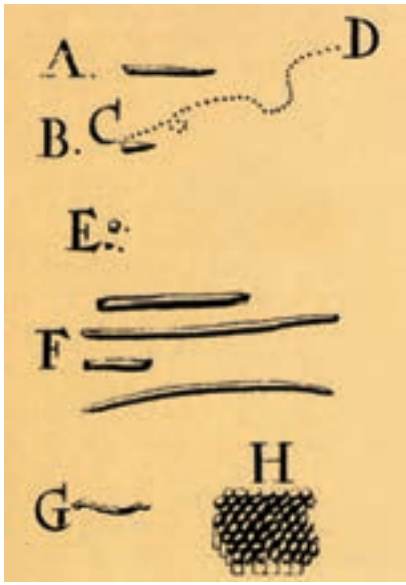
از زمانهای قدیم بشر به بیماریهای واگیر پی برده بود چنانچه در کارهای بقراط (در ۴۶۰ سال قبل از میلاد) و جالینوس (۲۰۰ سال بعد از میلاد) دیده می‌شود. همچنین عده زیادی از دانشمندان فعالیت دامنه‌داری در زمینهٔ شناسایی علل بیماریها انجام دادند و هر یک بنوبه خود دلیلی برای آنها پیشنهاد نمودند.

محمد زکریای رازی طبیب و دانشمند بزرگ ایرانی، اولین کسی است که در جهان، بیماریهای واگیر مخصوصاً آبله و سرخک را با دیدی علمی مورد بررسی قرار داده است و در این زمینه کتاب ارزنده‌ای به نام الجددی و الحصبه نوشته است. این فرضیه نُه قرن قبل از نظریه تخمیری پاستور و کشف نقش میکروبها به عنوان عوامل بیماریزا، بیان گردید.

ابوعلی سینا، دانشمند و فیلسوف بزرگ ایرانی برای اولین بار در سال (۱۰۳۷ ــ ۹۸۰ میلادی) ثابت نمود که بیماریهای عفونی در اثر وجود یک سری موجودات زنده ایجاد می‌گردند، که با چشم معمولی قابل رؤیت نمی‌باشند و ممکن است از طریق آب یا هوا وارد بدن شوند.

در مورد میکروبها تقریباً تا اواخر قرن هفدهم هیچ‌گونه اطلاعاتی وجود نداشت. در این قرن تحقیقات بشر در مورد میکروسکوپ و ذرّات میکروسکوپی با مطالعات آنتونی‌لیون‌هوک[1] شروع گردید. این فرد در سالهای (۱۷۲۳ ــ ۱۶۳۲ میلادی) با یک میکروسکوپ به بررسی دانه‌های روغنی، حشرات و... پرداخت و توانست قسمتهای مختلف گیاهان و گلبولهای قرمز خون و اکثر باکتریها را ببیند و اشکال مختلفی از آنها رسم نماید.

وی در نامه‌ای به محافل علمی چنین نوشت: «موجودات بسیار ریز برخی کروی شکل، برخی بیضوی، برخی دارای شاخکهای ریز، بعضی با ضمائمی در انتهای بدن و برخی با حرکت کنه یا تند به رنگهای مختلف دیده می‌شوند.»



شکل ۲ ــ ۱ــ اشکال ترسیم شده به وسیلهٔ لیون‌هوک

شکل ۱ ــ ۱ــ میکروسکوپ اولیه که لیون‌هوک ساخته بود.

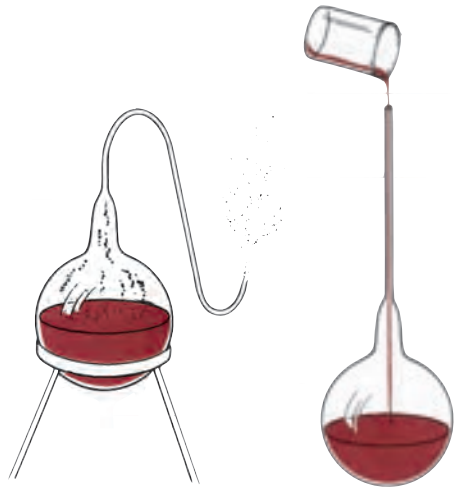
لوئی‌پاستور[2]، میکروب‌شناس و شیمیدان معروف فرانسوی پس از گذشت یک قرن درهای جدیدی به سمت شناخت دنیای میکروبها و اعمال آنها گشود. علاقهٔ پاستور به کارهای میکروسکوپی باعث گردید که بسیاری از مشکلات آن زمان حل شود و پایه علم جدید میکروب‌شناسی بر روی اصول تجربی و علمی استوار گردد. کارهای پاستور به‌طور خلاصه عبارت‌اند از حل مسألهٔ تخمیر، رد نظریه پیدایش خودبخودی موجودات زنده[3]. فرضیّه تولید خودبه‌خود بر این معنا که جانوران خودبه‌خود از مواد بیجان بوجود می‌آیند از زمانهای بسیار قدیم مورد توجه بوده و ارسطو از طرفداران آن به شمار می‌رفت.

هنگامی‌که در اثر مشاهدات لیون‌هوک چشم بشر به دنیای جانوران ذره‌بینی گشوده گشت، نظریه تولید خودبه‌خود، مجدداً مطرح گردید. از یکسو طرفداران این نظریه بار دیگر ادعا کردند که جانوران ذره‌بینی از مواد بیجان بوجود می‌آیند و از سوی دیگر دانشمندانی نظیر ژوبلو[4] و لازارو

۱ــ Antony Van Leeuwnhoek ۲ــ Louis pasteur ۳ــ Spontaneovs generation ۴ــ Joblet

اسپالانزانی[1] و تئودورشوان[2] با آزمایشهای خود زمینه مساعدی را برای رد نظریه تولید خودبه‌خود فراهم کردند و لوئی پاستور برای همیشه این نظریه را رد نمود.

لوئی پاستور در سال ۱۸۶۴ میلادی با ساخت بالن ویژه‌ای که به انتهای دهانهٔ آن به لوله باریکی ختم می‌شد و ریختن آبگوشت در آن، به این نتیجه رسید که اگر لوله باریک به صورت عمودی روی بالن قرار گیرد، حتی با جوشاندن محتوی بالن و سترون کردن آن پس از مدتی آبگوشت فاسد می‌شود، (الف) اما چنانچه در انتهای لوله پنبه گذاشته شود یا لوله باریک به‌وسیله حرارت به صورت گردن قو خم شود (ب) محتوی آن سالم می‌ماند. امروزه مشخص شده که پنبه مانع ورود باکتریهای هوا به داخل بالن می‌شود. همچنین خم کردن لوله موجب می‌شود که قطره‌ای آب در اثر تعریق در انحنای خمیدگی پایین قرار گرفته و مانع ورود باکتریها به محتوی بالن شود. در عین حال خمیدگی لوله باعث می‌شود که باکتریها نتواند از آن عبور کرده و وارد آبگوشت شوند.



الف ــ آبگوشت سترون شده در داخل این بالن پس از مدتی فاسد می‌شود.

ب ــ آبگوشت سترون شده در داخل این بالن سالم می‌ماند.

شکل ۳ ــ ۱ــ «بالن طراحی شده به‌وسیله پاستور. این تصویر نشان‌دهندهٔ ردّ فرضیه خلقت خودبه‌خود است».

ــ ازجمله کارهای مهم دیگر پاستور کشف روش پاستوریزاسیون برای جلوگیری از بیماریهای ناشی از مصرف موادغذایی و پیشنهاد اصولی مناسب برای میکروب‌شناسی عملی مانند سترون کردن با دمای خشک و مرطوب، پنبه‌گذاری سر لوله‌های آزمایش، رابطه شرایط محیط کشت، درجه حرارت، pH و فشار اکسیژن با میکروبها و طرز تهیه محیط کشت می‌باشد.

پاستور همچنین کارهای عملی در مورد واکسیناسیون علیه بیماریها انجام داد : که مهمترین

۱ــ Spallanzani ۲ــ Schwann

آنها عبارت بود از اوّلی، ساخت واکسن وبای ماکیان[1] و واکسن ضد سیاه‌زخم[2].

پس از کارهای پاستور و انتشار آنها یک پزشک آلمانی به نام روبرت کخ، به کارهای میکروب‌شناسی علاقه‌مند شد و دربارهٔ عفونتهای حیوانات و انسان مطالعه کرد. او نخستین مشاهدات خود را روی بیماری سیاه‌زخم انجام داد. و بدین وسیله اختصاصی بودن یک میکروب خاص برای ایجاد یک عفونت معین را به اثبات رسانید.

کخ دربارهٔ تهیّه گسترش، رنگ‌آمیزی، عکسبرداری از میکروبها نیز کارهای زیادی انجام داده، در این موارد گزارش‌هایی نیز منتشر کرده است. وی در سال ۱۸۸۲ میلادی، موفق به کشف میکروب مولد سل شد. و یک سال پس از آن باکتری مولد وبا را کشف نمود.

دوران پاستور و کخ را با توجه به مطالعات و کشفیّات موجودات ذره‌بینی به عنوان «دوران طلایی میکروب‌شناسی» می‌نامند (۱۹۰۵ ــ ۱۸۰۲ میلادی).

ژوزف لیستر، استاد جراحی گلاسکو، پس از مطالعهٔ انتشارات پاستور، علت عفونی شدن زخمها پس از عمل جراحی را موجودات ذره‌بینی دانست و در سال ۱۸۶۷ میلادی، طرز ضدعفونی کردن هوای اتاق عمل و لوازم جراحی، دست جراح و پوست بیمار را پیشنهاد کرد و اساس جراحی نوین را پایه‌گذاری نمود.

بررسیهای فلمینگ[3] و همکارانش، فلوری و چین[4] نیز، منجر به تولید پنی‌سیلین گردید. و به تدریج آنتی‌بیوتیکهای دیگر نظیر تتراسیکلین و کلرامفنیکل به عنوان عوامل ضدمیکروبی کشف شدند.

در سی‌سال اخیر با پیشرفت ساخت لوازم آزمایشگاهی و همچنین همکاری نزدیک بین میکروب‌شناسان و سایر دانشمندان، این علم تکامل بیشتری یافته است. و پیشرفت علم میکروب‌شناسی سبب حل بسیاری از مسایل پزشکی، بهداشتی، کشاورزی، دامپزشکی، صنعتی و بیولوژیک گردیده است.

ارزشیابی فصل اول

۱ ــ اهمیّت و ارزش میکروبیولوژی را توضیح دهید.

۲ ــ نقش میکروبها در زندگی انسان را بیان کنید.

۳ ــ کارهای پاستور را به‌طور خلاصه نام ببرید.

۴ ــ اختصاصی بودن یک میکروب خاص برای ایجاد یک عفونت معین توسط کدام دانشمند به اثبات رسید؟

۵ ــ به چه دلیل ژوزف لیستر را پایه‌گذار جراحی نوین می‌نامند؟

۶ ــ چند آنتی‌بیوتیک مهم را نام ببرید.

۱ــ Pasteurellosis ۲ــ Anthrax ۳ــ Fleming ۴ــ Flory & Chain

فصل دوم

باکتریها

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

۱ ــ جایگاه میکروارگانیسمها را در میان موجودات زنده توضیح دهد.

۲ ــ تفاوت بین سلول جانوران و گیاهان را بیان کند.

۳ ــ پروتیستهای پروکاریوتیک و یوکاریوتیک را توضیح دهد.

۴ ــ نحوهٔ دسته‌بندی و نامگذاری باکتریها را توضیح دهد.

۵ ــ معیارهای رده‌بندی باکتریها را بیان کند.

۶ ــ نامگذاری علمی باکتریها را توضیح دهد.

۷ــ عوامل مؤثّر در تعیین شکل و اندازهٔ باکتریها در محیط کشت را توضیح دهد.

۸ــ اشکال مختلف باکتریهای کروی و میله‌ای را رسم کرده، نامگذاری نماید.

۹ــ اکتینومیست را توضیح دهد.

۱۰ــ قسمتهای اصلی تشکیل‌دهندهٔ باکتریها و وظایف آنها را نام ببرد.

۱۱ــ باکتریها را از نظر تعداد و طرز قرار گرفتن تارهای لرزان تقسیم‌بندی نماید.

۱۲ــ تفاوت بین اسپور و باکتری و چگونگی تشکیل اسپور را بیان نماید.

۱۳ــ رشد و تکثیر و انواع آن در باکتریها را تعریف نماید.

۱۴ــ مراحل مختلف رشد باکتریها را روی نمودار نمایش دهد.

۱۵ــ عوامل مختلف مؤثّر بر رشد باکتریها را شناخته، آنها را دسته‌بندی کند.

۱ــ۲ ــ موقعیت باکتریها در طبقه‌بندی موجودات زنده

۱ــ۱ ــ ۲ــ جایگاه میکروارگانیسمها: تا قرن هجدهم میلادی کلیه موجودات زنده را در یکی از سلسله‌های گیاهی یا جانوری قرار می‌دادند و طبقه‌بندی موجودات زنده در دو سلسلهٔ گیاهی و جانوری بر مبنای مشاهدهٔ اختلافات تشریحی و عملی بین موجودات زنده صورت می‌گرفت. با کاوش

جدول ۱ــ۲ــ تفاوت بین سلولهای جانوری و گیاهی آوندی

	گیاهان	جانوران
منبع انرژی	فتوسنتز (نور خورشید)	مواد آلی (انرژی شیمیایی)
کلروفیل	وجود دارد	ــ
مادهٔ ذخیره‌ای	نشاسته	گلیکوژن ــ چربی
حرکت فعال	ندارد	دارد
ساختمان دیوارهٔ سلولی	دارند	ندارد
نحوهٔ رشد	باز (در تمام طول زندگی و کاملاً ثابت نیستند)	بسته (تا دوران بلوغ و پس از آن ثابت است)

محققان تدریجاً معلوم شد که بعضی از موجودات را نمی‌توانیم در سلسله جانوران یا در سلسله گیاهان قرار دهیم. بعضی از این موجودات در پاره‌ای از خصوصیات به گیاهان و در پاره‌ای از خصوصیات به جانوران شباهت داشتند و بعضی دیگر نیز خصوصیاتشان نه به گیاهان و نه به جانوران شباهت داشت.

نواقص موجود و نارضایتی در رده‌بندی باعث گردید که یکی از پیروان مکتب داروین به نام هکل[۱] چاره‌ای برای این مشکل بیندیشد.

۲ــ۱ ــ ۲ــ پیشنهاد هکل: در سال ۱۸۶۶ میلادی، به سیستم موجود یک سلسله سوم اضافه شد تا میکروارگانیسمها را در خود جای دهد. هکل این گروه را «پروتیستها»[۲] نامید. یعنی موجودات ابتدایی یا اولیه[۳] که آغازیان ترجمه شده است. آغازیان شامل باکتریها، جلبکها، قارچها و پروتوزوئرها هستند. و ویروسها شامل این دسته‌بندی نمی‌شوند زیرا با خصوصیات ویژه‌ای که دارند از سایر موجودات ذره‌بینی متمایزند و ساده‌ترین و کوچکترین موجودات زنده محسوب می‌شوند.

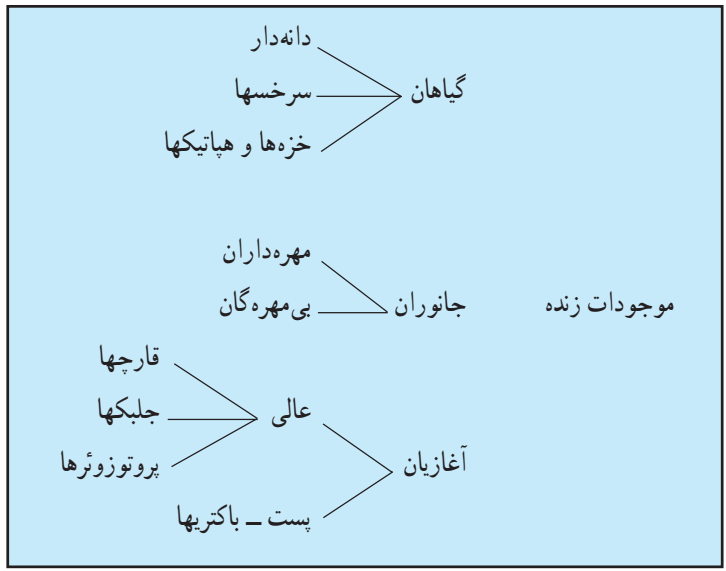
۳ ــ ۱ ــ ۲ــ طبقه‌بندی آغازیان: آغازیان به دو دسته پست و عالی تقسیم می‌شوند.

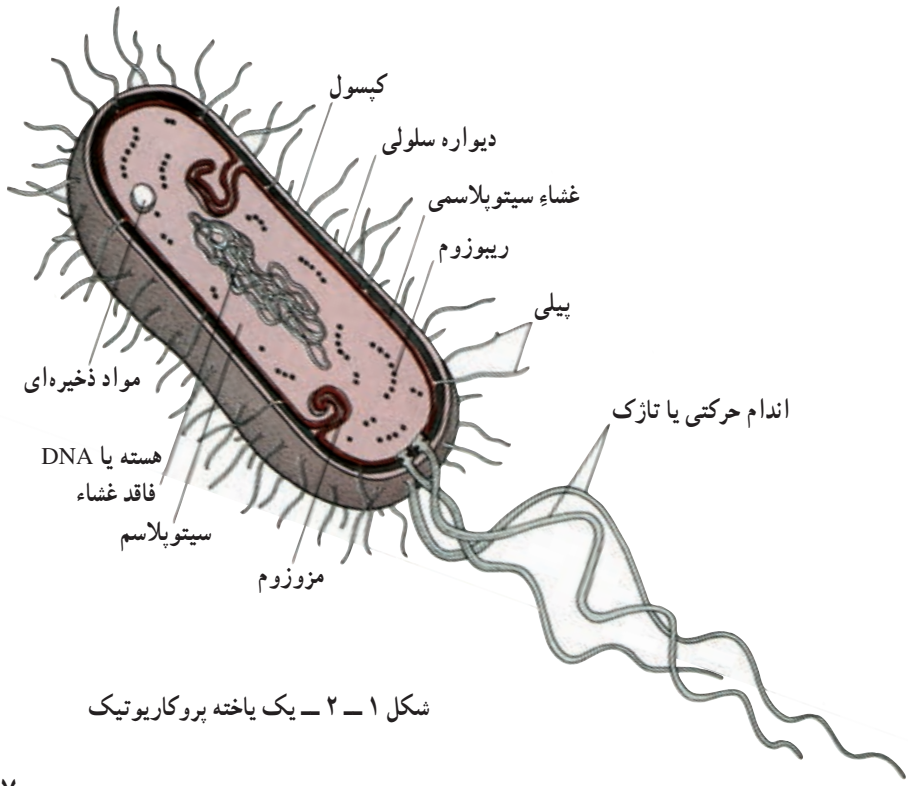
۴ ــ ۱ــ ۲ــ پروتیستهای پروکاریوتیک[۴] و یوکاریوتیک[۵] (اوکاریوتیک): بین ساختار سلولی آغازیان عالی و آغازیان پست تفاوتهای اساسی وجود دارد. این تفاوتها زمانی آشکار گردید که دانشمندان توانستند اجزای کوچک و بسیار ریز درون سلول را مشاهده نمایند و ترکیب شیمیایی اجزای درون سلول را مشخص سازند و درنتیجه پروتیستهای پست را پروکاریوتیک و پروتیستهای عالی را یوکاریوتیک نامگذاری کنند.

آغازیان عالی (یوکاریوتیک) عبارتند از : قارچها، جلبکها و پروتوزوئرها که دارای هستهٔ کامل و مشخص می‌باشند.

۱ــ Haeckel ۲ــ Protists ۳ــ Firstlife ۴ــ Procaryotic ۵ــ Eucaryotic

جدول ۲ ــ۲ــ تقسیم‌بندی موجودات زنده بر مبنای پیشنهاد هکل





شکل ۱ ــ ۲ ــ یک یاخته پروکاریوتیک

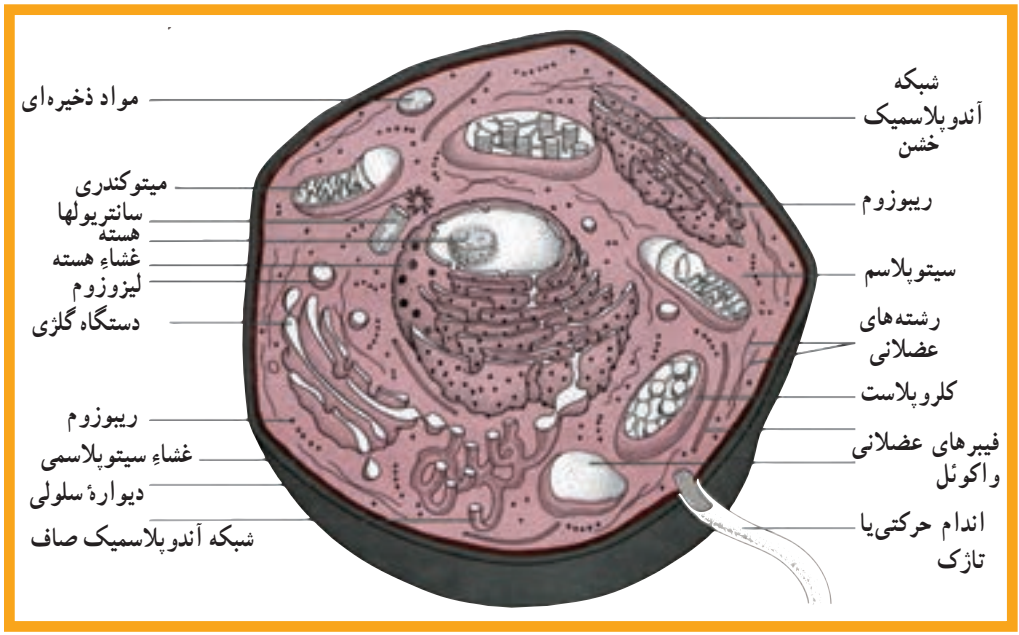
آغازیان پست (پروکاریوتیک) به موجودات تک سلولی که فاقد غشای هسته و میتوکندری است گفته می‌شود.

تفاوت یاخته‌های پروکاریوتیک و اوکاریوتیک از نظر ساختمان و فعالیت مخصوصاً از جنبه‌انتقال خواص ژنتیک، متابولیسم انرژی، ورود و خروج مواد مورد نیاز بسیار زیاد است. (جدول۳ــ۲) با تقسیم‌بندی هکلی پروتیستها شامل پروتوزوآ، قارچها، جلبکها هستند که اوکاریوتی می‌باشند و از نظر خواص یاخته‌ای از گیاهان و حیوانات قابل تمایز نیستند. همه باکتریها پروکاریوت هستند.

مطالعه آزاد

جدول ۳ ــ ۲ ــ اختلاف اساسی بین سلولهای اوکاریوتیک و پروکاریوتیک

نام گروه	اوکاریوتیک	پروکاریوتیک
هسته	از پرده مشخص پوشیده شده است، چندین کروموزوم، یاخته‌های رویشی، دی‌پلوئید یا پلی‌پلوئید	پرده هسته‌ای وجود ندارد. تنها یک کروموزوم (یک گروه اتصال ژنها) وجود دارد.
DNA	تقسیم شدن به وسیله میتوز ــ میوز متصل به پروتئینهای قلیایی است. (هیستونها) که در کروموزوم وجود دارند.	میتوز و میوز وجود ندارد. هیستون موجود نیست ولی احتمالاً به پلی‌آمینها متصل است.
جدار یاخته‌ای	عدم وجود مجموعه موکوپپتیدی. جدار وجود ندارد. (حیوانات) یا از سلولز تشکیل شده است (گیاهان) و یا از کتین (قارچها، مخمرها) تشکیل شده است.	مجموعهٔ موکوپپتیدی که شامل اسیدهای L ــ آمینه و اسید دی‌آمینوپملیک (یا L ــ لیزین) است. به وسیلهٔ لیزوزیم متلاشی می‌شود و سنتز آن را پنی‌سیلین متوقف می‌کند.
واحدهای تنفسی	میتوکندری	میتوکندریها موجود نیست یا ابتدایی است (مزوزومها)
واحدهای فتوسنتزی	کلروپلاست	کلروپلاست موجود نیست. عضوک‌های غشایی و یا وزیکولی (کروموتوفورها) وجود دارد.
حرکات آمیبی شکل اعضای حرکتی	وجود یا عدم آن تاژکها با ساختمان پیچیده که شامل چندین الیاف است.	عدم وجود تاژکها از یک لیف واحد (اوباکتریا) یا لیف محوری (اسپیرکتها) تشکیل شده‌اند.



شکل ۲ ــ ۲ ــ نمایش فرضی یک یاخته یوکاریوتیک

۲ــ۲ــ طبقه‌بندی باکتریها

۱ــ۲ــ۲ ــ دسته‌بندی (تاکسونومی)[1]: طبقه‌بندی و نامگذاری گیاهان و جانوران و میکروارگانیسمها تاکسونومی نامیده می‌شود که از دو کلمه یونانی تاکسیک[2] به معنی ترتیب و نظام و نوموس[3] (ناموس) به معنی قاعده و قانون گرفته شده است. باکتریها را به ترتیب زیر دسته‌بندی می‌کنند.

Kingdom ⟵ سلسله

Division ⟵ شاخه

Class ⟵ رده

Order ⟵ راسته

Family ⟵ فامیل

Genus ⟵ جنس

Species ⟵ گونه

۱ــ Taxonomy ۲ــ Taxis ۳ــ Nomos

۲ــ۲ــ۲ــ نامگذاری علمی باکتریها: نامگذاری علمی باکتریها براساس اسم جنس و اسم گونه و به صورت لاتین نوشته می‌شوند. اسم جنس همیشه با حروف بزرگ مشخص می‌گردد ولی اسم گونه احتیاجی به حروف بزرگ ندارد. نام اول مربوط به جنس باکتری است و اغلب با شکل، نام کاشف و سایر مشخصات که از زبان لاتین اخذ می‌شود مربوط می‌باشد. و نام دوم، نام گونه و عنوان صفتی است که تولید بیماری، رنگ و سایر خواص نام اول را توصیف می‌کند. برای مثال در نام باسیلوس آنتراسیس[۱]، باسیلوس مشخص کنندهٔ باکتریهای میله‌ای گرم مثبت هاگدار و هوازی است و آنتراسیس یعنی زغالی. بدین صورت که این نوع باسیلوس بیماری آنتراکس یا تب زغالی (شاربون) را ایجاد می‌کند.

اسامی جنس را می‌توان به اوّلین حرف یا چند حرف اول آن خلاصه کرد در صورتی‌که اسامی گونه را نمی‌توان به صورت مخفف نوشت ضمناً بسیاری از نامهای اصلی از نام کاشفین گرفته شده است برای مثال اشریشیا[۲] از نام دانشمند آلمانی اشریش، شیگلا[۳] از نام ایمنی شناس ژاپنی شیگلا و سالمونلا[۴] از نام میکروب شناس آمریکایی سالمون ریشه می‌گیرد. علاوه بر این در بسیاری از موارد باکتری را به نام بیماری که ایجاد می‌نماید نامگذاری می‌کنند. بعضی از باکتریها را چون در آزمایشات روتین روزانه با آنها برخورد می‌شود می‌توان با اسامی غیرعلمی نیز نامید مانند: اشریشیاکلی و یا پنوموکوکوس[۵] (ذات‌الریه).

۳ ــ۲ــ۲ــ اصول طبقه‌بندی باکتریها: در سال ۱۹۵۸ میلادی کتابی تحت عنوان قوانین بین‌المللی نامگذاری باکتریها یا ویروسها یا JCNBV تدوین گردید. طبقه‌بندی اساسی باکتریها در کتاب برجی[۶] مشخص گردیده است. این کتاب در سال ۱۹۲۳ میلادی اولین بار منتشر گردید و مهمترین کتاب تاکسونومیکی برای میکروب‌شناسان است اما می‌توان به بعضی از عوامل مؤثر برای متمایز کردن اشاره نمود:

ــ نحوهٔ حرکت، اندازه و شکل ظاهری: باکتریها از لحاظ وجود ساختارهایی نظیر تاژه یا اندام حرکتی، اسپوروپیلی و همچنین از نظر خصوصیات ظاهری مانند شکل و اندازه از یکدیگر متمایز می‌شوند و این ویژگیها در بعضی از موارد در رده‌بندی و شناسایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ــ ترتیب اسیدهای آمینه: ترتیب اسیدهای آمینه در یک پروتئین نشانگر مستقیم ترتیب بازی ژن مربوط می‌باشد. از این‌رو با مقایسه ترتیب اسیدهای آمینه پروتئینهای دو باکتری می‌توان نسبت بین آن‌دو را تعیین نمود. هر قدر تشابه پروتئین بیشتر باشد به همان نسبت خویشاوندی بین دو باکتری بیشتر است.

۱ــ Bacillus anthracis ۲ــ Escherichia ۳ــ Shigella ۴ــ Salmonella
۵ــ Pneum coccus ۶ــ Bergey's manual of Determinative Bacteriology

ـ **آزمایشات بیوشیمیایی:** فعالیت آنزیمی باکتریها غالباً برای متمایز کردن آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در میان باکتریهای روده گونهٔ اشریشیا و آنتروباکتر را می‌توان براساس تخمیر لاکتوز و تولید CO_2 از سالمونلا و شیگلا که فاقد این فعالیت هستند متمایز ساخت.

ـ **آزمایشات سرم‌شناسی:** باکتریها دارای خاصیت آنتی‌ژنی هستند و با تزریق در بدن حیوانات می‌توانند آنتی‌کر تولید کنند. سرم واجد این قبیل آنتی‌کرها را آنتی‌سرم می‌نامند که به‌طور تجارتی برای شناسایی باکتریهای مهم از نظر پزشکی در دسترس قرار دارد. هنگامیکه یک باکتری ناشناخته از بیماری جدا می‌شود می‌توان آن را به کمک آنتی‌سرم شناسایی کرد.

ـ **رنگ‌آمیزی:** این روش گرچه در سال ۱۸۸۴ میلادی، توسط پزشک دانمارکی هانس‌کریستین گرم[۱] شناخته شد ولی هم‌اکنون از اهمیّت خاصی برخوردار است. باکتریهایی که با این روش رنگ‌آمیزی می‌شوند، ممکن است به رنگ بنفش (گرم مثبت) یا رنگ قرمز (گرم منفی) مشاهده شوند. تصور می‌شود که این تمایز رنگی مربوط به اختلاف لایه سطحی یا دیوارهٔ سلولی این دو نوع باکتری می‌باشد. از این‌رو، باکتریها به دو دستهٔ گرم‌منفی و گرم‌مثبت تقسیم می‌شوند.

۳ـ۲ـ شکل و اندازه باکتریها

۱ـ۳ـ۲ـ شکل ظاهری و طرز قرار گرفتن باکتریها: باکتریها موجودات تک سلولی هستند که به اشکال مختلف مانند : گرد، میله‌ای و مارپیچی مشاهده می‌شوند. شکل باکتریها بسته به شرایط محیط کشت و سن آنها متفاوت است بنابراین برای مطالعه آنها، شکل باکتریهای جوان را در محیط مناسب و درجه حرارت مطلوب در نظر می‌گیرند.

شکل باکتریها از دو نظر مورد توجه است : ۱ـ انفرادی ۲ـ تجمعی[۲] مشخصات کلونی مانند : اندازه، شکل، بافت، قوام، غلظت و رنگ است که در دسته‌بندی باکتریها دارای ارزش افتراقی می‌باشد.

با توجه به تنوع گونه‌ای باکتریها در چهار دسته و شکل فرعی مورد شناسایی قرار گرفته است :

الف ـ کوکسیها (باکتریهای کروی) : طول و عرض این باکتریها تقریباً مساوی است. بسیاری از آنها شبیه به یک کرهٔ واقعی هستند البته کوکسیها ممکن است شبیه به دانه‌های لوبیا، کلیه یا مشعل باشند.

باکتریهای کروی را بر حسب آرایش بعد از تقسیم، طبقه‌بندی می‌نمایند.

۱ـ *میکروکوکسیها*[۳]: باکتریهای گردی هستند که به صورت منفرد و نامرتب کنار هم قرار می‌گیرند.

۱ـ Hans christian Gram ۲ـ Colony ۳ـ Micrococcus

۲ــ *دیپلوکوکوسها*[1]: هرگاه تقسیم سلولی فقط در یک سطح انجام شود و کوکسیها به صورت دوتا دوتا کنار هم قرار گیرند دیپلوکوکوس خوانده می‌شوند. مثلاً عامل بیماری ذات‌الریه نوعی دیپلوکوکوس می‌باشد.

۳ــ *استرپتوکوکوسها*[2]: باکتریهایی کروی هستند که به‌صورت دانه‌های تسبیح و زنجیروار کنار هم قرار می‌گیرند.

۴ــ *تترادها (تتراکوکوسها)*[3]: این باکتریهای کروی به صورت گروههای چهارتایی تجمع می‌یابند.

۵ــ *سارسینا*[4]: کوکسیهایی هستند که به‌صورت دسته‌هایی هشت‌تایی یا بیشتر کنار یکدیگر تجمع می‌کنند.

۶ــ *استافیلوکوکوسها*[5]: در باکتریهای کروی هرگاه تقسیم سلولی در دو یا چند سطح انجام گیرد نحوهٔ اجتماعشان به صورت گروههای نامنظم شبیه به خوشهٔ انگور دیده می‌شود.

ب ــ باسیلها[6] (باکتریهای میله‌ای): طول این باکتریها بیشتر از عرض آن است. تفاوت بین طول و عرض این باکتریها متنوع است. مثلاً برخی از باسیلها طول و عرض یکسانی دارند (کوکوباسیل) و برخی دیگر کاملاً کشیده و رشته‌ای هستند. وضعیت انتهای باسیلها برای تشخیص آنها مهم است. انتهای این باکتریها ممکن است مقطّع و چهارگوش، مدوّر یا کشیده باشد.

باسیلها برحسب طرز قرار گرفتن در کنار یکدیگر به‌صورتهای زیر دیده می‌شوند.

۱ــ *باسیلهای منفرد*: این باسیلها نامرتب و نامنظم‌اند و به‌صورت درهم کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. اغلب باسیلها به این حالت دیده می‌شوند.

۲ــ *دیپلوباسیلها*: این باسیلها به‌صورت جفت جفت کنار هم قرار می‌گیرند.

۳ــ *استرپتوباسیل*: هرگاه باسیلها به‌صورت زنجیره‌ای دنبال هم قرار گیرند به آنها استرپتوباسیل می‌گویند.

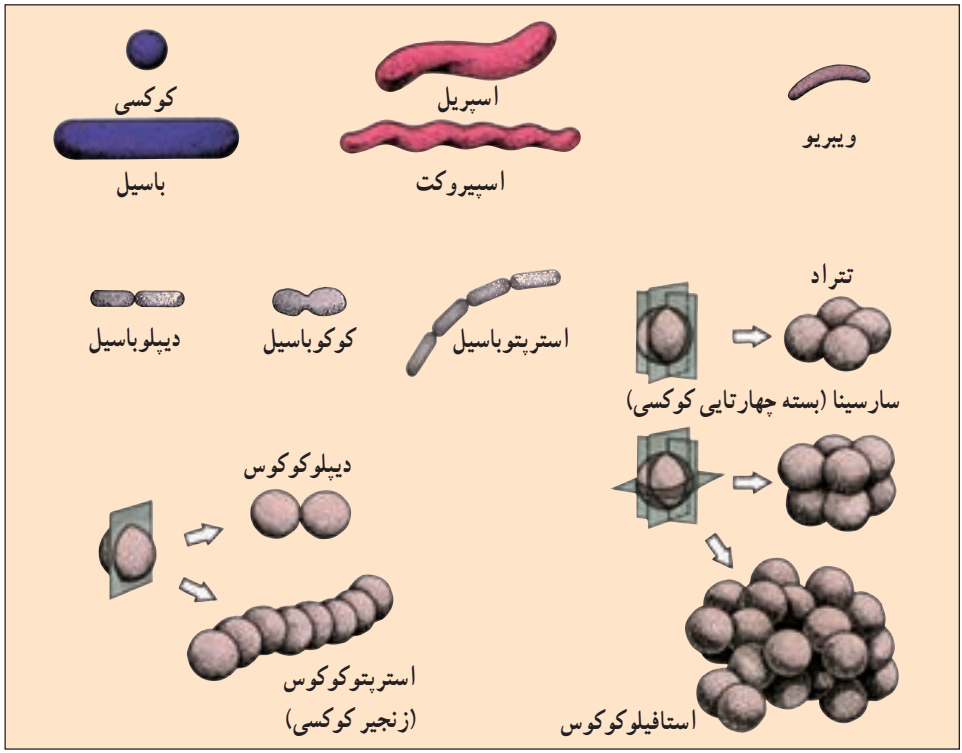
ج ــ ویبریو[7]: این باکتریها خمیده هستند و شبیه به موز می‌باشند.

د ــ اسپیریلها[8]: باکتریهای این گروه ساختمان مارپیچی دارند.

۲ــ۳ــ ۲ــ اندازهٔ باکتریها: اندازهٔ باکتریها را برحسب میکرومتر[9] یا میکرون (μ_m) می‌سنجند که برابر با 10^{-6} متر و یا $\frac{1}{1000}$ میلیمتر است. اندازهٔ باکتریهای کوچک که کمتر از میکرون می‌باشند

۱ــ Diplococcus
۲ــ Streptococcus
۳ــ Tetracoccus
۴ــ Sarcina
۵ــ Staphylococcus
۶ــ Bacillus
۷ــ Vibrio
۸ــ Spirill

۹ــ ۱ میکرومتر برابر با ۱۰۰۰ نانومتر می‌باشد.



شکل ۳ــ ۲ــ شکل و ترتیب قرار گرفتن باکتریها

برحسب نانومتر[1] (nm) و یا آنگستروم[2] (A) سنجیده می‌شود. باکتریها معمولاً حدود ۰/۵ تا ۱ میکرومتر قطر و حدود ۱/۵ تا ۲/۵ میکرومتر طول دارند. باکتریهای کروی قطری حدود ۰/۷۵ تا ۲ میکرون دارند و باکتریهای میله‌ای شکل بر مبنای کوچک یا بزرگ بودن به‌طور متوسط عرضی معادل ۰/۲ تا ۱ میکرومتر و طولی معادل ۰/۷ تا ۳ میکرون دارند.

۳ــ۳ــ۲ــ روش اندازه‌گیری باکتریها: باکتریها بسیار کوچکند ولی می‌توان ابعاد آنها را به‌طور دقیق اندازه‌گیری نمود. دستگاه اندازه‌گیری باکتریها میکرومتر نامیده می‌شود. این دستگاه شامل صفحهٔ شیشه‌ای و گرد است که بر روی آن خطوطی مدرج حک شده است. فاصله خطوط پس از تنظیم میکرومتر در هر میکروسکوپ مشخص می‌شود. (مثلاً یک میکرون) برای اندازه‌گیری ابعاد باکتریها، تیغک شیشه‌ای حاوی آنها را طوری قرار می‌دهند که باکتریها در مجاورت میکرومتر چشمی قرار گیرند. بدین ترتیب اندازهٔ آنها از روی درجات مختلف میکرومتر تعیین می‌شود.

۱ــ $1\mu = \frac{1}{1000}\,mm$

۲ــ یک آنگستروم $\frac{1}{100}$ نانومتر می‌باشد.

۴ــ۲ــساختمان باکتریها و ترکیب شیمیایی سلول باکتری

۱ــ۴ــ۲ــ ساختمان تشریحی باکتریها

باکتریها مانند سایر سلولهای زنده از سه قسمت اصلی پوشش سلولی، سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است که برای ادامه حیات آنها ضروری است. در بعضی از باکتریها علاوه بر قسمتهای اصلی، ممکن است ضمایم دیگری از قبیل تارلرزان، کپسول، اسپر، فیمبریه یا پیلی نیز وجود داشته باشد.

شکل ۴ــ ۲ــ ساختمان تشریحی باکتریها

۱ــ پوشش سلولی: پوشش باکتریها از قسمتهای زیر ساخته شده است :

پوستهٔ خارجی که آن را دیواره سلولی[۱] می‌نامند، غشا یا پرده سیتوپلاسمی.

در برخی از باکتریها علاوه بر دو بخش فوق لایه لعابی نیز وجود دارد. این ماده هنگامی‌که باکتری در محیط کشت مایع رشد می‌کند به‌صورت لعاب درآمده، در اطراف باکتری پخش می‌شود. حدود و یا ضخامت لایه لعابی در باکتریها متفاوت است که به آن کپسول[۲] می‌گویند.

ــ ***دیوارهٔ سلولی:*** در میان موجودات زنده، سلول حیوانی فاقد دیواره سلولی می‌باشد در حالی‌که سلول گیاهی دارای دیواره‌ای از جنس سلولز (پلیمرگلوکز) می‌باشد، دیوارهٔ سلولی بعضی از پروتیستهای عالی مانند قارچها از جنس کیتین[۳] (پلیمرگلوکز آمین) می‌باشد. در باکتریها دیوارهٔ سلولی پروتوپلاست را احاطه می‌کند و بلافاصله در قسمت خارجی پرده سیتوپلاسمی قرار دارد. و غشای سیتوپلاسمی را در مقابل فشار اسمزی زیاد داخلی حمایت می‌کند. دیوارهٔ سلولی پوسته محکم و مقاومی است به ضخامت ۱۰ تا ۲۵ میلی‌میکرون که برحسب گونه میکروارگانیسم متفاوت می‌باشد و

۱ــ Cell wall ۲ــ Capsul ۳ــ Chitin

تقریباً ۲۰ درصد کل حجم سلول باکتری را تشکیل می‌دهد. این دیواره، قابلیت انعطاف دارد و دارای خلل و فرج زیادی است. وظایف دیوارهٔ سلولی باکتریها شامل موارد زیر می‌باشد :

۱ــ شکل‌دهی باکتری

۲ــ ویژگی آنتی‌ژنی

۳ــ دخالت در عمل تقسیم سلولی

۴ــ حفاظت باکتری مقابل عوامل خارجی

۵ــ قابلیت رنگ‌آمیزی

۶ــ واکنش در برابر داروهای ضد باکتری، باکتریوفاژها و آنتی‌کورها.

ولی در تمام باکتریها یک ساختمان اصلی وجود دارد که از موکوپپتید تشکیل شده است. علاوه بر موکوپپتید[۱] دیوارهٔ سلولی باکتریها دارای ترکیبات دیگری به‌نام ساختمان مخصوص نیز می‌باشند. وجود موکوپپتید باعث استحکام و سختی دیواره سلولی می‌شود.

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم مثبت: در این باکتریها دیوارهٔ سلولی از دو بخش موکوپپتیدها (پپتید و گلیکان) و اسیدتیکوئیک[۲] تشکیل شده است.

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی: در بیرون قسمت موکوپپتیدها (پپتید و گلیکان) سه بخش زیر وجود دارد :

۱ــ لایه لیپوپروتئین

۲ــ فسفولیپید (غشای خارجی)

۳ــ لیپوپلی ساکارید (LPS)

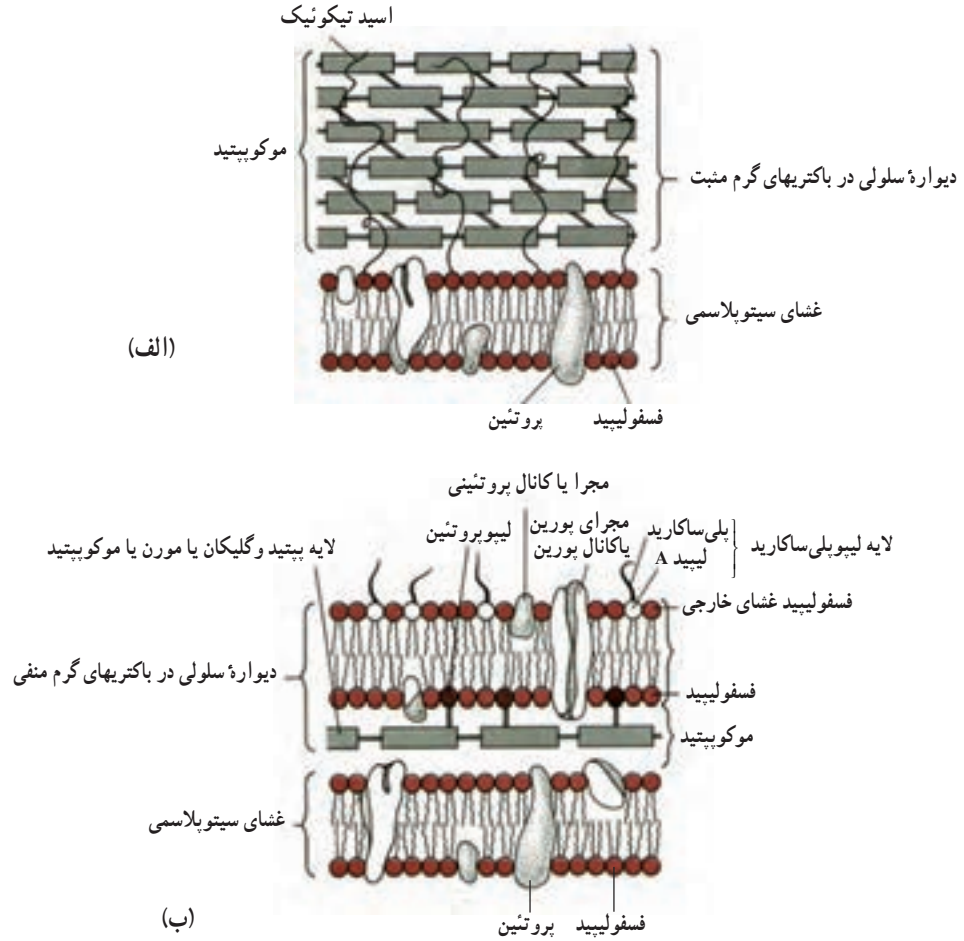
تغییر رنگ دیوارهٔ باکتریها (گرم مثبت و گرم منفی)

چون قسمت سر دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی از جنس لیپوپروتئین یا لایه مخصوص می‌باشد تحت اثر الکل و اَستن که حلّال چربی می‌باشند قابلیت نفوذپذیری بیشتری پیدا می‌کنند و این مواد داخل باکتری شده، مواد رنگی را در خود حل کرده از باکتری خارج می‌شوند در حالی که در باکتریهای گرم مثبت قسمت اعظم دیواره از موکوپپتید است که از نفوذ حلّال چربی (الکل و اَستن)

۱ــ Mucopeptide

۲ــ Teichoic Acid

به‌داخل باکتری جلوگیری می‌کنند و مواد رنگی نمی‌توانند در آن حل شده، از باکتری خارج شوند.



شکل ۵ــ۲ــ مقایسه ساختمان و ترکیبات شیمیایی دیوارهٔ سلولی باکتری
(الف) باکتریهای گرم مثبت (ب) باکتریهای گرم منفی

ــ ***غشا یا پردهٔ سیتوپلاسمی***[1]: این پرده بلافاصله در داخل دیوارهٔ سلولی و چسبیده به آن و در اطراف سیتوپلاسم قرار دارد و فوق‌العاده نازک است و خاصیّت ارتجاعی دارد و به‌طور عمده از فسفولیپید و پروتئین ساخته شده است. فضای بین پردهٔ سیتوپلاسمی و دیوارهٔ سلولی را «فضای پری‌پلاسمیک» می‌نامند. در حال عادی دیوارهٔ سلولی و پردهٔ سیتوپلاسمی در اثر فشار داخلی به‌هم

۱ــ Cytoplasmic Membrane

چسبیده‌اند ولی اگر باکتریها را در محلول هیپرتونیک[1] قرار دهند آب خود را از دست می‌دهند و در نتیجه سیتوپلاسم و پردهٔ اطراف آن از دیوارهٔ سلولی جدا و در گوشه‌ای متراکم می‌شوند و دیوارهٔ سلولی به‌خوبی نمایان می‌گردد، این حالت را «پلاسمولیز[2]» گویند.

ــ ساختمان پردهٔ سیتوپلاسمی: مواد شیمیایی تشکیل‌دهندهٔ پرده سیتوپلاسمی در حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد پروتئین و ۲۰ تا ۳۰ درصد لیپید است در غشای سیتوپلاسمی باکتریها استرول وجود ندارد.

در بسیاری از باکتریها خصوصاً باکتریهای گرم مثبت رشته‌های کیسه مانندی از پرده سیتوپلاسمی به داخل سیتوپلاسم پیش می‌رود که مزوزوم نام دارند.

ــ اعمال غشای سیتوپلاسمی عبارتند از:

۱ــ قابلیت نفوذ انتخابی و انتقال مواد به داخل سلول به صورت : غیرفعال و فعال

۲ــ جایگاه واکنشهای تنفسی

۳ــ دفع آنزیمهای خارجی و سموم خارجی

۴ــ جایگاه واکنشهای بیوسنتز

۵ــ دخالت در رنگ‌آمیزی گرم

۲ــ سیتوپلاسم: سیتوپلاسم در حقیقت قسمت اصلی پروتوپلاسم و مرکز فعل و انفعالات حیاتی باکتریهاست و دایماً در حال تغییر می‌باشد. سیتوپلاسم باکتریها از یک سیستم کلوئیدی تشکیل‌شده است که در آن آب، مواد غیرآلی و آلی از قبیل اسید ریبونوکلئیک در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن سیتوپلاسم، فسفولیپید، لیپید، گلوسید، پروتئین، ریبونوکلئات منیزیم و یونهای معدنی وجود دارد که «ماتریکس» نامیده می‌شود.

۳ــ هسته: از نظر وجود هسته باکتریها به سه دسته تقسیم می‌شوند : ۱ــ بدون هسته ۲ــ یک هسته مشخص و مجزا دارند ۳ــ دارای هستهٔ پراکنده هستند.

در سالهای اخیر به‌وسیلهٔ میکروسکوپ الکترونی ساختمان هسته در باکتریها به‌طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته است و به این نتیجه رسیده‌اند که باکتریها فاقد غشای هسته بوده، هستک هم ندارند و فقط در جایگاه هسته یک مولکول اسید دزوکسی ریبونوکلئیک (DNA) وجود دارد که آن را کروموزوم می‌نامند. DNA باکتریها از یک مولکول دو رشته‌ای مارپیچی تشکیل شده است. این مولکول دایره‌ای شکل است ولی روی خود پیچ خورده و به‌صورت یک کلاف در آمده است.

۱ــ محلولی که غلظت مواد درون آن بیشتر از داخل سلول است.

۲ــ Plasmolysis

DNA همیشه در تمام سلولها تحت تمام شرایط کشت موجود است و وظیفهٔ مهم آن شرکت در تقسیم باکتریها، سنتز آنزیمها، انتقال صفات ارثی و اخیراً شرکت در طبقه‌بندی باکتریهاست.

۲ــ۴ــ ۲ــ ضمایم سلول باکتری

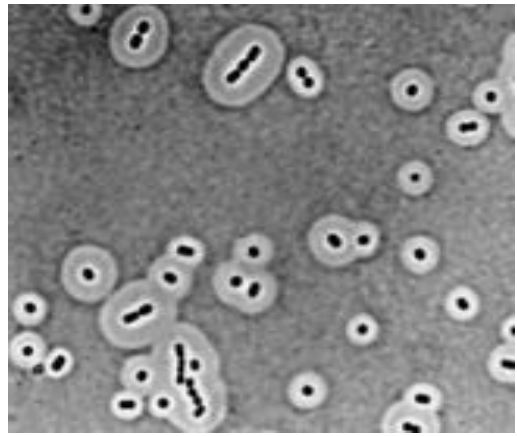
الف ــ کپسول : اطراف بعضی از باکتریها با لایه ژل مانندی از جنس پلی‌ساکارید محصور شده است که آن‌را کپسول می‌نامند. کپسول در اطراف بعضی از گونه‌های باکتری قرار دارد و به طریق منفی رنگ‌پذیر است یعنی زمینه و سلول باکتری رنگ می‌گیرد و کپسول به‌صورت هالهٔ بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود. هنگامی که این ماده متراکم نبوده، به‌صورت الیاف درهم و شلی از فیبریلهای خارج سلولی تشکیل شده باشد و قطر آن از ۰/۲ میکرومتر کمتر باشد و در زیر میکروسکوپ نوری دیده نشود و فقط با میکروسکوپ الکترونی قابل بررسی باشد آن‌را میکروکپسول می‌نامند. وظیفه میکروکپسول اتصال و چسبیدن باکتریها به سطح سلولهای میزبان است.

در بعضی از باکتریها مانند پنوموکک، باسیل مولد سیاه‌زخم و غیره ضخامت کپسول بیش از ۰/۲ میکرومتر است و با میکروسکوپ معمولی قابل رؤیت می‌باشد و به‌نام ماکروکپسول نامیده می‌شود.

در مراحل رشد در محیط مصنوعی، قطر کپسول ممکن است تحلیل رود. این امر، بستگی به کمبود کربن و انرژی دارد و یا حتی ممکن است در اثر تجمّع آنزیمهای از بین برنده کپسول در محیط کشت بکلّی ناپدید گردد. جنس کپسول در باکتریهای مختلف متفاوت است مثلاً ممکن است از جنس پلی‌ساکارید و یا پلی‌پپتید و یا از جنس دکستران باشد.

کپسول برای حیات باکتریها ضروری نیست زیرا بدون آن هم می‌توانند زندگی کنند. وجود کپسول مقاومت باکتریها را در برابر بیگانه خواری و عوامل ضدمیکروبی مانند باکتریوفاژها، لیزوزیم و آنزیمهای لیزکننده دیگر افزایش می‌دهد. قدرت بیماری‌زایی باکتریها موقعی که کپسول داشته باشند به مراتب زیادتر از زمانی است که کپسول خود را از دست داده باشند زیرا با وجودی که باکتریهای کپسول‌دار به‌وسیلهٔ فاگوسیتها بلعیده می‌شوند، در داخل این سلول هضم نمی‌گردند چون لایه کپسولی سبب می‌شود که آنزیمهای لیزکننده با میکروب تماس پیدا نکنند.

اهمیت کپسول در صنایع غذایی : باکتریهای کپسول‌دار در محیط رشد خود حالت لزج و چسبنده‌ای ایجاد می‌کنند که امروزه سبب بروز مشکلاتی در صنایع مختلف بخصوص صنایع غذایی می‌شود. مانند مسدود شدن صافیها و یا مسیر لوله و کانالهای عبور مواد و چسبیدن و لزج شدن مواد مختلف.



شکل ۶ ــ ۲ــ کپسول در باکتریها که به صورت هاله بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود.

ب ــ اعضای حرکتی باکتری

ــ تارهای لرزان[۱] یا تاژک : بعضی از باکتریها، دارای زواید رشته مانندی به نام تاژک یا فلاژل هستند که می‌توان آنها را مستقیماً با میکروسکوپ الکترونی یا پس از رنگ‌آمیزی مخصوص زیر میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار داد. باکتریها ممکن است دارای یک، دو یا چند تار لرزان باشند.

ــ فیمبریه یا پیلی[۲] : در سطح بسیاری از باکتریهای گرم منفی و برخی از باکتریهای گرم مثبت کرکهای ظریفی به قطر ۵ تا ۱۰ نانومتر و طول تقریباً ۱ تا ۱۰ میکرومتر وجود دارد که بدون ترتیب خاصی سطح باکتری را پوشانیده‌اند. انتهای فیمبریه در پردهٔ سیتوپلاسمی به ساختمان تکمه‌ای شکل ختم می‌شود.

وظایف پیلی :

۱ــ چسبندگی باکتری به سطوح ۲ــ حرکت باکتری به‌طرف منابع سرشار از مواد غذایی ۳ــ بیماریزایی.

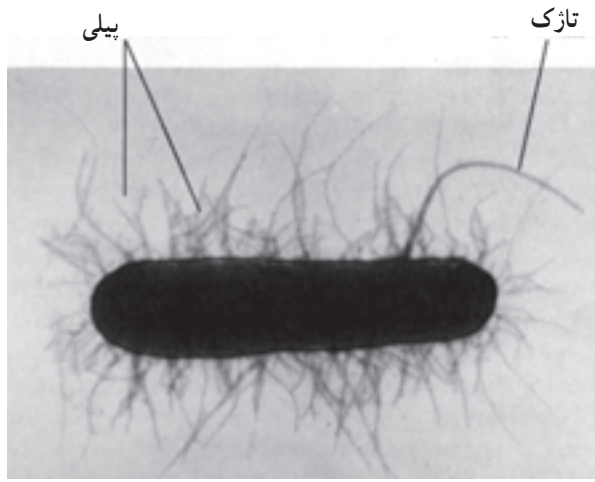
از نظر طرز عمل در انواع مختلف باکتریها دو دسته پیلی مشاهده می‌شود :

۱ــ پیلی معمولی : عامل چسبندگی بوده، خود بر چند نوع است.

۲ــ پیلی جنسی[۳] : در یک باکتری ممکن است یک یا هر دو دسته پیلی وجود داشته باشد.

ــ اسپور[۴] : بعضی از باکتریها دارای قدرت ایجاد اسپور هستند. اسپور شکل مقاوم باکتری است که در جنس باسیلوس و کلستریدیوم دیده می‌شود. اسپورها در شرایط نامساعد که باکتریها قادر به تحمل آن نیستند، مانند دما، سرما، خشکی، مواد شیمیایی، تشعشعات و غیره تشکیل می‌شوند و در مقابل عوامل نامساعد بصورت خفته به حیات خود ادامه می‌دهند. هر باکتری فقط یک اسپور می‌سازد و از هر اسپور یک باکتری بوجود می‌آید. بنابراین در اینجا هیچ‌گونه عمل تکثیر انجام نمی‌گیرد.

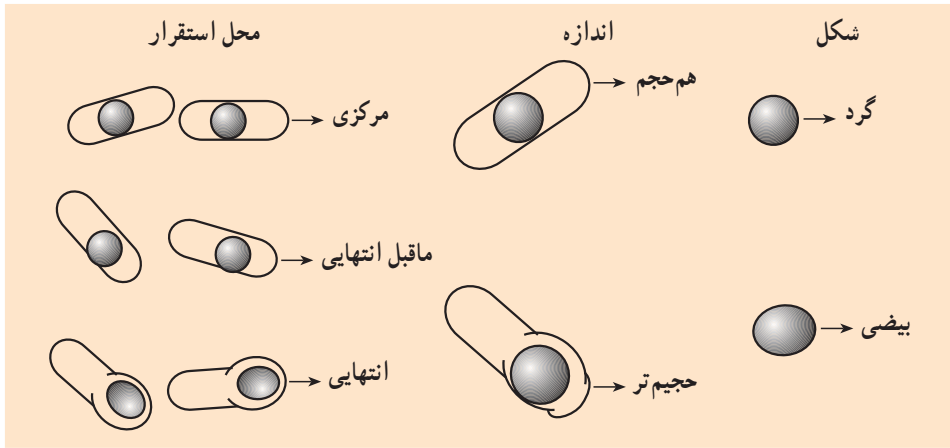
۱ــ Flagella ۲ــ Fimbriae or pili ۳ــ Sex pili ۴ــ Spore



شکل ۷ــ ۲ــ پیلی در باکتریها

در هر باکتری اسپوردار اندازه، شکل و محل استقرار اسپور در آن ثابت می‌باشد و این امر به تشخیص گونه‌های باکتریها کمک می‌کند. در بعضی از باکتریها اسپور در مرکز و در برخی دیگر در انتها و در دسته‌ای دیگر نیز نزدیک به انتها قرار دارند.

شکل اسپور ممکن است گرد[1] یا بیضی[2] باشد و اندازهٔ آن بین ۰/۲ تا ۲ میکرومتر است و بعضی اوقات قطر آن از قطر باکتری زیادتر است و باعث برجستگی در باکتری می‌گردد. گاهی نیز قطر اسپور مساوی و یا کوچکتر از باکتری می‌باشد. اسپورها در اثر نوعی شوک بخصوص دمایی به شکل فعال تبدیل شده و به رشد و نمو و تکثیر خود ادامه می‌دهند.



شکل ۸ــ ۲ــ انواع اسپور در باکتریها برحسب محل استقرار، اندازه و شکل

۱ــ Spherical ۲ــ Oual

۵ــ۲ــ تولید مثل باکتریها

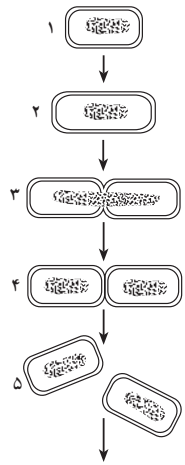
زمانی که باکتریها در شرایط مساعد قرارگیرند به سرعت شروع به تقسیم می‌نمایند و بر تعداد آنها افزوده می‌شود. منظور از رشد در باکتریها اضافه شدن تعداد آنها در محیط کشت (محیط کشت مصنوعی یا بدن موجودات زندهٔ دیگر) می‌باشد.

۱ــ۵ــ۲ــ تقسیم و تکثیر باکتریها: باکتریها برحسب گونه و نوع خود به دو طریق جنسی و غیرجنسی تکثیر می‌یابند. معمولاً مهمترین روش تکثیر باکتریها تکثیر غیرجنسی به صورت تقسیم دوتایی[1] می‌باشد.

ــ تکثیر غیرجنسی

الف ــ تقسیم دوتایی: در این نوع تقسیم یک باکتری پس از زمان معین که برای تمام باکتریها یکسان نیست و بستگی به شرایط محیط و مواد غذایی دارد تقسیم شده، به دو باکتری تبدیل می‌گردد. در این روش هنگامی‌که باکتری در محیط مناسبی قرار گیرد مواد مورد نیاز خود را جذب کرده، به‌وسیلهٔ آنزیمهای خود آنها را تغییر می‌دهد و به پرتوپلاسم زنده تبدیل می‌کند. در نتیجه این عمل بر حجم باکتری افزوده شده، کم‌کم طول باکتری زیاد می‌شود و همزمان با آن مواد هسته‌ای نیز دو برابر می‌گردد. وقتی که رشد سلول به حد معینی رسید، ابتدا در قسمت وسط فرورفتگی ایجاد شده، رفته رفته دیوارهٔ عرضی در قسمت میانی شکل گرفته، یک باکتری به دو باکتری تبدیل می‌شود.

ب ــ روشهای دیگر تولید مثل غیرجنسی و تکثیر باکتریها عبارتند از: قطعه قطعه شدن، جوانه زدن



۱) باکتری در حال رشد
۲) پایان مرحلهٔ رشد باکتری
۳) تقسیم پروتوپلاسم و پیدایش فرورفتگی در دیواره
۴) تشکیل دیوارهٔ عرضی
۵) جدا شدن دو باکتری جدید از یکدیگر

شکل ۹ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی باکتریها به روش تقسیم دوتایی

۱ــ Binary fission

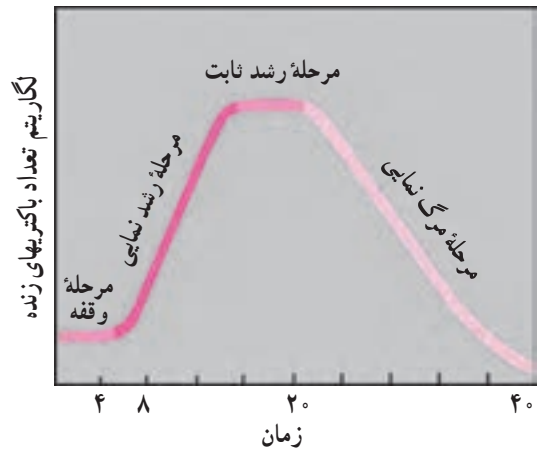
شکل ۱۰ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی به روش جوانه زدن

شکل ۱۱ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی به روش قطعه قطعه شدن

ــ **تکثیر جنسی:** به‌صورت هم یوغی یا آمیختگی[1] انجام می‌گیرد که در آن ژنها پس از تماس دو باکتری انتقال پیدا می‌کند.

۲ــ۵ــ۲ــ منحنی رشد باکتری: چنانچه باکتری در شرایط کشت مناسبی قرار گیرد، پس از زمان معینی به دو و سپس به چهار و بعد به هشت و همینطور شانزده و ... باکتری تقسیم می‌شود. مدّت زمانی‌که لازم است تا یک باکتری به دو باکتری تقسیم شود زمان تقسیم[2] نامیده می‌شود. زمان تقسیم در باکتریهای مختلف متفاوت است و نیز برای یک نوع باکتری در محیط و شرایط مختلف نیز متفاوت خواهد بود. اگر غذایی کافی در اختیار یک باکتری قرار گیرد، در مدت یک هفته، حجم حدود حجم کره زمین تولید خواهد کرد. این نوع افزایش سلولی افزایش به صورت تصاعد هندسی نامیده می‌شود. اما در عمل به علت کمبود مواد غذایی و بالا رفتن مواد زاید، پس از مدت معینی رشد باکتریها رو به کاهش خواهد گذاشت.

ــ منحنی رشد و نمو باکتریها، در این منحنی چهار قسمت مشخص را می‌توان درنظر گرفت.



شکل ۱۲ــ۲ــ منحنی عمومی رشد باکتریها در یک محیط کشت آزمایشگاهی (بسته)

ــ **مراحل مختلف منحنی رشد**

۱ــ *مرحله وقفه*[3]: در این مرحله باکتریها که تازه در محیط کشت وارد شده‌اند خود را با محیط

۱ــ Conjugation ۲ــ Generation Time ۳ــ Lag, phase

آشنا می‌کنند و تا مدتی به حالت نهفته یا کمون به سر می‌برند و سرعت رشد آنها صفر می‌باشد. طول این مدت معمولاً ۲ تا ۳ ساعت است.

۲ــ *مرحله رشد لگاریتمی یا رشد نمایی*[۱]: در این مرحله تقسیم باکتریها به‌طور منظم و با حداکثر سرعت انجام می‌شود که معمولاً ۵ تا ۸ ساعت طول می‌کشد و به مرحله رکود نزدیک می‌شوند.

۳ــ *مرحله رشد ثابت*[۲]: ورود به این مرحله ناشی از عواملی نظیر کمبود مواد غذایی، کمبود فضا، افزایش مواد سمی که محیط را برای ادامه رشد باکتری نامساعد می‌کند. طول این مرحله براساس نوع باکتری متفاوت است و معمولاً حدود ۲۰ ساعت طول می‌کشد.

۴ــ *مرحله مرگ نمایی*[۳]: آخرین مرحله در منحنی رشد و نمو باکتریها، مرحله مرگ است و ممکن است چند ساعت تا چند روز به طول بینجامد. در این مرحله رشد باکتری متوقف و تمام مواد غذایی مصرف شده است. و در اثر تجمع مواد سمی به صورت لگاریتمی متلاشی شده و از بین می‌روند.

۳ــ۵ــ۲ــ اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و محیطی در رشد و نمو و متابولیسم باکتریها

ــ غذا یا محیط کشت: از نظر میکروب‌شناسی غذا چیزی است که باکتری می‌تواند آن را جذب نماید و از آن انرژی و مواد لازم را برای فعالیتهای حیاتی خود تأمین کند. محیط کشت میکروبها باید محتوی مقدار کافی از مواد اختصاصی مورد نیاز باشد که آنها را مواد غذایی ضروری می‌نامند. در واقع ترکیب شیمیایی سلول که تا حدود زیادی در موجودات زنده ثابت است نیاز اصلی رشد را مشخص می‌کند که عبارتند از : کربن، اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن، فسفر. این پنج عنصر تقریباً ۹۵٪ از وزن خشک سلول را تشکیل می‌دهند و ۵٪ بقیه شامل عناصری مانند پتاسیم، گوگرد، سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، آهن، منگنز، کبالت، مس، مولیبدن و روی می‌باشد.

ــ درجهٔ حرارت: باکتریها از نظر دامنهٔ دمای مناسب رشد به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ باکتریهای ترموفیل*[۴] *(گرمادوست): باکتریهایی هستند که مناسب‌ترین درجه حرارت برای رشد آنها ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. این باکتریها در طبیعت در چشمه‌های آب گرم و خاک، دمای بین ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد را براحتی تحمل می‌نمایند و در حرارت ۵۵ درجه سانتیگراد قادر به رشد هستند. باکتریهای ترموفیل اجباری در حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد قادر به رشد نیستند ولی باکتریهای ترموفیل اختیاری قادرند هر دو درجه حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد و ۵۵ درجه سانتیگراد را به خوبی تحمل کنند. اکثر باکتریهای ترموفیل مولد فساد در مواد غذایی کنسروی متعلق به این گروه از باکتریها هستند.

۱ــ Logarithmic phase ۲ــ Stationary phase ۳ــ Death phase ۴ــ Thermophiles

ب ــ *باکتریهای مزوفیل*[1]: باکتریهایی که معمولاً در بدن انسان و حیوانات زندگی می‌نمایند و بیشتر مورد مطالعه قرار می‌گیرند جزء این دسته می‌باشند. باکتریهای مزوفیل در درجات حرارت ملایم بهتر رشد می‌کنند و معمولاً از این نظر به دو دسته تقسیم می‌شوند.

ــ دستهٔ اول : آنهایی که درجه حرارت مناسب برای رشد آنها ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد است. باکتریهای این گروه شامل اکثر ساپروفیتها و باکتریهای انگل گیاهان است.

ــ دسته دوم : باکتریهایی که درجه حرارت مناسب برای رشد آنها ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و معمولاً برای حیوانات انگل بوده، یا به‌طور هم‌سفره[2] زندگی می‌کنند.

ج ــ *باکتریهای سایکروفیل*[3]، *(سرمادوست)*: دامنه حرارتی رشدشان بین ۰ تا ۲۰ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد. از نظر برخی صاحب نظران متوسط درجه حرارت این باکتریها حدود ۱۵ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد. این باکتریها یکی از عوامل فساد مواد غذایی در یخچال هستند. به‌طورکلّی آنچه مشخص کننده یک باکتری سایکروفیل است قدرت رشد و تکثیر آن در صفر درجه سانتیگراد می‌باشد.

با توجه به اینکه باکتریها دارای دمای بهینه رشد متفاوتی هستند، از این پدیده می‌توان به کمک روشهای حرارتی مختلف، مواد غذایی را سالم‌سازی و نگهداری نمود.

ــ **pH** : مقاومت یک باکتری نسبت به حرارت در pH مناسب (اغلب نزدیک به خنثی) به حداکثر می‌رسد در pH زیاد اسیدی یا قلیایی مرگ سریعتر اتفاق می‌افتد.

هر باکتری در pH معین فعالیت کرده، سموم و آنزیمها و رنگ دانه‌های گوناگون تولید می‌نماید. اکثر باکتریهای بیماریزا در pH حدود خنثی رشد می‌کنند و تعدادی از آنها ممکن است pH اسیدی یا قلیایی را ترجیح دهند. برای مثال کپکها و مخمرها در pH اسیدی رشد و تکثیر بهتری خواهند داشت از این‌رو میوه‌هایی که pH پایین‌تری دارند بیشتر در معرض فساد ناشی از کپکها و مخمّرها هستند. در مواد غذایی، pH می‌تواند نشان دهندهٔ درجه سلامت، نوع آلودگی و نوع باکتری موجود در آن باشد.

ــ **آب:** یکی از مهمترین اجزای ساختمان سلول باکتریهاست و تقریباً ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن باکتریها را به صورت آزاد یا ترکیب تشکیل می‌دهد. باکتریها در محیط فاقد آب می‌میرند و یا اسپور تولید می‌کنند.

نقش آب در زندگی باکتریها را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود :

ــ مواد غذایی به وسیلهٔ آب به صورت محلول درآمده، جذب باکتری می‌گردند.

ــ آب در دفع و انتقال مواد زاید حاصل از فعالیتهای حیاتی باکتری از درون آن به خارج مؤثر است.

۱ــ Mesophiles ۲ــ Commensal

هم‌سفره : موجوداتی که در بدن میزبان زندگی می‌نمایند ولی به آن آسیب نمی‌رسانند.

۳ــ Psychrophiles

ـ آب در سرعت واکنشهای شیمیایی بسیار مؤثر است و بدون آن واکنشهای درون باکتری انجام نمی‌پذیرد.

ـ آب در حفظ شکل باکتری تأثیر زیادی دارد.

در اصطلاح علمی، مقدار آب در دسترس برای عوامل مؤثّر در فساد را با a_w[1] نشان داده، آن‌را آب فعال در محیط می‌نامند که عبارت است از فشار بخار آب محلول ماده غذایی به فشار بخار آب خالص در همان دما

$$a_w = \frac{p}{p_\circ}$$

این رابطه نشان دهندهٔ آن است که مادهٔ غذایی دارندهٔ آن در چه موقعیتی از فسادپذیری است. اگر a_w بالا باشد زمان قابلیت نگهداری آن پایین و اگر a_w پایین باشد زمان نگهداری آن بالاست.

جدول ۴ـ۲ـ حداقل فعالیت آبی جهت رشد و تکثیر میکروارگانیسمها

باکتریهای معمولی	۰/۹۱
مخمرهای معمولی	۰/۸۸
کپک معمولی	۰/۸۰
باکتری نمک‌دوست (هالوفیل)	۰/۷۵
کپک خشکی دوست	۰/۶۵
مخمر اسموفیل	۰/۶
فعالیت بیشتر آنزیمها	۰/۸۵
آنزیم لیپاز	۰/۳ ـ ۰/۱

ـ قدرت اکسیداسیون و احیا: درجه اکسیداسیون در یک مادهٔ غذایی، به‌وسیلهٔ ظرفیت اکسیداسیون و احیا که واحد آن میلی ولت است و اختصاراً Eh نامیده می‌شود، تعیین می‌گردد. از آنجا که Eh بر روی متابولیسم میکروارگانیسمها مؤثر است میزان آن در یک ماده غذایی یکی از عوامل مؤثّر در تعیین فلور میکروبی می‌باشد. غذاهایی که دارای ترکیبات احیاکننده می‌باشند، دارای قدرت احیاکنندگی هستند برعکس چنانچه ترکیباتی در ماده غذایی موجود باشد که اکسیژن در اختیار میکروارگانیسمها قرار دهد آن ماده غذایی اکسید کننده بوده، قدرت اکسیدکنندگی آن بالاست. از این‌رو، غذاهایی که دارای قدرت بالایی هستند رشد میکروارگانیسمهای هوازی و غذاهای دارای قدرت Eh پایین، رشد میکروارگانیسمهای غیرهوازی را تسهیل می‌نمایند. بنابراین میکروارگانیسمهای هوازی محتاج Eh مثبت و بی‌هوازی نیازمند Eh منفی هستند. اندازهٔ Eh معمولاً بین ۵۰۰ میلی‌ولت

۱ـ Activity water

برای اکسید کننده‌ها و ۶۰۰- میلی‌ولت برای احیاکننده‌ها متغیّر است. در تکنولوژی مواد غذایی می‌توان به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون و فساد، میزان Eh را پایین آورد.

ــ عوامل بازدارندهٔ رشد: رشد و تکثیر میکروارگانیسمها در اثر حضور مواد بازدارنده که به‌طور طبیعی در محیط رشد حضور دارند و یا اینکه به آن اضافه شده است، کند و به‌طور کامل متوقف می‌گردد مانند آنتی بیوتیکها.

۶ــ۲ــ انواع باکتریها از نظر تغذیه‌ای

به‌طورکلّی باکتریها را از نظر احتیاجات غذایی به دو گروه اتوتروفیک[۱] و هتروتروفیک[۲] تقسیم می‌کنند :

۱ــ۶ــ۲ــ باکتریهای اتوتروفیک: این باکتریها برای رشد و نمو خود احتیاج به آب، نمکهای معدنی و CO_2 دارند این باکتریها قسمت اعظم مواد لازم برای متابولیسم داخل سلولی را از CO_2 ساخته، انرژی مورد نیاز برای این سنتز را از نور یا اکسیداسیون یک یا چند مادهٔ غیرآلی موجود در محیط تأمین می‌نمایند.

۲ــ۶ــ۲ــ باکتریهای هتروتروفیک: این باکتریها اگر چه قادرند به مقدار کم از CO_2 استفاده کنند ولی برای دسترسی به منبع اصلی کربن مورد نیاز خود برای ادامه زندگی احتیاج به مواد آلی پیچیده دارند. منبع انرژی آن ممکن است فتوسنتتیک یا کموسنتتیک باشد. باکتریهای هتروتروفیک به دو دسته تقسیم می‌شوند :

باکتریهای هتروتروف از نظر ارتباط و منابع تأمین غذا به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند :

۱ــ ساپروفیتها یا میکروارگانیسمهای غیربیماریزایی که از تجزیه مواد آلی مواد غذایی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند.

۲ــ پارازیتها یا میکروارگانیسمهای بیماریزایی که مواد غذایی مورد نیاز خود را از میزبان (موجود زنده گیاهی یا حیوانی) به‌دست می‌آورند.

۷ــ۲ــ متابولیسم باکتریها

همه واکنشهای شیمیایی که توسط سلولها انجام می‌گیرد «متابولیسم» نامیده می‌شود. این واکنشها ممکن است انرژی‌زا یا انرژی‌خواه باشند و برای انجام هر دو آنها وجود آنزیم ضروری است.

ماده غذایی اصلی، دارای مقدار زیادی انرژی در پیوندهای بین اتمهای خود می‌باشد ولی این

۱ــ Autotrophic Bacteria ۲ــ Heterotrophic Bacteria

انرژی در سرتاسر مولکول پخش است و به آسانی قابل مصرف نمی‌باشد. راههای متابولیسم انرژی شامل یک سلسله واکنشهای آنزیمی است که طی آن انرژی غیرقابل مصرف منتشر در بسیاری از پیوندهای کم‌انرژی ابتدا به صورت اتصالهای پرانرژی متراکم شده آنگاه این انرژی به ADP (آدنوزین دی فسفات) انتقال یافته، آن را به صورت ATP (آدنوزین تری فسفات) درمی‌آورد. حال سلول براحتی قادر است از این انرژی استفاده کند. تبدیل انرژی نیاز به یک سلسله واکنشهایی دارد که طی آن انرژی به‌آرامی ولی به‌طور مطمئن در پیوندهای پرانرژی متراکم می‌گردد.

این واکنشها به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱ــ۷ــ۲ــ واکنشهای انرژی‌زا: این واکنشها را واکنشهای کاتابولیسمی نیز می‌نامند زیرا انرژی لازم برای ساخته شدن مواد ضروری سلول را تولید می‌کنند. انرژی حاصل از واکنشهای انرژی‌زا در واکنشهای انرژی‌خواه بکار می‌رود و باعث ساخته شدن موادی نظیر پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک، پلی‌ساکاریدها و ... می‌شود. باکتریها برحسب نوع و شرایط محیط از دو روش مختلف برای تولید انرژی استفاده می‌کنند.

الف : تنفس[۱] ب : تخمیر[۲]

الف ــ تنفس: اکثر باکتریها برای رشد خود احتیاج به گازهای O_2 و CO_2 دارند. اگر اکسیژن آزاد در واکنشهای تنفسی آنان دخالت نماید «باکتریهای هوازی» می‌گویند. تنفس ممکن است کامل و یا ناقص انجام شود. در تنفس کامل گلوکز به آب و دی‌اکسید کربن، اکسید می‌شود. مواد غذایی مورد احتیاج باکتریها و موادی که بوجود می‌آورند کاملاً به نوع تنفس آنان بستگی دارد. مواد معدنی نیز ممکن است به‌طور کامل اکسید شود.

باکتریها از نظر نیاز به اکسیژن به پنج گروه تقسیم می‌شوند.

ــ ***باکتریهای هوازی اجباری:*** این باکتریها برای رشد خود نیاز به اکسیژن آزاد دارند و آن را به‌صورت اکسیژن مولکولی محلول از جدار سلولی خود عبور داده، وارد سیتوپلاسم می‌کنند مانند باکتریهای مولد سرکه[۳].

ــ ***باکتریهای هوازی اختیاری:*** این دسته از باکتریها در شرایط دارای اکسیژن و یا با مقدار کم اکسیژن قادر به رشد و ادامه حیات هستند و با توجه به شرایط محیط، زندگی هوازی یا بی‌هوازی را انجام می‌دهند. در واقع این باکتریها در شرایط هوازی به خوبی رشد می‌کنند و در محیط فاقد اکسیژن نیز قدرت رشد و تکثیر را از دست نمی‌دهند.

۱ــ Respiration ۲ــ Fermentation ۳ــ Acetobacter

ــ ***باکتریهای بی‌هوازی اجباری:*** این باکتریها تنها در محیطی قادر به رشد هستند که اکسیژن در آن محیط وجود نداشته باشد. حتی مقادیر ناچیز اکسیژن نیز موجب مرگ این باکتریها می‌شود. مانند عامل مسمومیت[1] در قوطیهای کنسرو.

ــ ***باکتریهای بی‌هوازی اختیاری:*** این باکتریها بی‌هوازی هستند و در محیط فاقد اکسیژن رشد می‌کنند اما قادرند وجود اکسیژن را تحمل نمایند و اگر در معرض اکسیژن قرار بگیرند از بین نمی‌روند.

ــ ***باکتریهای میکروآئروفیلی:*** باکتریهایی هستند که فشار اکسیژن پایین را دوست دارند. این باکتریها بهترین رشد را در فشار کم اکسیژن دارند و اگر فشار اکسیژن زیاد باشد حتی به اندازهٔ فشار اکسیژن اتمسفر از بین می‌روند.

ــ تنفس، یکی از راههای تأمین انرژی است که در آن باکتریها با استفاده از اکسیژن، انرژی موردنیاز خود را از شکستن مواد آلی یا معدنی به‌دست می‌آورند.

ب ــ تخمیر: نوع دیگر تأمین انرژی است که در آن باکتریها بدون استفاده از اکسیژن انرژی مورد نیاز خود را از شکستن مواد بدست می‌آورند. در این روش نیز مهمترین ماده آلی که مورد تخمیر واقع شده و انرژی ایجاد می‌کنند ؛ قندهای ساده مثل گلوکز و فروکتوز است.

نکته مهم اینکه مقدار انرژی تولید شده از طریق تنفس بیشتر از تخمیر است. به عنوان مثال اکسیداسیون کامل یک مولکول‌گرم گلوکز از طریق تنفس ۶۸۸ کیلوکالری است و حال آنکه از طریق تجزیه یک مولکول‌گرم گلوکز از راه تخمیر فقط ۵۸ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند.

واکنشهای انرژی‌زا

۱ــ تنفس

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ۶۸۸۰۰۰ \text{ کالری}$$

۲ــ تخمیر

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{تخمیر}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + ۵۸۰۰۰ \text{ کالری}$$

۲ــ۷ــ ۲ــ واکنشهای انرژی‌خواه: در این واکنشها که از انرژی حاصل از واکنشهای انرژی‌زا استفاده می‌شود مواد آلی در سلول ساخته می‌شود. مواد آلی در باکتریها دو نوع هستند : مواد آلی با وزن مولکولی کم مثل اسیدهای آمینه و گلوکز که این مواد مستقیماً از محیط خارج گرفته می‌شود و دوم مواد آلی با وزن مولکولی زیاد مثل پروتئینها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک که این مواد در داخل سلول ساخته می‌شود و برای این کار احتیاج به انرژی است که از طریق واکنشهای انرژی‌زا تأمین می‌گردد.

۱ــ Clastridium botutinum

۸ــ۲ــ نقش آنزیمها در متابولیسم باکتریها

آنزیمها کاتالیزورهای حیاتی هستند که واکنشهای شیمیایی را در سلول تسهیل و تسریع می‌کنند. برای انجام واکنشهای شیمیایی شکسته شدن این پیوندها در برخی از ترکیبات و تشکیل مجدد آنها در ترکیبات دیگر ضروری است. این پیوندها معمولاً خیلی مقاوم‌اند و شکستن آنها در عدم حضور آنزیم فقط در حرارتهای بالا امکان‌پذیر است.

طی واکنشهای حیاتی آنزیمها خود به مصرف نرسیده ولی در طی مراحل عمل ممکن است دچار تغییراتی شوند که نیاز به ساختن مجدد داشته باشند، پس از به اتمام رساندن واکنشهای شیمیایی به حالت اولیه بازمی‌گردند تا بتوانند مجدداً در همان واکنش شرکت کنند و مولکولهای بیشتری را تجزیه یا با یکدیگر ترکیب نمایند.

عمل آنزیمها غالباً اختصاصی است. یعنی بر روی ترکیب خاصی اثر می‌کنند. مثلاً پروتئازها فقط بر روی پروتئینها و پیوندهای آنها مؤثرند و آنها را تجزیه می‌کنند. هر آنزیم از دو قسمت تشکیل شده است : بخش پروتئینی که آپوآنزیم نامیده می‌شود و عمل اختصاصی بودن آنزیمها را موجب می‌گردد و بخش غیرپروتئینی که کوفاکتور نامیده شده و شامل مرکز فعال آنزیم می‌باشد. وجود یک یون فلزی (مانند مس، آهن، منگنز) به عنوان فاکتور کمک کننده برای فعالیت برخی از آنزیمها لازم است که در صورت وجود آنها در بخش غیرپروتئینی به آنها ریشه پروستتیک[1] می‌گویند. بسیاری از ویتامینها (مثل B_1 و B_2) و سایر مواد آلی نیز در بخش غیرپروتئینی آنزیمها شرکت دارند که به آنها کوآنزیم می‌گویند. بیوسنتز ترکیبات و اجزای اختصاصی باکتریها نیز به‌وسیلهٔ آنزیمها صورت می‌گیرد. در واقع آنزیمها، پروتئینهایی هستند که باعث ایجاد تغییرات شیمیایی متنوع و نیز سهولت واکنشها داخل سلول شده، نقش مهمی در زندگی سلولی ایفا می‌کند. آنزیمهای باکتریها به دو دسته تقسیم می‌گردند :

۱ــ ۸ــ۲ــ آنزیمهای خارجی[2]: این آنزیمها به یکی از دو حالت زیر دیده می‌شوند.

۱ــ آنزیمهایی که توسط باکتریها برای تجزیه مواد مختلف سنتز شده و به سطح خارجی پردهٔ سیتوپلاسمی ترشح می‌شود و یا در فضای پری‌پلاسم قرار دارند.

۲ــ آنزیمهایی که به محیط خارج از سلول ترشح شده، باعث می‌شوند که برخی از ترکیبات سخت و پیچیده محیط به مواد ساده، محلول و قابل عبور از پردهٔ سیتوپلاسمی تبدیل شده، به مصرف انرژی و مواد مورد نیاز پروتوپلاسم برسند.

۲ــ ۸ــ۲ــ آنزیمهای داخلی[3]: این آنزیمها در داخل سلول ترشح می‌شوند و اعمال داخلی

۱ــ Prosthetic ۲ــ Exoenzymes ۳ــ Endo enzymes

مانند ترکیب مواد ساختن پیکر باکتری و ایجاد انرژی برای انجام اعمال حیاتی و تنفس را اداره می‌کند. آنزیمهای داخلی وابسته به سلول‌اند و معمولاً در محیط اطراف پراکنده نمی‌شوند. از مهمترین آنزیمهای باکتریها هیدرولازها می‌باشند، این آنزیمها گروه بزرگی از آنزیمها هستند که مجموعاً هیدرولاز نامیده می‌شوند. زیرا مولکولهای بزرگی را به اجزای کوچکتر و قابل استفاده هیدرولیز می‌کنند. هیدرولازها شامل :

ـ **سلولاز**[1]: هیدرولیز سلولز به گلوکز

ـ **آمیلاز**[2]: هیدرولیز نشاسته به مالتوز و گلوکز

پروتئازها: هیدرولیز پروتئینها به اسیدهای آمینه

لیپازها: هیدرولیز چربیها به گلیسرول و اسیدهای چرب

نوکلئازها: هیدرولیز DNA و RNA به واحدهای ساختمانی سازنده آنها

۹ـ۲ـ خصوصیات برخی از باکتریهای مهم در صنایع غذایی

۱ـ۹ـ۲ـ جنس سودوموناس[3]: این باکتریها به وفور در آب و خاک یافت می‌شوند، گرم منفی، میله‌ای شکل، بدون اسپور و کپسول بوده و در بیشتر موارد متحرک و هوازی اجباری هستند. توانایی رشد در دمای پایین را دارند به‌طوری که در دمای یخچالی رشد می‌کنند. در برابر خشکی و دمای بالا مقاومت ندارند و باکتریهای کم‌توقعی هستند. این باکتریها خاصیت پروتئولیتیکی و لیپولیتیکی دارند. برخی از گونه‌های این جنس مثل سودوموناس فلوئورسنس[4] تولید رنگدانه می‌نمایند. خاصیت بیماریزایی در این جنس بسیار ضعیف می‌باشد ولی گونه سودوموناس آئروژینوزا[5] خاصیت بیماریزایی دارند.

۲ـ۹ـ۲ـ جنس استوباکتر[6]: باکتریهای میله‌ای شکل، متحرک و هوازی می‌باشند. باکتریهای این جنس در کشتهای جوان گرم منفی و درکشتهای پیر گرم متغیر هستند. گونه‌های این جنس برای انسان بیماریزا نیستند.

این باکتریها الکل اتیلیک را به اسیداستیک (سرکه) تبدیل می‌کنند.

۳ـ۹ـ۲ـ جنس هالوباکتریوم[7]: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی و نمک‌دوست[8] هستند و فقط در محیطهای با غلظت با بیش از ۱۲ درصد نمک رشد می‌کنند. این باکتریها در مواد غذایی نمک‌سود شده یافت می‌شوند و باعث ایجاد رنگدانه قرمز رنگ روی آنها می‌شوند.

۱ـ Cellulase ۲ـ Amylase ۳ـ Pseudomonas ۴ـ P. flurescens
۵ـ P.aeroginosa ۶ـ Acetobacter ۷ـ Halobacterium ۸ـ Halophile

۴ــ۹ــ۲ــ جنس کامپیلوباکتر[۱]: این باکتریها گرم منفی، میله‌ای خمیده و یا مارپیچی، میکروآئروفیل، کاتالاز و اکسیداز مثبت هستند. کامپیلوباکتر ژژونی[۲] یکی از عوامل مهم ایجاد التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد. منشأ اصلی آن در طبیعت، حیوانات می‌باشد که در بین حیوانات، طیور مهمترین ناقل این باکتری می‌باشند.

۵ــ۹ــ۲ــ جنس ویبریو[۳]: باکتریهای گرم منفی، هوازی یا اختیاری، میله‌ای راست یا خمیده و متحرک هستند. این جنس دامنه وسیعی از pH را تحمل نموده و بر روی فراورده‌های دریایی رشد می‌کنند. دو گونه بیماریزای بسیار مهم ویبریو کلرا[۴] (عامل وبای انسانی) و ویبریو پاراهمولیتیکوس[۵] (عامل التهابات معده‌ای ــ روده‌ای) در این جنس وجود دارد.

کلی‌فرم‌ها: باکتریهای میله‌ای، گرم منفی، بدون اسپور و بی‌هوازی اختیاری هستند که لاکتوز را در مدت ۴۸ ساعت با تولید گاز تخمیر می‌کنند و چهار جنس انتروباکتر، اشریشیا، سیتروباکتر و کلبسیلا کلی‌فرم‌ها را تشکیل می‌دهند. کلی‌فرم‌ها منشأ مدفوعی و یا غیرمدفوعی دارند.

۶ــ۹ــ۲ــ جنس اشریشیا[۶]: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی، بدون اسپور، هوازی یا بی‌هوازی اختیاری هستند و از لحاظ احتیاجات غذایی کم‌توقع می‌باشند. مهمترین گونه این جنس، اشریشیاکلی[۷] می‌باشد که در روده تمام حیوانات خونگرم یافت می‌شود. بنابراین وجود این باکتری در مواد غذایی شاخص آلودگی مدفوعی محصول می‌باشد.

۷ــ۹ــ۲ــ جنس انتروباکتر: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای شکل، متحرک و کم‌توقع می‌باشند و به‌طرز وسیعی در طبیعت پراکنده هستند. انتروباکتر آئروژنز[۸] از گونه‌های مهم این جنس است.

۸ــ۹ــ۲ــ جنس کلبسیلا[۹]: باکتریهای گرم منفی، غیرمتحرک، میله‌ای، بی‌هوازی اختیاری و کپسول‌دار می‌باشند که در دستگاه گوارش یا تنفس یافت می‌شوند. هم منشأ مدفوعی و هم منشأ غیرمدفوعی دارند. گونه مهم کلبسیلا پنومونیه[۱۰] عامل عفونت ریوی باکتریایی است.

۹ــ۹ــ۲ــ جنس یرسینیا[۱۱]: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای شکل و بی‌هوازی اختیاری هستند. گونه یرسینیا پستیس[۱۲] عامل طاعون انسانی است. گونه یرسینیا انتروکولیتیکا[۱۳] از لحاظ ایجاد مسمومیت در مواد غذایی دارای اهمیت می‌باشد. این باکتری را می‌توان از کیکها، گوشتهای بسته‌بندی شده در خلأ، فراورده‌های دریایی، سبزیها و یا شیر جدا کرد.

---

۱ ــ Campylobacter
۲ ــ C.jejuni
۳ ــ Vibrio
۴ ــ V.cholerae
۵ ــ V.parahemolyticus
۶ ــ Escherichia
۷ ــ E.coli
۸ ــ E.aerogenes
۹ ــ Klebsiella
۱۰ ــ K.pneumoniae
۱۱ ــ Yersinia
۱۲ ــ Y.pestis
۱۳ ــ Y.enterocolitica

۱۰ــ۹ــ۲ــ جنس سالمونلا[۱]: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای کوتاه، بدون اسپور و معمولاً متحرک هستند. این باکتریها جزء میکروبهای هوازی طبقه‌بندی می‌شوند اما در غیاب اکسیژن هم به خوبی رشد می‌کنند. از لحاظ پراکندگی در طبیعت و تنوع میزبان سالمونلاها مقام اول را دارند. حضور گونه‌های این جنس در مواد غذایی نامطلوب است. مهمترین عوامل انتقال دهنده سالمونلاها به انسان، تخم‌مرغ و گوشت پرندگان است.

شدیدترین بیماری حاصله از سالمونلا، تیفوئید یا حصبه است که عامل آن سالمونلا تیفی[۲] می‌باشد و آب آلوده و شیر خام عامل ایجادکننده آن هستند. شبه حصبه که توسط سالمونلا پاراتیفی ایجاد می‌شود خفیف‌تر از حصبه است. ولی شایع‌ترین بیماری سالمونلایی التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد.

۱۱ــ۹ــ۲ــ جنس شیگلا[۳]: باکتریهای غیرمتحرک و بی‌هوازی اختیاری هستند. عامل اصلی آلودگی مواد غذایی به این میکروب، فاضلاب و انسان ناقل است. وجود این میکروب در موادغذایی غیرمطلوب است. شیگلا دیسانتری گونه مهم آن است که ایجاد اسهال خونی باکتریایی می‌کند.

۱۲ــ۹ــ۲ــ جنس استافیلوکوکوس[۴]: گونه‌های این جنس گرم مثبت، هوازی تا بی‌هوازی اختیاری، کاتالاز مثبت، بدون کپسول و بدون اسپور هستند. به صورت تکی، دوتایی، چهارتایی یا خوشه‌ای آرایش پیدا می‌کنند. مهمترین گونه این جنس استافیلوکوکوس اورئوس[۵] است. این باکتری قادر به تولید سم در ماده غذایی بوده و در شرایط هوازی سم بیشتری ایجاد می‌کنند. این باکتری در دمای پاستوریزاسیون به راحتی ازبین می‌رود اما سم آن نسبت به این شرایط دمایی مقاوم است. میزبان‌های اصلی این باکتری انسان و حیوانات خونگرم می‌باشند. در انسان منشأ اصلی استافیلوکوکوس اورئوس حفره بینی می‌باشد.

۱۳ــ۹ــ۲ــ جنس استرپتوکوکوس[۶]: باکتریهای این جنس گرم مثبت، غیراسپورزا و غیرمتحرک هستند. اغلب میکروآئروفیل بوده و به صورت دوتایی یا زنجیره‌ای می‌باشند. از گونه‌های مهم این جنس، استرپتوکوکوس ترموفیلوس[۷] می‌باشد که از میکروبهای مایه ماست است و یا استرپتوکوکوس فکالیس[۸] که در انسان ایجاد عفونت می‌کند. این باکتری به عنوان شاخص بهداشتی مواد غذایی منجمد شناخته می‌شود.

۱۴ــ۹ــ۲ــ جنس لوکونوستوک[۹]: باکتریهای میکروآئروفیل، غیرمتحرک و غیربیماریزا

---

۱ ــ Salmonella
۲ ــ S.typhi
۳ ــ shigella
۴ ــ Staphylococus
۵ ــ S.aureus
۶ ــ Streptococus
۷ ــ S.thermophilus
۸ ــ S.faecalis
۹ ــ Leuconostoc

و گرم مثبت هستند. لوکونوستوک مزنتروئیدوس[1] گونه مهم این جنس است که هم تحمل غلظت بالای نمک را دارد و هم خاصیت اسموفیلی دارد. پس می‌تواند در شربتهای غلیظ رشد نموده و میزان زیادی از یک ماده پلی‌ساکاریدی و لزج به نام دکستران تولید کند. این ماده در کارخانجات قند سبب مسدود شدن فیلترها می‌گردد.

۱۵ــ۹ــ۲ــ جنس مایکوباکتریوم[2]: باکتریهای این جنس گـرم مثبت، غیرمتحرک، غیراسپورزا، بدون کپسول و هوازی هستند. این باکتریها به‌طور وسیعی در خاک پراکنده هستند. مهمترین گونه این جنس مایکوباکتریوم توبرکلوزیس[3] می‌باشد که عامل ایجاد بیماری سل است. نابودی این باکتری در شیر مبنای سنجش صحت پاستوریزاسیون شیر است.

۱۶ــ۹ــ۲ــ جنس لاکتوباسیلوس[4]: مهمترین باکتریهای تولیدکننده اسیدلاکتیک هستند زیرا کلیه باکتریهای این جنس لاکتوز را تخمیر نموده و اسیدلاکتیک تولید می‌کنند. باکتریهای این جنس در بیشتر موارد بیماریزا نیستند. از این جنس می‌توان به لاکتوباسیلوس بولگاریکوس[5] اشاره کرد که همراه با استرپتوکوکوس ترموفیلوس میکروارگانیزمهای مایه ماست را شامل می‌شوند.

۱۷ــ۹ــ۲ــ جنس بروسلا[6]: این باکتریها گرم منفی، غیراسپورزا و غیرمتحرک هستند که شرایط میکروآئروفیل را ترجیح می‌دهند. بروسلا در اثر مصرف شیر آلوده در انسان ایجاد بیماری تب مالت می‌کند. این باکتری در اثر دمای پاستوریزاسیون ازبین می‌رود اما در یخچال زنده می‌ماند.

۱۸ــ۹ــ۲ــ جنس باسیلوس[7]: باکتریهای هوازی تا اختیاری، گرم مثبت و میله‌ای شکل هستند. از گونه‌های این جنس می‌توان به باسیلوس کواگولانس[8] و باسیلوس استئاروترموفیلوس[9] اشاره کرد که سبب ایجاد فسادترش مسطح یا (Flat Sour) در قوطیهای کنسرو می‌گردد. باسیلوس سوبتلیس[10] در فراورده‌های آرد ایجاد فساد نخی شده یا (Ropiness) می‌نماید و باسیلوس سرئوس[11] عامل ایجاد مسمومیتهای غذایی می‌باشد. از این جنس باسیلوس آنتراسیس[12] عامل بیماری سیاه‌زخم را می‌توان نام برد.

۱۹ــ۹ــ۲ــ جنس کلستریدیوم[13]: باکتریهای گرم مثبت، بی‌هوازی اجباری و اسپورزا می‌باشند. منشاء اصلی این باکتریها خاک است ولی بعضی از گونه‌ها در دستگاه گوارش انسان و

---

۱ ــ L.mesenteroids
۲ ــ Mycobacterium
۳ ــ M.tuberculosis
۴ ــ Lactobacillaceae
۵ ــ L.B.bulgaricus
۶ ــ Brucella
۷ ــ Bacillus
۸ ــ B.coagulans
۹ ــ B.stearothermophilus
۱۰ ــ B.sobtilis
۱۱ ــ B.cereus
۱۲ ــ B.antrasis
۱۳ ــ clostridium

حیوانات یافت می‌شوند. این جنس یکی از متنوع‌ترین جنسهای باکتریها می‌باشد.

گونهٔ مهم این جنس کلستریدیوم بوتولینوم[1] است که بی‌هوازی اجباری بوده و سم ترشح شده توسط آن خطرناکترین سم شناخته شده است و نیز اسپورهای آن نسبت به دما بسیار مقاوم هستند و به عنوان شاخص فرآیند سترون سازی در کنسروسازی شناخته شده است و در مواد غذایی دارای $pH > 4.5$ فرآیند حرارتی باید جهت نابودسازی اسپور این باکتری کفایت نماید. همچنین کلستریدیوم پرفرینژنس[2] که به اسم ولشای نیز معروف است که عامل تولید سم و ایجاد التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد.

ارزشیابی فصل دوم

۱ ــ پیشنهاد هکل در مورد طبقه‌بندی موجودات زنده را بنویسید.

۲ ــ آغازیان به چند دسته تقسیم شده‌اند؟ نام ببرید.

۳ ــ سلولهای یوکاریوتیک و پروکاریوتیک را از نظر ساختمان هسته آنها مقایسه نمایید.

۴ ــ باکتری را تعریف نموده و ویژگیهای خاص آنها را نام ببرید.

۵ ــ نامگذاری دو نامی باکتریها را توضیح دهید.

۶ ــ چهار مورد از عوامل مؤثر در طبقه‌بندی باکتریها را نام ببرید.

۷ ــ تأثیر ترتیب اسیدهای آمینه در طبقه‌بندی باکتریها را بنویسید.

۸ــ شکل و اندازهٔ باکتریها در محیط کشت به چه عواملی بستگی دارد؟

۹ــ واحد اندازه‌گیری باکتریها را بیان نمایید.

۱۰ــ اشکال مختلف باکتریها را بر مبنای آرایش پس از تقسیم نام ببرید.

۱۱ــ دستگاه اندازه‌گیری باکتریها را فقط نام ببرید.

۱۲ــ ساختمان باکتریها از چند قسمت اصلی تشکیل شده است؟ نام ببرید.

۱۳ــ وظیفه دیوارهٔ سلولی باکتریها را بنویسید.

۱۴ــ تفاوتهای بین ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی و گرم مثبت را توضیح دهید.

۱۵ــ جایگاه پردهٔ سیتوپلاسمی و جنس آن را بنویسید.

---

۱ ــ C.butulinum ۲ ــ C.perfringenes

۱۶ــ وظایف هر یک از ضمایم سلول یک باکتری چیست؟

الف : کپسول ب : سیتوپلاسم ج : غشای سیتوپلاسمی

د : هسته هـ : اسپور و : تاژک ز : پیلی

۱۷ــ روشهای تکثیر در باکتریها را نوشته و مراحل مختلف آن را روی منحنی رشد نمایش دهید.

۱۸ــ اهمیت آب و غذا را در زندگی باکتریها بنویسید.

۱۹ــ تقسیم‌بندی باکتریها را نسبت به اکسیژن، مواد مغذی و تحمل دما بنویسید.

۲۰ــ نحوهٔ متابولیسم در باکتریها را توضیح دهید.

۲۱ــ میکروبهای عامل وبا، سل و طاعون را نام ببرید.

۲۲ــ کلی‌فرم‌ها را تعریف کرده و جنسهای آن را نام ببرید.

۲۳ــ سه میکروب عامل التهابات معده‌ای ــ روده‌ای را نام ببرید.

۲۴ــ میکروارگانیزم ..... شاخص آلودگی مدفوعی ماده غذایی می‌باشد.

۲۵ــ ویژگیهای عمومی کلستریدوم بوتولینوم را شرح دهید.

فصل سوم

قارچها

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

۱ــ قارچها را تعریف کرده و طبقه‌بندی نماید.

۲ــ دربارهٔ شکل و ساختمان ظاهری قارچها توضیح دهد.

۳ــ قسمتهای تشکیل‌دهندهٔ ساختمان قارچها (مخمرها و کپکها) را روی شکل نامگذاری نماید.

۴ــ مشخصات دیوارهٔ سلولی مخمّر را توضیح دهد.

۵ــ جنس و عمل غشای سیتوپلاسمی قارچ را توضیح دهد.

۶ــ سیتوپلاسم و اجزای آن در مخمرها را توضیح دهد.

۷ ــ هسته در مخمرها را از نظر شکل و عمل توضیح دهد.

۸ ــ نقش واکوئلها را در مخمرها بیان نماید.

۹ــ جنس گرانولها را در مخمرها توضیح دهد.

۱۰ ــ وظیفه دانه‌های چربی را در مخمرها بیان نماید.

۱۱ــ روشهای مختلف تولیدمثل را در قارچها توضیح دهد.

۱۲ــ ساختمان زیگوسپور را توضیح دهد.

۱۳ــ دو نمونه از قارچهای آسکوسپور را نام ببرد.

۱۴ ــ ساختمان بازیدیوسپور را توضیح دهد.

۱۵ــ انواع تولیدمثل غیرجنسی در مخمرها را فقط نام ببرد.

۱۶ ــ متداولترین روش تولیدمثل غیرجنسی در مخمرها را نام برده، توضیح دهد.

۱۷ــ تقسیم دوتایی در مخمرها را توضیح دهد.

۱۸ــ انواع تولیدمثل جنسی در مخمرها را نام ببرد.

۱۹ــ روش ایزوگامی در تولیدمثل جنسی مخمرها را مختصراً توضیح دهد.

۲۰ــ روش هتروگامی در تولیدمثل جنسی مخمرها را توضیح دهد.

۲۱ــ آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی را توضیح دهد.

۲۲ــ خصوصیات قارچها را از نظر محیط مناسب برای رشد توضیح دهد.
۲۳ــ جنس و گونه کپکهای زیان‌آور به مواد غذایی را توضیح دهد.
۲۴ــ مخمرهای مهم در صنعت را نام برده، دلایل شناخت آنها را بیان کند.

۱ــ۳ ــ تعریف قارچها[۱]

قارچها از نظر ظاهری و اندازه بسیار متنوع‌اند و دارای هسته مشخص می‌باشند و بدون کلروفیل هستند و نمی‌توانند از نور خورشید و دی‌اکسیدکربن برای غذاسازی استفاده نمایند. قارچها در شرایط هوازی رشد نموده، انرژی مورد نیاز را از اکسیداسیون مواد آلی تأمین می‌کنند. قارچها به منظور بقاء باید رطوبت و اکسیژن کافی در اختیار داشته باشند و در شرایط گرم و مرطوب بهترین رشد را دارند.

از نظر مواد غذایی مورد نیاز قارچها به سه دسته تقسیم می‌شوند : الف ــ «گندروی اجباری[۲]» : قارچهایی که فقط روی مواد در حال پوسیدن رشد می‌کنند و قادر نیستند موجودات زنده را مورد تهاجم قرار دهند. ب ــ «انگلهای اختیاری[۳]» یا «گندرویهای اختیاری[۴]» : قارچهایی که بیماریزا هستند و می‌توانند بر روی مواد آلی مرده زندگی کنند. ج ــ «انگلهای اجباری[۵]» : قارچهایی که جز بر روی سلولهای موجودات زنده روی چیز دیگری نمی‌رویند.

درجه حرارت مناسب برای رشد قارچها بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد است. تعداد کمی دارای دمای دلخواه بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد هستند مانند کپک آسپرژیلوس فومیگاتوس.

درجه حرارتهای زیر صفر برای قارچها قابل تحمل است به‌طوری که برخی از آنها درجه حرارت ۱۹۵ . درجه سانتیگراد را تا چندین ساعت ممکن است تحمل نمایند. قارچها محیط اسیدی را برای رشد ترجیح می‌دهند. (pH . ۵ . ۶)

۲ــ۳ ــ طبقه‌بندی قارچها

قارچها شامل کپکها، مخمرها و قارچهای گوشتی است.

۱ــ۲ــ۳ــ کپکها[۶]: قارچهای رشته‌ای و پرسلولی هستند که از طریق تولید اسپورهای جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می‌نمایند و به‌طور معمول در زیر میکروسکوپ رشته‌ای و دارای هسته‌های سلولی هستند که به‌طور مشخص قابل رؤیت می‌باشند. آسیبهای ناشی از رشد کپکها بر

۱ــ Funguse به یونانی Mykes یعنی کلاه و به لاتین Funguse یعنی قارچ
۲ــ Obligate Saprophite ۳ــ Facultative Parasite
۴ــ Facultative Saprophite ۵ ــ Obligate parasite ۶ــ Molds

روی مواد غذایی و بدن موجودات زنده، همچنین ارزش آنها در تولید بسیاری از محصولات مهم صنعتی چشمگیر و با اهمیت می‌باشد.

۲ــ۲ــ۳ــ مخمرها[۱]: مخمرها قارچهای تک‌سلولی و به اشکال کروی، تخم‌مرغی و میله‌ای دیده می‌شوند این دسته از قارچها مثل کپکها در طبیعت انتشار وسیعی دارند و غالباً می‌توان آنها را بر روی میوه‌ها و برگها به‌صورت پوشش سفید پودر مانندی پیدا کرد. همچنین در خاک و گردوغبار مناطق کشاورزی و تاکستانها به وفور وجود دارند.

۳ــ۲ــ۳ــ قارچهای گوشتی[۲]: از هزاران سال پیش در بین ملل و اقوام مختلف خوردن بعضی از قارچها متداول بوده و اکنون که از ساختمان شیمیایی آنها آگاهی حاصل شده مصرفشان روبه افزایش گذاشته است. خوردن قارچ در اکثر کشورهای جهان متداول است ولی به‌نظر می‌رسد که میزان مصرف آن در کشور فرانسه بیشتر از سایر کشورهاست. این ماده غذایی را به‌صورت محصولات غذایی خشک و یا کنسرو شده می‌توان به بازار عرضه نمود. لازم به یادآوری که برخی از انواع قارچهای گوشتی سمی بوده و نبایستی از قارچهای ناشناخته استفاده شود.

۳ــ ۳ــ ساختمان و شکل ظاهری قارچها

مطالعه شکل قارچها و تمایز آنها به کمک مشاهدهٔ ساختمانهای رویشی و زایشی انجام می‌گیرد. ساختمان زایشی قارچها در بحث تکثیر و تولیدمثل شرح داده خواهد شد. در این‌جا به ساختمان رویشی قارچها پرداخته می‌شود.

۴ــ۳ــ ساختمان رویشی کپکها

اندامهای رویشی کپکها عبارت‌اند از رشته‌های مرکب از سلولهای پشت سر هم که آن را هیف[۳] می‌نامند. در اکثر کپکها هیفها دیوارهٔ عرضی دارند و این دیواره، هیف را به واحدهای مشخص تک‌سلولی جدا می‌سازد. هیف ممکن است بدون دیوارهٔ عرضی باشد و یا با دیوارهٔ عرضی که «سپتا[۴]» نامیده می‌شود به قسمتهای مجزا تبدیل گردد. در قارچهای دارای هیف دیواره‌دار در دیواره‌های عرضی منافذی وجود دارد که سیتوپلاسم سلولهای مجاور را به یکدیگر مربوط می‌سازد. مجموعه هیفهای یک قارچ را «میسلیوم[۵]» گویند که جمع آنها میسلیا[۶]ست.

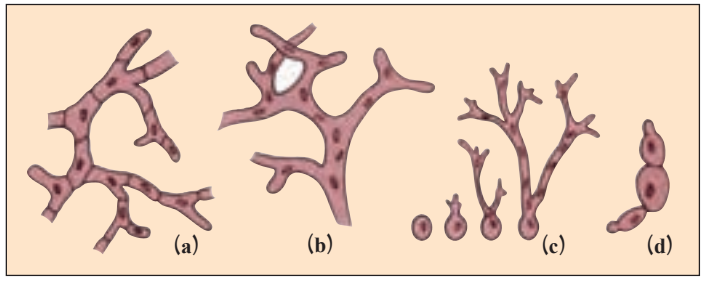
هسته‌های سلولی در کپکها معمولاً کوچک‌اند و در بیشتر آنها با روشهای رنگ‌آمیزی اختصاصی

۱ــ Yeasts ۲ــ Mushroomes ۳ــ Hypha
۴ــ Septa ۵ــ Mycelium ۶ــ Mycelia

دیده می‌شود. هسته‌ها هر یک دارای غشا، یک هستک و رشته‌های کروماتین می‌باشند. هر بخش از هیف قادر است رشد نماید و هنگامی که قطعهٔ کوچکی از آن در محیط مناسب قرار می‌گیرد دراز گشته، هیف جدیدی بوجود می‌آورد.

هر یک از رشته‌های کپک (هیف) از لولهٔ باریک و شفّافی تشکیل شده که در داخل آن پروتوپلاسم قرار دارد. در داخل پروتوپلاسم، سیتوپلاسم و هسته قرار دارد و از خارج به‌وسیلهٔ دیوارهٔ سلولی احاطه می‌شود. سیتوپلاسم مملو از اسید ریبونوکلئیک (RNA)، واکوئلها، دانه‌های چربی و حجرات نامشخص دیگری است. دیوارهٔ سلولی کپکها معمولاً به‌صورت یک دیوارهٔ سخت خارجی دیده می‌شود. این دیواره از میکروفیبریلهایی تشکیل گردیده که با یک ماده زمینهٔ بی‌شکل پوشیده شده است. در قارچهای رشته‌ای ترکیبات اسکلتی یا میکروفیبریلی دیواره از کیتین و سلولز تشکیل شده است در حالیکه در مخمرها، مواد غیرسلولزی قسمت اسکلتی را می‌سازند. مادهٔ زمینه‌ای که باعث استحکام و استواری دیواره می‌شود از پلی‌ساکاریدها و پروتئینها حاصل شده است. پلی‌ساکاریدها حدود ۹۰ـ۸۰٪ وزن خشک دیوارهٔ سلولی قارچ را تشکیل می‌دهند. ترکیب دیوارهٔ سلولی در طول رشد و شرایط مختلف ممکن است متفاوت باشد. سن هیفها و عوامل خارجی همچون pH، درجه حرارت و ترکیب محیط کشت ساختار دیوارهٔ سلولی کپکها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در شرایط مناسب محیط، هیفها به‌صورت توده‌ای از رشته‌های درهم دیده می‌شوند که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت‌اند. بخشی از میسلیوم که در جذب مواد غذایی شرکت می‌کند «میسلیوم رویشی» نامیده می‌شود. در قارچهای گندرو، هیف به‌طور مستقیم با مواد غذایی تماس حاصل می‌نماید و پس از تجزیه آنها با عمل انتشار[1] مواد مزبور را جذب می‌کند. همینطور یک میسلیوم می‌روید، منشعب می‌شود، و هیفهای قدیمی‌تر می‌میرند و از بین می‌روند و بر روی بقایای پوسیدهٔ آنها میکروارگانیسمهای دیگر رشد می‌کنند. آن قسمت از میسلیوم که در تولیدمثل قارچ شرکت می‌کند، میسلیوم هوایی یا



شکل ۱ــ ۳ ــ هیف کپکها

a) هیف با دیوارهٔ عرضی
b) هیف بدون دیواره
c) مخمر
d) مخمر در حال جوانه زدن

۱ــ Diffusion

زایشی نامیده می‌شود. میسلیوم هوایی غالباً حامل اسپور می‌باشد.

۴ــ۲ــ۳ــ قارچهای دو شکلی: برخی از قارچها بویژه گونه‌های بیماریزا دو شکلی هستند. یعنی در دورهٔ زندگی خود به دو شکل رشد می‌کنند. این قبیل قارچها می‌توانند به‌صورت کپک یا به‌حالت مخمر رشد نمایند. غالباً پدیدهٔ دو شکلی تابع درجه حرارت محیط می‌باشد. این قارچها در ۳۷ C شکل مخمری و در ۲۵ C به شکل کپک رشد می‌کنند.

۵ــ۳ــ اسپور کپکها

اسپور یک قسمت مشخص از میسلیوم است که برای بقا، انتشار و تولید مثل قارچ اختصاص یافته است. یک اسپور دارای دیوارهٔ خارجی[۱] و دیوارهٔ داخلی[۲] است. دیوارهٔ خارجی ممکن است نرم و منفذدار و یا زبر و خشن باشد. دیوارهٔ داخلی یا پروتوپلاسم حاوی قطرات روغنی و یا مواد چربی است و همین‌طور یک یا چند هسته را دربر می‌گیرد. در شرایط مطلوب اسپور متورم شده، به‌صورت انشعابات شاخه‌ای درمی‌آید و ایجاد میسلیوم می‌کند و پس از اینکه اندامهای زایشی ایجاد شد، بعضی از هیفها اجسام خاصی را تولید می‌کنند که در آن اسپور جدید تشکیل می‌شود. اسپور کپکها موجب ضررهای فراوان در صنعت، کشاورزی، پزشکی و موادغذایی است. این آسیبها به مقدار زیادی مربوط به ایجاد توده‌های فراوانی از اسپورها به‌وسیلهٔ کپکهایی است که ممکن است به‌طور وسیعی به کمک باد در طبیعت پراکنده گردند. اسپورها در اتمسفر نیز به فراوانی وجود دارند. اسپور کپکها نسبت به شرایط نامطلوب محیطی بسیار مقاوم‌اند. سرما، گرما، خشکی، نور ماوراءبنفش، فشار اسمزی بالا و کمبودهای غذایی را تحمل می‌کنند. مقاومت در برابر حرارت معمولاً کمتر از مقاومت اسپور باکتریهاست.

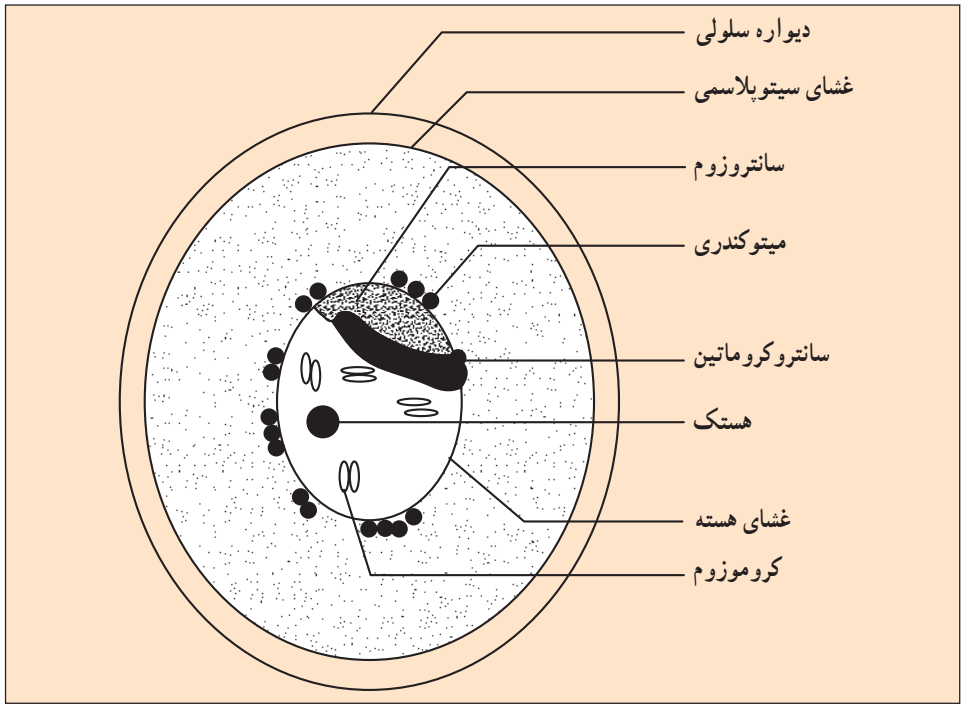
۶ــ۳ــ مخمرها

۱ــ۶ــ ۳ــ ساختمان رویشی مخمرها: مخمرها قارچهای تک‌سلولی معمولاً به شکل گرد، بیضوی و یا میله‌ای دیده می‌شوند. معمولاً با جوانه زدن تکثیر می‌یابند. در برخی از گونه‌های مخمری، جوانه‌ها پس از بوجود آمدن متصل به سلول مادر باقی می‌مانند و زنجیر کوتاهی از سلولها را به‌نام هیف کاذب بوجود می‌آورند. افزایش تعداد سلولهای مخمری بر روی محیط جامد (آگار) کلنی شبیه به کلنی باکتریها بوجود می‌آورد.

۲ــ۶ــ۳ــ دیوارهٔ سلولی: دیوارهٔ سلولی در مخمرها به استحکام دیوارهٔ سلولی باکتریها

۱ــ Epispore ۲ــ Endospore

نیست و در اثر سانتریفوژ آرام به سرعت چروکیده می‌شود. این دیواره از یک پلی‌ساکارید ساخته شده که مادهٔ نیتروژنی به‌نام کیتین به آن متصل است.



شکل ۲ــ۳ ــ ساختمان سلولی مخمر

۳ــ۶ــ۳ــ غشای سیتوپلاسمی: یک ساختمان سه لایه‌ای ظریف و باریک است و با افزایش سن سلولها به ضخامت آن افزوده می‌شود. این غشا، دارای خاصیّت نفوذپذیری انتخابی است و اجازه می‌دهد که مایعات از محیط خارج به داخل سلول نفوذ یابند.

۴ــ۶ــ۳ــ کپسول: دیوارهٔ سلولی برخی از مخمرها با مادهٔ پلی‌ساکاریدی (شبیه به کپسول باکتریها) پوشانده شده است.

۵ــ۶ــ۳ــ سیتوپلاسم و اجزای آن: سیتوپلاسم مایعی شفّاف و غنی از اسید ریبونوکلئیک (RNA) است. همچنین حاوی میتوکندری، سانتروزوم، سانتروکروماتین، هسته، واکوئل، گرانول و دانه‌های چربی است.

میتوکندری: میتوکندریها دارای ساختمان کروی، میله‌ای یا طنابی شکل‌اند و به‌صورت شاخه‌ای دیده می‌شوند. طول آنها ۳ میکرون و قطر آنها ۰/۳ تا ۱ میکرون است و اغلب به سطح

سانتروزوم یا غشای هسته می‌چسبند. میتوکندریها مقدار زیادی لیپید، در غشای خود دارند. همچنین دارای مقدار کمی DNA و مقدار بیشتری RNA می‌باشند. میتوکندریها ممکن است به‌عنوان محل ذخیرهٔ مواد مورد نیاز سلول در داخل یک لایه روغنی عمل نمایند. همچنین در ایجاد حالت خواب در سلول کمک می‌کنند. علاوه بر اینها، میتوکندری، جایگاه تنفس سلولی است و واکنشهای تولید انرژی در آن صورت می‌پذیرد.

سانتروزوم: استحکام زیادی دارد و به مقدار زیاد از پروتئینهای بازی تشکیل شده است. سانتروزوم متصل به غشای هسته است و تقسیم میوز را رهبری می‌کند.

سانتروکروماتین: این ساختمان به سطح خارجی سانتروزوم متصل است و قسمتی نیز با هسته در تماس می‌باشد. این قسمت در زمان تقسیم به‌صورت یک زنجیرهٔ طولانی دیده می‌شود.

هسته: مخمرها از نظر داشتن یک هسته مشخص و بزرگ از باکتریها متمایز می‌گردند. هسته به‌صورت گرد و یا تخم‌مرغی است و با یک غشای دولایه احاطه می‌شود. هسته از کروموزومها و هستک تشکیل می‌شود. کروموزومها در هنگام جوانه زدن سلول مخمرها به مقدار مساوی بین سلول مادر و دختر تقسیم می‌شوند، بدون آنکه رشتهٔ دوک تشکیل گردد. دیوارهٔ هسته در هیچ دوره‌ای از زندگی مخمر دچار شکستگی نمی‌شود. هسته حاوی مقدار زیادی DNA و پروتئین است. RNA به مقدار کمتری نسبت به سیتوپلاسم در آن وجود دارد.

واکوئل: واکوئلها حفرات موجود در پروتوپلاسم و محل تجمع برخی از ترکیبات هستند. گفته شده که واکوئلها محل جذب اشعهٔ فرابنفش[1] نیز می‌باشند.

گرانولها: گرانولها حاوی دانه‌های متاکروماتیک و گلیکوژن هستند. دانه‌های متاکروماتیک (رنگ دانه‌ها) به مقدار زیادی در قارچها وجود دارند و حاوی عناصر سلولی مهم مورد نیاز قارچ هستند. گرانولها از متافسفاتها و دیگر فسفاتهای غیرآلی، برخی چربیها و احتمالاً مقدار کمی از پروتئینها و اسیدهای ریبونوکلئیک تشکیل یافته‌اند. گلیکوژن ترکیب دیگری است که به‌عنوان مادهٔ غذایی ذخیرهٔ سلول محسوب می‌شود و پس از پایان فعالیت مخمرها در سلول تجمع حاصل می‌کند و هنگامی که این سلولها در محیط جدیدی قرار گرفتند ناپدید شده، با افزایش سن سلول، دوباره ظاهر می‌گردند.

دانه‌های چربی: این دانه‌ها اندازه‌های مختلف دارند و از سیتوپلاسم منشأ می‌گیرند. دانه‌های چربی به مقدار زیادی در سلولهای مخمر وجود دارند. در مرحله اسپورزایی، نقش تأمین غذا را بعهده دارند.

۱ــ Ultra violet

۷ ــ ۳ ــ تولیدمثل و تکثیر قارچها

تولیدمثل قارچها به‌وسیله اسپور انجام می‌گیرد. اسپور در قارچها با آندوسپور باکتریها متفاوت است. آندوسپور باکتریها حیات باکتری را در شرایط نامساعد محیط حفظ می‌کند و یک سلول رویشی به آندوسپور تبدیل شده، سرانجام در شرایط مطلوب و مناسب از تندش[۱] آن مجدداً یک سلول رویشی حاصل می‌گردد و دارای سه مرحله فعال شدن، آغاز تندش و رشد فراگیر است. بنابراین اسپور در باکتریها عامل تکثیر نیست. اما هنگامیکه یک کپک اسپور تشکیل می‌دهد، اسپورها از قارچ مادر جدا شده، سپس با تندش خود کپک جدیدی را بوجود می‌آورند. برخلاف آندوسپور باکتریها، اسپور در قارچها نقش تولیدمثلی دارد و یک سلول اسپور، قارچ چندسلولی کاملی بوجود می‌آورد. اسپور بر روی میسلیومهای هوایی و به روشهای گوناگون (برحسب گونه) بوجود می‌آید. اسپورهای قارچی به‌طریقهٔ جنسی و غیرجنسی بوجود می‌آید. اسپورهای غیرجنسی بر روی میسلیومهای هوایی تشکیل شده، از تندش آنها قارچی بوجود می‌آید که از نظر ژنتیکی مشابه قارچ مادر است. اسپورهای جنسی از ترکیب دو هسته از دو سویه یک‌گونه قارچ حاصل می‌شود. قارچی که از تندش اسپورهای جنسی بوجود می‌آید، ویژگیهای ژنتیکی هر دو سویه را دارا خواهد بود. نظر به اینکه نحوهٔ تولیدمثل در تشخیص و شناسایی قارچها نقش مهمی بازی می‌کند، انواع روشهای تولیدمثل را در کپکها و مخمرها مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۸ ــ ۳ــ تولیدمثل در کپکها

۱ــ ۸ــ۳ــ تولیدمثل غیرجنسی: تولیدمثل غیرجنسی در کپکها ممکن است به روشهای زیر انجام گیرد :

الف ــ قطعه قطعه شدن هیفها: این روش تولیدمثل در قارچهایی که دارای هیف دیواره‌دار هستند دیده می‌شود. بدین صورت که هیف از محل‌بندها و دیواره‌های عرضی قطعه قطعه شده، هر قطعه به‌طور جداگانه شروع به رویش می‌کند. این قطعات یا سلولهای جدا شده را اوئیدیا[۲] یا آرتروسپور[۳] می‌نامند. در قارچهایی که قادر نیستند اسپور یا کنیدی تولید کنند، این روش تنها وسیلهٔ تولیدمثل و بقای آنهاست. به هر حال تقریباً تمامی قارچهای رشته‌ای از این طریق می‌توانند تکثیر پیدا کنند. هیفهای قارچ دارای قدرت رشد فوق‌العاده‌ای هستند و چنانچه به قطعات زیادی هم تقسیم شوند، هرکدام دارای قدرت جوانه زدن و رشد می‌باشند.

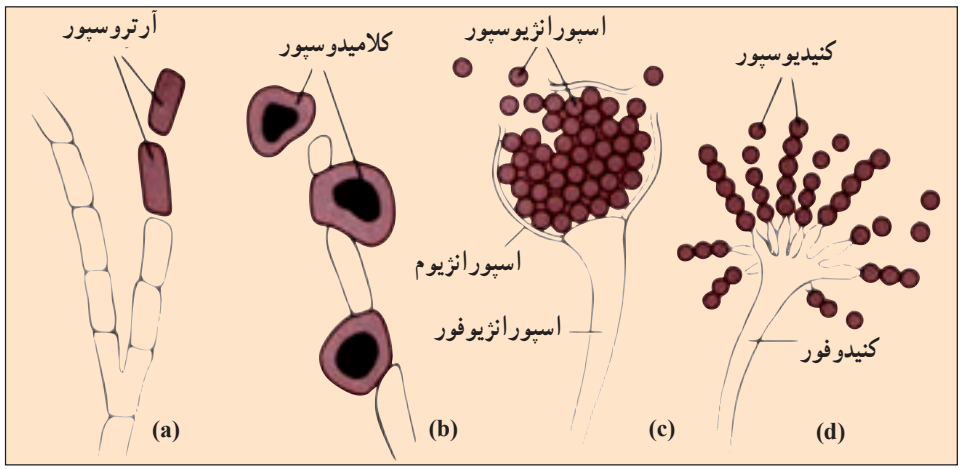
۱ــ عمل تبدیل اسپور به فرم رویشی در میکروارگانیسم را تندش گویند که بوسیله تحریک عوامل فیزیکی و شیمیایی انجام می‌گیرد.

۲ــ Oidia ۳ــ Arthrospore

ب ــ ایجاد کلامیدوسپور[1]: در این حالت برخی از سلولهای هیفهای رویشی گرد شده، دیوارهٔ آنها ضخیم‌تر می‌شود و فرمهای مقاومی ایجاد می‌کنند که به آنها کلامیدوسپور می‌گویند. کلامیدوسپور در بسیاری از قارچها از جمله کاندیدا آلبی‌کنس[2] ایجاد می‌گردد و قادر است شرایط نامساعد محیط مانند دمای پایین، کمبود مواد غذایی و... را تحمل کند.

ج ــ ایجاد بلاستوسپور[3]: در این روش میسلیوم سلولهای مادر جوانه زده، بلاستوسپور ایجاد می‌نماید. این نحوهٔ تکثیر خاص مخمرهاست ولی در گروه زیادی از قارچهای دیگر نیز در دوران خاصی از چرخهٔ زندگی و تحت شرایط محیطی ویژه‌ای صورت می‌گیرد.

د ــ تشکیل اسپورانژیوسپور[4] **و کنیدیوسپور**[5]: این روش رایجترین راه تولیدمثل غیرجنسی در کپکهاست. اسپورها به روشهای مختلفی در محیط پراکنده شده، هنگامیکه در شرایط محیطی مناسب قرار گرفتند، از طریق ایجاد لوله‌زایا شروع به رشد می‌نمایند و توده‌ای از هیفهای مشابه سلولهای مادر را ایجاد می‌کنند. مشخصات این اسپورها با یکدیگر تفاوت دارد. مثلاً رنگ آنها از حالت بی‌رنگ تا سبز، زرد، نارنجی، قرمز، قهوه‌ای و سیاه تغییر می‌کند. اندازهٔ این اسپورها ریز و یا نسبتاً درشت است. شکل آنها کروی، بیضوی، مستطیلی، سوزنی و یا مارپیچی است و هر یک از اسپورها از یک یا چند حجره تشکیل شده است. طرز تشکیل و استقرار این اسپورها نیز بر روی اندامهای تولیدمثلی در انواع مختلف قارچها متفاوت است. اسپورانژیوسپور، نوعی اسپور غیرجنسی



شکل ۳ــ۳ــ تولید مثل غیرجنسی a) قطعه قطعه شدن هیف منجر به ساخته شدن آرتروسپورها می‌شود. b) کلامیدوسپورها سلولهای دیوارهٔ ضخیم درون هیف را گویند. c) اسپورانژیوسپور در داخل اسپورانژ ساخته می‌شود. d) کنیدیوسپور به‌صورت زنجیره‌ای در انتهای کنیدی تشکیل می‌یابد.

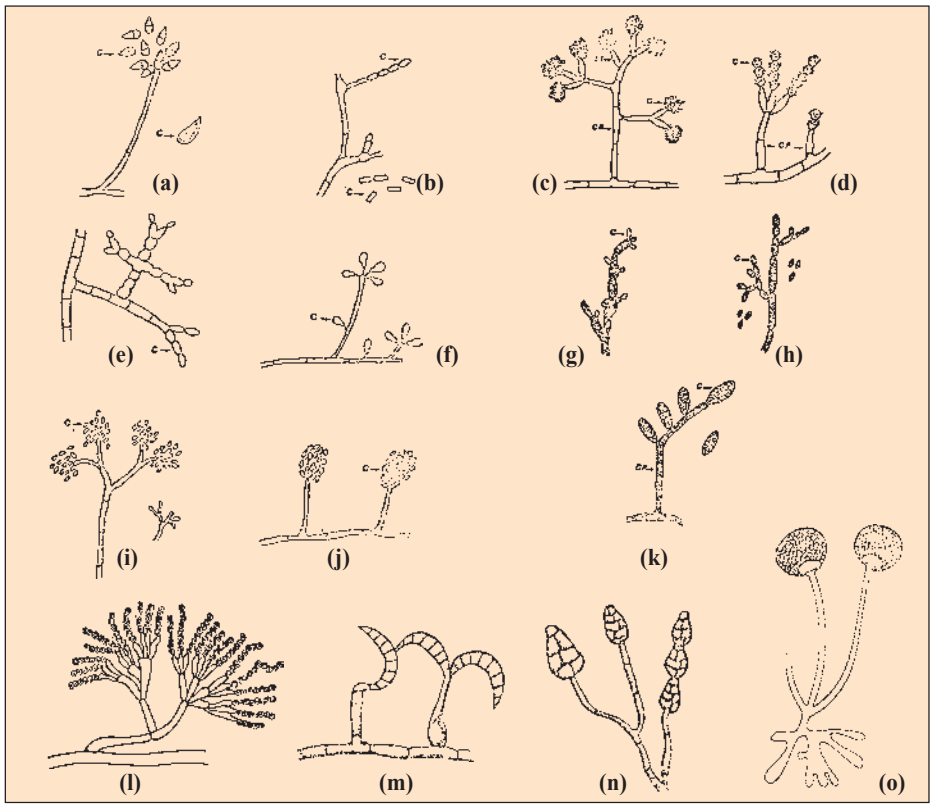
۱ــ Chlamydospore
۲ــ Candidaalbicans
۳ ــ Blastospore
۴ــ Sporangiospore
۵ــ Conidiospore

است که در درون کیسه‌ای به‌نام اسپورانژیوم[1] در انتهای هیف هوایی به‌نام اسپورانژیوفور[2] ساخته می‌شود. نوع دیگر این نوع اسپورها کنیدی یا کنیدیوسپور نامیده می‌شود که به‌صورت تک‌سلولی یا چندسلولی بر روی پایه‌ای به‌طور زنجیره‌ای تشکیل می‌شود مانند قارچ پنی‌سیلیوم.

۲ــ۸ــ۳ــ تولیدمثل جنسی: تولیدمثل جنسی در قارچها عبارت است از آمیزش هستهٔ دو سلول نر و ماده که طی سه مرحلهٔ مشخص به شرح زیر انجام می‌گیرد :

مرحلهٔ اول: در این مرحله که به پلاسموگامی[3] نیز معروف است، پروتوپلاسم دو سلول نر و ماده با یکدیگر مخلوط شده، پروتوپلاسم واحدی را تشکیل می‌دهند.

مرحلهٔ دوم: در این مرحله که کاریوگامی[4] نامیده می‌شود، هسته‌های نر و ماده درهم آمیخته، هستهٔ دیپلوئید تخم را بوجود می‌آورند.



شکل ۴ــ۳ــ فرمهای مختلف اسپورهای غیرجنسی

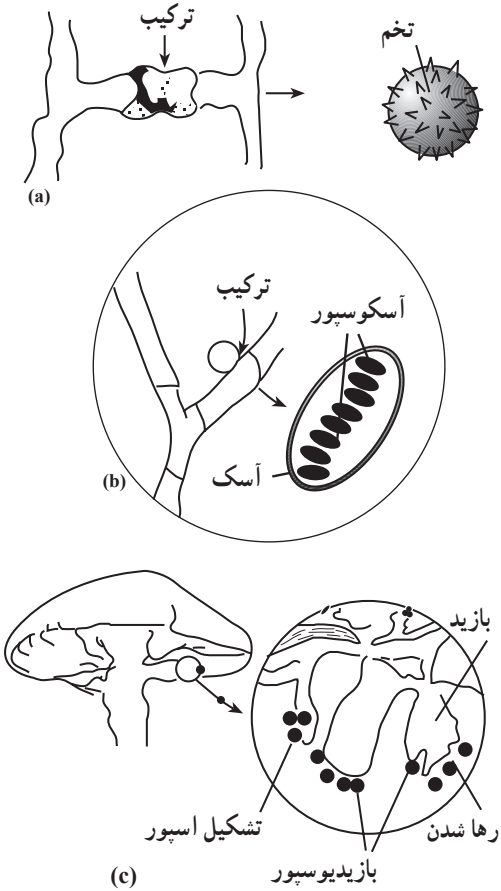
a) Trichothecium, b) Geotrichu, c) Trichoderma, d) Scopulariopsis, e) Monilia, f) Sporotrichum, g) Pullularia, h) Cladosporium, i) Botrytis, j) Cephalos Porium, k) Helminthosporium, l) Penicillium, m) Fusarium, n) Alternariq, o) Rhizopos nigricans

۱ــ Sporangium ۲ــ Sporangiophore ۳ــ Plasmogamy ۴ ــ Karyogamy

مرحلهٔ سوم: در این مرحله سلولی که در مرحلهٔ کاریوگامی تشکیل شده (دیپلوئید) به روش میوز یا تقسیم با کاهش کروموزومی تقسیم یافته، درنتیجه از سلول اصلی که دارای 2n کروموزوم است سلولهایی بوجود می‌آید که هر یک دارای n کروموزوم (هاپلوئید) می‌باشد. برخی از این اسپورها ترکیب ژنتیکی تازه‌ای را دارا می‌باشند. در میان قارچها اسپورهای جنسی بمراتب کمتر از اسپورهای غیرجنسی تولید می‌گردد و اغلب اسپورهای جنسی فقط تحت شرایط خاصی بوجود می‌آید. اسپورهای جنسی در قارچها مبنایی برای گروه‌بندی آنهاست. در اینجا به برخی از انواع اسپورهای جنسی اشاره می‌شود.

۳ــ ۸ــ۳ــ زیگوسپور[1]: نوعی از اسپورهای جنسی است که در یک دیوارهٔ ضخیم محصور است و از ترکیب هسته‌های دو سلول مشابه از نظر شکلی حاصل می‌گردد. این نوع اسپور خاص شاخهٔ زیگومیستهاست. زیگومیستها کپکهای ساپروفیتی هستند که هیفهای بدون دیواره عرضی دارند. شایعترین مثال برای آنها ریزوپوس نیگریکانس یا کپک سیاه نان می‌باشد. اسپورهای غیرجنسی این کپک به‌صورت اسپورانژیوسپور می‌باشد. اسپورانژیوسپورهای سیاه در درون اسپورانژ باعث شده که نام این قارچ را «کپک سیاه» بنامند. از این کپک امروزه در تهیه ترکیبات کورتونی که در مداوای بسیاری از بیماریها کاربرد دارند استفاده می‌شود.

۴ ــ ۸ــ۳ــ آسکوسپور[2]: این نوع از اسپورهای جنسی از ترکیب هسته‌های دو سلول متشابه یا نامتشابه از نظر شکلی حاصل می‌شود. این نوع اسپورها در درون ساختمان کیسه مانندی به‌نام «آسک» تولید می گردد. درون هر آسک ۲ تا ۸ آسکوسپور وجود دارد. آسکوسپور در قارچهای شاخه‌ای آسکومیست دیده می‌شود. آسکومیستها



شکل ۵ ــ۳ ــ اسپورهای جنسی.
a) زیگوسپور b) آسکوسپور c) بازیدیوسپور

۱ــ Zygospore ۲ــ Ascospore

یا قارچهای کیسه‌دار شامل کپکهای دارای هیفهای دیواره‌دار و نیز مخمرها می‌باشند. چون اسپور این قارچها در درون آسک قرار دارد از این نظر آنها را کیسه‌داران نیز می‌نامند. اسپورهای غیرجنسی در آنها به‌صورت کنیدیوسپورهای زنجیره‌ای است که در انتهای کنیدیوفور قرار می‌گیرد. نمونه بارز این نوع قارچها، پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس می‌باشد که در ساخت بسیاری از ترکیبات دارویی و آنتی بیوتیکها و مواد شیمیایی از آنها استفاده می‌شود.

۵ــ ۸ــ ۳ــ بازیدیوسپور[1]: بازیدیوسپور در ساختمان خارج سلولی به‌نام بازیدی تشکیل می‌گردد. معمولاً هر بازیدی دارای چهار بازیدیوسپور می‌باشد. این نوع اسپورهای جنسی در شاخهٔ بازیدیومیسیتها دیده می‌شود.

۹ــ ۳ــ تولیدمثل در مخمرها

۱ــ ۹ــ ۳ــ تولیدمثل غیرجنسی: متداولترین روش تکثیر مخمرها، جوانه زدن است که تقریباً در همهٔ مخمرها دیده شده است. جوانه زدن هنگامیکه سلول مخمر به اندازهٔ خاصی رسید اتفاق می‌افتد. در طول مرحلهٔ جوانه زدن ممکن است یک سلول مادر از نقاط مختلف جوانه زده، همینطور جوانه‌ها نیز به نوبهٔ خود سلولهای جدیدی ایجاد نمایند، بدون آنکه از سلول مادری جدا شوند. در این حالت مجموعه‌ای از مخمرها بوجود آمده که به‌صورت زنجیری کنار هم قرار گرفته‌اند.

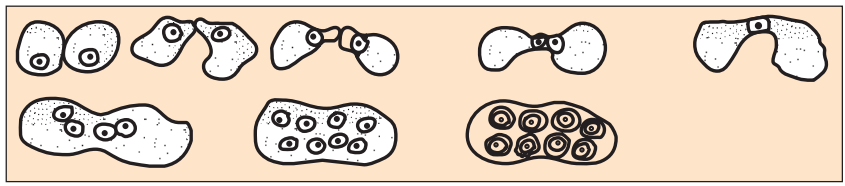
۲ــ۹ــ۳ــ تقسیم دوتایی: در تعداد کمی از مخمرها تولیدمثل به روش دوتایی صورت می‌گیرد. این روش تقسیم شبیه تقسیم در باکتریها است. در این روش تقسیم، ابتدا سلول مخمر به اندازهٔ خاصی بزرگ شده، سپس یک دیوارهٔ عرضی در وسط تشکیل می‌شود. دو سلول به طرفین کشیده شده، انتهای آنها گرد می‌گردد. این چرخه ممکن است چندین بار صورت گیرد. بدون اینکه سلولها از یکدیگر جدا شوند در این حالت زنجیره‌ای از مخمرها ایجاد شده که شبیه میسلیوم کپکها به‌نظر می‌رسد. سلولها سرانجام از یکدیگر جدا می‌شوند.

۳ــ ۹ــ۳ــ تولید اسپورهای غیرجنسی: تولید اسپورهای غیرجنسی در مخمرها درواقع روشی برای تولیدمثل نیست بلکه برای بقای آنهاست. در این حالت سلولهای مخمر پس از اینکه جوانه زدن در آنها متوقف شد، می‌توانند زنده بمانند. در سلولهای هرگونه به‌طور معمول تعداد معینی اسپور تولید می‌گردد. سلولهایی مولد آسک[2] هستند و اسپورهای آنها آسکوسپور نامیده می‌شوند. در بیشتر گونه‌ها در هر سلول چهار اسپور تولید می‌شود و در گروهی دیگر ممکن است یک، دو و در موارد نادری هشت اسپور ایجاد شود.

۱ــ Bazidiospore ۲ــ Asci

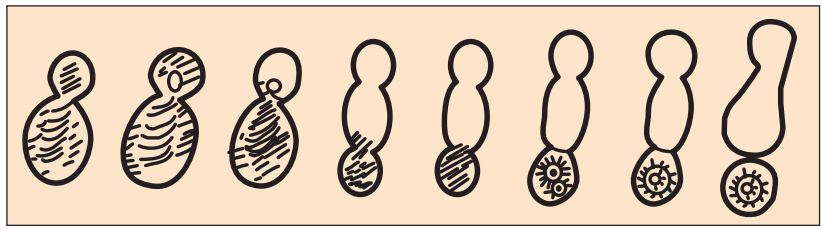
۱۰ ــ ۳ــ تولیدمثل جنسی

۱ــ۱۰ــ۳ــ روش ایزوگامی: در این روش دو گامت مشابه با هم آمیزش می‌کنند بدین معنی که دو سلول مشابه که مجاور هم قرار دارند، به‌وسیلهٔ کانال آمیزشی به همدیگر متصل می‌گردند. در چنین شرایطی این دو سلول گامت نامیده می‌شوند. دیواره‌ای که دو گامت را از همدیگر مجزا می‌کند، بسرعت ناپدید شده و هسته‌های هرکدام به داخل کانال آمیزشی وارد می‌گردند. نتیجه این عمل تشکیل یک سلول منفرد یا زیگوسپور است. سپس زیگوسپور بزرگ شده، در پی آن تقسیم هسته اتفاق می‌افتد. هسته‌ها به‌وسیلهٔ سیتوپلاسم احاطه و اطراف آن دیواره تشکیل می‌شود.



شکل ۶ ــ۳ــ روش ایزوگامی

۲ــ۱۰ــ۳ــ روش هتروگامی: در این روش دو سلول غیرمشابه با هم آمیزش می‌کنند. آسک درنتیجه امتزاج دو گامت با بزرگی متفاوت ایجاد می‌شود. سلول بزرگتر در واقع سلول مادر و دیگری جوانه محسوب می‌شود چون در جوانه فضای کافی برای آمیزش هسته‌ها نیست، اسپورها در سلول مادر بوجود می‌آیند. هنگامی که دو سلول با هم آمیختند، محتوای گامت نر با جوانه به داخل گامت مادر وارد شده، سپس یک سلول جدید از طریق جوانه زدن ایجاد می‌شود و محتوی سلول مادر به داخل آن وارد می‌گردد. این سلول جدید یک آسک را تشکیل می‌دهد که معمولاً حاوی یک آسکوسپور می‌باشد.



شکل ۷ ــ۳ــ تشکیل یک آسک به روش آمیزش هتروگامی

۳ــ۱۰ــ۳ــ آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی: این روش فرم نادری در آمیزش مخمرهاست. در این روش، دو سلول یا گامت از لحاظ اندازه شبیه هم هستند و از نظر جنسی هیچ تمایزی را نشان نمی‌دهند. اما پس از آمیختن گامتها، محتوای یکی از سلولها به سلول دوم وارد

می‌شود که اولی گامت نر و دومی گامت ماده نام دارد. آسکوسپور دو سلول مادر تشکیل می‌شود و معمولاً تعداد آنها دوتاست.

۴ــ۱۰ــ۳ــ آمیزش آسکوسپور: در برخی از گونه‌ها، بین آسکوسپورهای یک نوع، آمیزش ایزوگامی صورت می‌گیرد و یک آسک تولید می‌شود. برخی از اسپورها به‌تنهایی قادرند جوانه بزنند و بقیه قبل از جوانه زدن باید جفت شده، آمیزش نمایند. این بدین معناست که بعضی از اسپورهای گروه اخیر مجبور به آمیزش با آسکوسپورهای مختلف می‌باشند. ترکیب آسکوسپورها به‌عنوان آمیزش حقیقی تلقی نمی‌شود ولی به‌عنوان یک روش جدیدی که جای باروری جنسی طبیعی را می‌گیرد تلقی می‌شود.

۵ــ۱۰ــ۳ــ بکرزایی[1]: به مفهوم ایجاد ارگانیسم از سلول غیر بارور است و در واقع یک فرم تغییر یافته تولیدمثل است و نباید با روش غیرجنسی اشتباه شود. در برخی از مخمرها تولیدمثل جنسی مشاهده نشده است.

۱۱ــ۳ــ نقش قارچها در صنایع غذایی

۱ــ۱۱ــ۳ــ زیانهای ناشی از قارچها: قارچها دارای ویژگیهای تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی خاصی هستند که از نظر اقتصادی در زندگی انسان مؤثرند از جملهٔ این خصوصیّات موارد زیر می‌باشد :

۱ــ قارچها معمولاً در pH اسیدی (حدود ۵) که برای رشد اکثر باکتریها نامناسب است رشد می‌کنند.

۲ــ اغلب قارچها هوازی هستند.

۳ــ اکثر قارچها در برابر فشار اسمزی مقاوم‌تر از باکتریها هستند و از اینرو می‌توانند در محلولهای غلیظ قندی و نمکی رشد نمایند.

۴ــ قارچها می‌توانند بر روی موادی با رطوبت کم ــ که برای باکتریها نامناسب است ــ رشد نمایند.

۵ ــ قارچها برای رشد به ازت کمتری نسبت به باکتریها نیاز دارند و از نظر غذایی کارایی بیشتری داشته، کم‌توقع و سازش پذیرترند. بنابراین براحتی بر روی موادی نظیر چرم و رنگها رشد می‌کنند.

با توجه به موارد فوق، فساد بسیاری از مواد غذایی مثل میوه‌ها، دانه‌ها و سبزیها و... به‌وسیلهٔ قارچها نباید عجیب باشد در حالیکه این مواد غذایی به‌وسیلهٔ باکتریها کمتر دچار فساد می‌شوند. در سطح شکافته نشدهٔ این قبیل مواد غذایی رطوبت کمی وجود دارد و بخش درونی میوه‌ها نیز برای رشد اکثر باکتریها اسیدی است. درحالیکه قارچها هم در رطوبت کم و هم محیط اسیدی براحتی

۱ــ Partenogenes

رشد می‌کنند. مربا و ژله اسیدی هستند و به علت داشتن قند زیاد، فشار اسمزی بالایی دارند. رشد باکتریها در این شرایط امکان‌پذیر نیست اما قارچها و بخصوص کپکها در این محیط قادر به رشدند. ریختن یک لایه پارافین در بالای ظروف محتوی ژلوز و یا رب گوجه‌فرنگی رشد کپکها را متوقّف می‌سازد. زیرا کپکها هوازی هستند و لایهٔ پارافین از نفوذ اکسیژن به داخل محتویات جلوگیری می‌کند. غذاهای دیگری مثل گوشت، آنقدر محیط مناسبی برای رشد باکتریها هستند که در رقابت، قارچها از رشد بازمی‌مانند. توانایی قارچها برای رشد در رطوبت کم، اهمیت آنها را به‌عنوان عوامل بیماریزای گیاهی افزایش می‌دهد. البته باید بدانیم که بیماریهای باکتریایی در گیاهان زیاد نیستند.

در انسان نیز قارچها قادر به تولید بیماری هستند. بسیاری از بیماریهای پوستی در نتیجه رشد قارچها بر روی سطح پوست ایجاد می‌شود. همچنین کچلی نیز در اثر رشد قارچها در بین دامها و انسانها نسبتاً شایع است.

بیماری ارگوتیسم[1] ــ که در قرون وسطی در اروپا شیوع داشت ــ به‌وسیلهٔ سم تولید شده از یک قارچ به‌نام کلاویسپس‌پورپورآ[2] ایجاد می‌گردد. این سم که ارگوت نام دارد، در انسان حالت خلسه ایجاد می‌کند. همچنین با انقباض مویرگها سبب کاهش یا قطع جریان خون در دست و پاها و قسمتهای انتهایی بدن و موجب مرگ سلولی آنها می‌شود.

بسیاری از سموم در اثر رشد قارچها روی دانه‌های غلات ایجاد می‌گردند. مثلاً آفلاتوکسین سم مهلک و خطرناکی است که در اثر رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس[3] بر روی دانه‌های خوراکی (غلات، حبوبات و مغزها) ایجاد می‌شود. اگر مواد غذایی آلوده به سم آفلاتوکسین به مصرف تغذیه انسان و دامها برسد خسارت هنگفتی را به بار می‌آورد. برخی از قارچهای چتری سمومی تولید می‌کنند که با خوردن قارچ اثرات خود را در بدن ظاهر می‌سازند. مهمترین این سموم قارچی،آمانیتافالوئیدس[4] است که فرشته مرگ نیز نامیده می‌شود. سموم این قارچ یعنی فالوئیدین و آمانیتین سموم عصبی قوی هستند که انتقال جریان عصبی را متوقف می‌سازند. خوردن این نوع قارچها سبب مرگ انسان خواهد شد.

۲ــ۱۱ــ۳ــ اهمیت قارچها در صنعت: استفاده از قارچها در صنعت برای تولید محصولات مهم در نیم‌قرن گذشته به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. البته باید متذکر شد که استفاده از قارچ، از زمانهای بسیار دوری شروع شده و انسان، به انرژی قارچها آگاه بوده است. بهترین نمونهٔ شناخته شده از بکارگیری فعالیتهای بیوشیمیایی قارچها از سوی انسان پیشین، تخمیر نوشابه‌های الکلی در دوران فراعنه[5]

۱ــ Ergotism
۲ــ Claviceps Purpurea
۳ــ Aspergillus Flavus
۴ــ Amanita Phalloides
۵ــ Pharaohs

است. همچنین استفاده از مخمرها در ورآمدن خمیر به دوران ظهور کتابهای مقدس برمی‌گردد. انسان در گذشته‌های دور از قارچهای عالی و خوراکی به عنوان مادهٔ غذایی استفاده می‌کرده است و هم‌اکنون نیز در ژاپن و بسیاری از کشورهای آسیایی و اروپا، قارچهای خوراکی جزو لذیذترین غذاها هستند. تولید انواع نوشابه‌ها و ترکیبات درمانی، آنتی بیوتیکها، انواع ویتامینها، هورمونها و... و بسیاری از فرآورده‌های تخمیری نظیر پنیر بیانگر نقش مهم قارچها در زندگی بشر می‌باشد. امروزه تعداد رو به افزایشی از تولیدات مهم صنعتی به کمک قارچها صورت می‌گیرد.

۳ــ۱۱ــ۳ــ قارچهای مهم در صنایع غذایی: از مهمترین قارچها در صنایع غذایی در دو گروه مشخص کپکها و مخمرها به جنسها و گونه‌های مهم زیر می‌توان اشاره نمود :

ــ کپکها

۱ــ *جنس رایزوپوس:* گونه رایزوپوس استولونیفر (Rhizopus Stolonifer) که به‌نام کپک معمولی نان معروف است و در صنعت از آن برای ساختن و تهیه اسیدفوماریک و بعضی مواد دارویی استفاده می‌شود.

۲ــ *جنس موکور (Mucor):* نیز در فساد بسیاری از مواد غذایی و فرآورده‌های آن دخالت دارد. گونه شایع آن موکورراسموسوس (M.racemosus) است و گونه موکورراکسی‌ئی (M.rouxii) در تخمیر نشاسته و تولید الکل بکار برده می‌شود. موکورها در عمل آوردن پنیر و بعضی از غذاهای مناطق گرمسیری نیز دارای اهمیت‌اند.

۳ ــ *جنس آسپرژیلوس (Aspergillus):* جنس آسپرژیلوس دامنهٔ انتشار بسیار وسیعی دارد. قارچهای آسپرژیلوس می‌توانند بر روی انواع زیادی از محیطهای غذایی زندگی نمایند زیرا این قارچها قادر به ترشح و ایجاد انواع زیادی آنزیم می‌باشند. گونه آسپرژیلوس نایجر در تولید اسیدسیتریک و اسید گلوکونیک کاربرد دارد. آسپرژیلوس اوریزه برای تخمیر کردن انواع مواد غذایی تخمیری و تهیه یک نوع الکل آشامیدنی از برنج بکار می‌رود. از گونه آسپرژیلوس ونتی‌ئی (A.wentii) در عملیات روغن‌کشی از دانه‌های سویا استفاده می‌کنند زیرا قدرت نرم‌کنندگی این قارچ بر روی نسوج سخت سویا بسیار عالی می‌باشد.

۴ــ *جنس پنی‌سیلیوم (Penicillium):* این قارچها به‌طور معمول روی مرکبات، میوه‌ها، ژله‌ها، مرباها یا بر روی سایر مواد خوراکی که با اسپور مربوط آلودگی پیدا کرده باشد، ایجاد کپکهایی به رنگ سبز یا آبی می‌نماید. گونه‌های مختلف جنس پنی‌سیلیوم به میوه‌ها حمله نموده، موجب خرابی و فساد آنها می‌شود. برای مثال گونه‌های پنی‌سیلیوم ایتالیکوم (P.italicum) یا کپک آبی با کنیدی‌های

سبز ــ آبی و پنی‌سیلیوم دیژیتاتوم (P.digitatum) دارای کنیدی تخم‌مرغی سبز ــ زرد که پاتوژنهای معمولی میوه مرکبات می‌باشد.

۵ ــ جنس *نوروسپورا (Neurospora)*: گونه نوروسپوراسیتوفیلا (N.sitophila) که به‌نام کپک نان یا کپک قرمز نان معروف است. این قارچ در صنایع نانوایی خسارات قابل ملاحظه‌ای به بار می‌آورد.

۶ ــ جنس *آلترناریا (Alternaria)*: دارای انتشار جهانی است. بعضی از گونه‌های آن گندرو بوده، در فساد مواد غذایی مؤثرند.

۴ــ۱۱ــ ۳ــ مخمرها: مخمرهای مهم، در صنعت عبارتند از :

۱ــ جنس شیزوساکارومایسیس (Schizosaccharomyces): که اغلب در میوه‌های مناطق گرمسیری، ملاس، خاک و عسل دیده می‌شود.

۲ــ جنس ساکارومایسیس (Saccharomyces): گونهٔ (S.cerevisiae) در صنایع غذایی کاربرد فراوان دارد و سوشهای خاصی برای ورآوردن خمیر و تولید الکل، گلیسرول مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳ــ جنس زیگوساکارومایسیس (Zygosaccharomyces): این مخمر به علت توانایی قابل توجه در رشد بر روی مواد قندی با غلظت بالا مورد توجه است و در فساد عسل، ملاس و شربت اثر می‌گذارد.

۴ ــ جنس هانسنولا (Hansenula): این قارچ از لحاظ ظاهر شبیه پیشیا است ولی به‌طور معمول دارای قدرت تخمیر بیشتری می‌باشد. بعضی گونه‌ها تشکیل لایه نازک می‌دهند.

۵ــ جنس هانسنیاسپورا (Hanseniaspora): این مخمر لیمویی شکل است و اغلب بر روی مواد غذایی دیده می‌شود.

۶ــ جنس کاندیدا (Candida): این جنس در فرآورده‌های شیر برای فعال نمودن باکتریهای مولد اسیدلاکتیک و افزایش آنها بکار گرفته می‌شود و باعث فساد کره می‌گردد.

۷ــ جنس رودوتورولا (Rhodotorula): این مخمر به رنگهای زرد، صورتی و یا قرمز دیده شده و باعث تغییر رنگ مواد غذایی بخصوص گوشت می‌گردد.

ارزشیابی فصل سوم

۱ــ قارچها چه موجوداتی هستند؟

۲ــ چون قارچها ..... هستند نمی‌توانند از نور خورشید برای غذاسازی خود استفاده کنند.

۳ــ انواع قارچها را از نظر نحوهٔ زندگی و تأمین غذا توضیح دهید.
۴ــ ساختمان رویشی کپکها را شرح دهید.
۵ــ ساختمان رویشی مخمرها را شرح دهید.
۶ــ هیف، میسلیوم و سپتا چیست؟
۷ــ تفاوت میسلیوم رویشی و زایشی را شرح دهید.
۸ــ منظور از قارچهای دو شکلی چیست؟ توضیح دهید.
۹ــ اجزای ساختمان سلولی کپکها را نام ببرید.
۱۰ــ قسمتهای مختلف ساختمان اسپورکپکها را نام ببرید.
۱۱ــ اسپور قارچها و باکتریها را با یکدیگر مقایسه نمایید.
۱۲ــ ساختمان سلولی یک مخمر را شرح دهید.
۱۳ــ نقش دانه‌های چربی در زندگی مخمرها را توضیح داده، منشأ آنها را بیان کنید.
۱۴ــ روشهای تولیدمثل غیرجنسی در کپکها را نام ببرید.
۱۵ــ کلامیدیوسپور چگونه تشکیل می‌شود؟
۱۶ــ تفاوتهای اسپورانژیوسپور و کنیدیوسپور را با رسم شکل بنویسید.
۱۷ــ مراحل تولیدمثل جنسی را در قارچها بنویسید.
۱۸ــ آسکوسپور چیست و چگونه ایجاد می‌شود؟
۱۹ــ رایجترین روش تکثیر غیرجنسی در مخمرها چیست؟ آن را توضیح دهید.
۲۰ــ تقسیم به روش دوتایی در مخمرها چگونه انجام می‌شود؟
۲۱ــ روشهای تولیدمثل جنسی در مخمرها را بنویسید.
۲۲ــ آمیزش حد واسط ایزوگامی و هتروگامی را توضیح دهید.
۲۳ــ ویژگیهای رشد قارچها را بنویسید.
۲۴ــ چرا میوه‌ها بیشتر به‌وسیلهٔ قارچها فاسد می‌شوند؟
۲۵ــ چرا با ریختن یک لایه پارافین بر روی رب گوجه‌فرنگی می‌توان آن را از کپک‌زدگی محفوظ داشت؟
۲۶ــ آفلاتوکسین چیست؟
۲۷ــ از مخمرهای مهم در صنعت فقط چهار مورد را نام ببرید.
۲۸ــ نام علمی جنس و گونه کپک معمولی نان را بنویسید.

فصل چهارم

تعریف ویروسها و تشریح ساختمان آنها

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

۱ــ ویروسها را تعریف نماید.

۲ــ ساختمان ویروسها را توضیح دهد.

۳ــ ویروسها را برحسب ساختمان ظاهری طبقه‌بندی نماید.

۴ــ مراحل رشد باکتریوفاژ را نام ببرد.

۵ــ مراحل مختلف رشد ویروسهای حیوانی را شرح دهد.

۶ــ باکتریوفاژ را تعریف کند.

۷ــ نحوهٔ تکثیر ویروسهای باکتریایی را شرح دهد.

۸ــ همانندسازی، مونتاژ و انهدام میزبان را شرح دهد.

۹ــ پدیدهٔ لیزوژنی را توضیح دهد.

۱۰ــ بیماریزایی ویروسها را شرح دهد.

۱۱ــ علایم کلینیکی ویروسها را بیان نماید.

۱۲ــ نحوهٔ دفاع بدن در مقابل ویروسها را بیان نماید.

۱۳ــ تغییرات ناشی از عفونت ویروسها را بیان نماید.

۱۴ــ انترفرون را تعریف و مکانیسم عمل آن را شرح دهد.

۱۵ــ بهترین محیطی را که ویروسها قادرند برای مدتی در آن فعالیت نمایند نام ببرد.

۱۶ــ نحوهٔ انتشار ویروس در طبیعت را بیان نماید.

۱ــ ۴ــ ویروسها

ویروسها کوچکترین و ساده‌ترین موجودات زنده هستند که از پروتئین و یک نوع اسید نوکلئیک (DNA یا RNA) ساخته شده‌اند. پوشش پروتئینی در اطراف اسید نوکلئیک قرار گرفته است (گاهی اوقات پوشش دیگری مرکب از لیپید، پروتئین و هیدرات کربن بر روی غلاف پروتئینی وجود دارد).

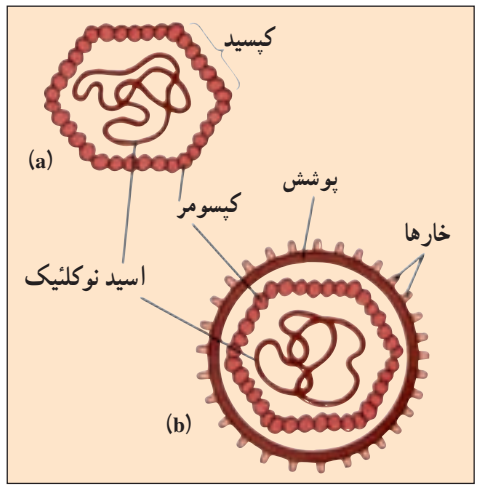
از آنجا که ویروسها فاقد آنزیمهای لازم برای متابولیسم هستند و یا تعداد معدودی، آن را

دارند، از این رو برای تکثیر می‌باید از سیستم متابولیکی سلول میزبان استفاده نمایند. این کیفیت از نظر پزشکی برای پیدا کردن داروهای ضد ویروسی اهمیت زیادی دارد، زیرا اکثر داروهایی که تکثیر ویروسها را متوقف می‌سازند بر اعمال سلول نیز اثر می‌گذارند و به همین دلیل مصرف آنها از نظر پزشکی به خاطر سمی بودن مجاز نیست. با این وجود حضور لیپیدها در سطح خارجی بعضی از ویروسها آنها را در برابر حلالهای لیپید نظیر اِتر، عوامل اِمولسیون کننده نظیر املاح صفراوی و پاک‌کننده‌ها حساس و آسیب‌پذیر می‌سازد.

ویروسها فقط در درون سلولهای گونه‌های خاصی تکثیر پیدا می‌کنند و به همین دلیل آنها را به سه گروه اصلی به نام ویروسهای حیوانی، ویروسهای باکتریایی (باکتریوفاژها) و ویروسهای گیاهی تقسیم می‌کنند (پروتیستها و قارچها نیز ممکن است مورد حمله ویروسها قرار گیرند). در هر رده هر نوع ویروس معمولاً فقط سلولهای گونهٔ خاصی را می‌تواند آلوده سازد.

۲ــ۴ــ ساختمان ویروسها

هر ذرهٔ ویروسی که ویریون[۱] نامیده می‌شود از یک هستهٔ حاوی اسید نوکلئیک (RNA یا DNA) که به وسیلهٔ پوشش پروتئینی به نام کپسید[۲] احاطه می‌شود ساخته شده است. هر کپسید از واحدهای کوچک پروتئینی به نام کپسومر[۳] ساخته شده است در برخی از ویروسها، پروتئین سازندهٔ کپسول از یک نوع و در عدهٔ دیگر از چند نوع پروتئین ساخته شده است. ویروسهایی را که کپسید آنها به وسیله پوشش، پوشانیده نشده است ویروسهای برهنه می‌نامند.



شکل ۱ــ۴ــ ساختمان کلی دو نوع ویروس.
a) ویروس برهنه
b) ویروس پوشش‌دار با خارهای سطحی

۱ــ Virion ۲ــ Capsid ۳ــ Capsomere

در ویروسهای برهنه کپسید، اسید نوکلئیک را از تأثیر آنزیمهای نوکلئاز در مایعات بیولوژیک حفظ کرده، چسبیدن آنها را به سلولهای میزبان حساس فراهم می‌سازد.

۳ــ۴ــ تکثیر و تولید مثل ویروسها

ویروسها به علت سادگی ساختمان و کوچکی جثه نمی‌توانند به تنهایی ادامهٔ حیات دهند، بلکه برای فعالیت زیستی خود احتیاج به سلول مناسبی دارند که در داخل آن رشد نمایند. رشد ویروسها نتیجه فعل و انفعال آنها با سلولهای میزبان است.

۴ــ۴ــ رشد

از نظر کلی رشد ویروسهای حیوانی و باکتریوفاژها شبیه یکدیگر است اما در جزئیات متفاوت می‌باشند. ذیلاً مراحل مختلف رشد ویروسهای حیوانی به اختصار شرح داده می‌شود.

ــ مرحله اتصال ویروس به سطح خارجی سلول از طریق پوشش پروتئینی ویروس (ویروسهای حیوانی فاقد دم می‌باشند).

ــ وارد شدن ویروس ؛ در این مرحله تمامی ویروس وارد سلول می‌شود.

ــ جدا شدن پوشش پروتئینی (کپسید) ویروس از اسید نوکلئیک آن[1]

ــ سنتز مواد ویروسی که برحسب نوع ویروس ممکن است در سیتوپلاسم هسته یا در هر دو بخش سلول انجام گیرد.

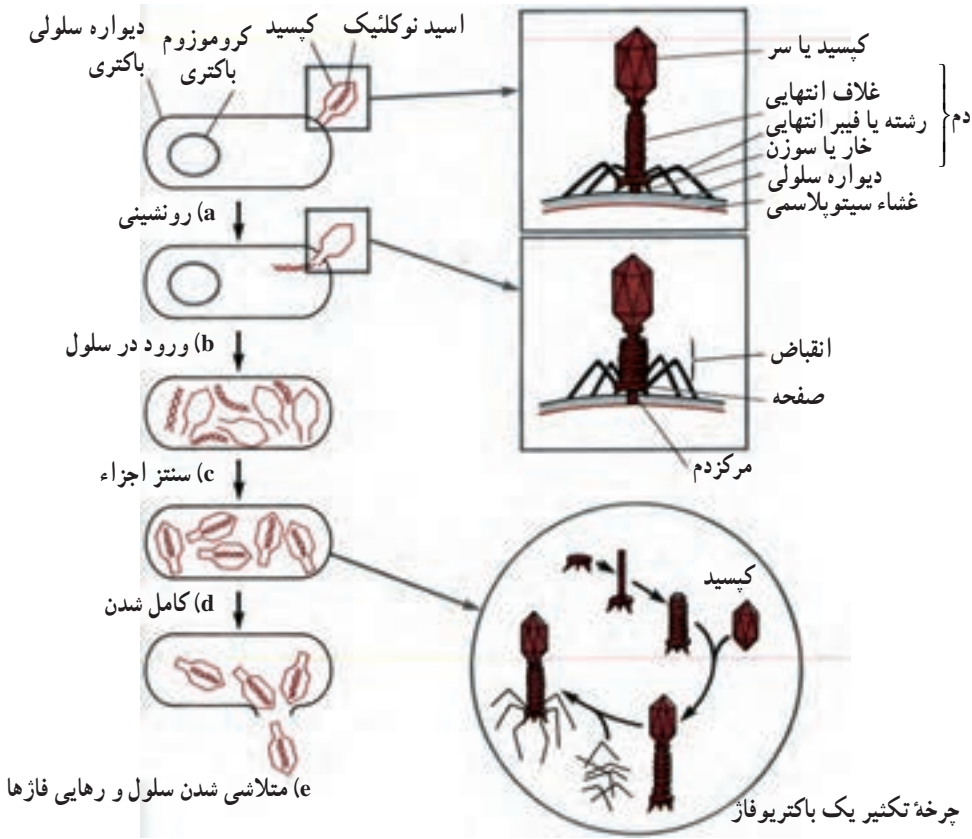
ــ کامل شدن ویروسها

ــ آزاد شدن ویروسهای کامل که بر حسب نوع ویروس به چند طریق صورت می‌گیرد. مثلاً ویروسهای پولیو از منافذی که در غشای سلول ایجاد کرده‌اند تدریجاً خارج می‌شوند در حالی که ویروس آنفلوآنزا، ویروسهای مولد سرطان خون و سرطان پستان به طریق جوانه زدن از سلول میزبان جدا می‌گردند در این مورد اسید نوکلئیک و پوشش پروتئینی ویروس در سیتوپلاسم سلول ساخته می‌شود و نوکلئو پروتئین تشکیل شده در حالی که قسمتی از غشای سلول را همراه خود می‌برد. به‌صورت جوانه‌زدن از سلول میزبان مشتق گردید بنابراین بعضی از مواد از جمله آنتی‌ژنهای سلولی ممکن است در سلول و ویروس هر دو یافت شوند. ویروسهایی که بدین طریق رشد می‌کنند با میزبان خود رابطه همزیستی دارند و معمولاً رشد آنها به مرگ سلول منجر نمی‌گردد.

۱ــ Uncoating

۵ــ۴ــ باکتریوفاژها[1]

تعریف: باکتریوفاژها یا فاژها، ویروسهایی هستند که باکتریها را عفونی می‌کنند. فاژها در سال ۱۹۱۵ «م» در انگلستان و در سال ۱۹۱۷ «م» به طور مستقل در انستیتو پاریس کشف شدند بدین صورت که فردریک تورت[2] مشاهده نمود که کلونیهای باکتریها بعضی اوقات حل شده و ناپدید می‌گردند و این حل شدن از یک کلونی به کلونی دیگر منتقل می‌شود و حتی مواد به دست آمده از کلونیهای حل شده (لیز شده) که از صافیهای باکتریولوژیک عبور داده شده بود در رقّت بسیار زیاد توانایی انتقال اثر حل کنندگی را داشت (جز در اثر حرارت) که وی عامل حل کنندگی را احتمال وجود ویروس دانست.



شکل ۲ ــ۴ــ چرخه تکثیر یک باکتریوفاژ. a) رونشینی، b) نفوذ در سلول، c) بیوسنتز اجزاء سلولی (کپسید و DNA)، d) کامل شدن ذرات ویروسی، e) متلاشی شدن سلول میزبان و آزاد شدن ویروسهای جدید

۱ــ Bacteriophage ۲ــ Frederic w.Towrt

۱ــ ۵ــ۴ــ صفات عمومی: باکتریوفاژ به معنای (باکتری خوار) کوچکترین و ساده‌ترین موجودات بیولوژیکی هستند که قادر به همانندسازی می‌باشند. باکتریوفاژها به طور وسیعی در طبیعت پراکنده‌اند. برای اغلب باکتریها، باکتریوفاژ وجود دارد.

باکتریوفاژها مثل همهٔ ویروسها دارای یک هسته[۱] از جنس اسید نوکلئیک هستند که به‌وسیلهٔ یک پوشش پروتئینی به نام کپسید پوشانیده شده است. ویروسهای باکتریایی به اشکال مختلف دیده می‌شوند اگر چه بعضی از آنها دمی دارند که از خلال آن اسید نوکلئیک خود را به داخل بدن میزبان تزریق می‌کنند. باکتریوفاژها به دو گروه عمدهٔ کشنده[۲] یا بیماریزا[۳] و غیربیماریزا[۴] تقسیم می‌شوند.

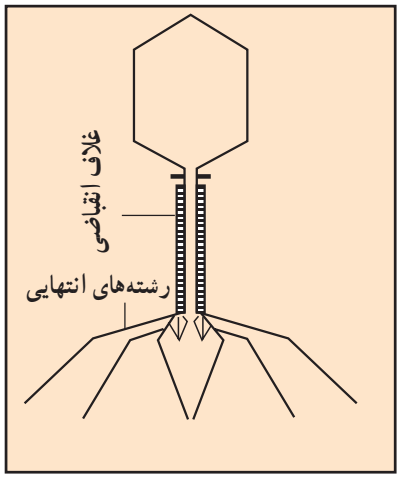
اگر سلولی به وسیله یک فاژ کشنده آلوده شود تعداد زیادی از ویروسهای جدید تولید می‌گردد و در انتها سلول میزبان متلاشی یا لیز می‌شود و تعداد زیادی فاژ جدید از آن آزاد می‌گردد تا سلولهای دیگر را آلوده نمایند. به این جریان چرخه انهدامی[۵] گفته می‌شود. در عفونتهای نوع آرام یا معتدل نتیجهٔ کار به زودی ظاهر نمی‌شود. اسید نوکلئیک ویروس در سلول میزبان همانندسازی می‌شود و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌گردد بدون این که موجبات انهدام سلول فراهم شود.

۶ــ۴ــ شکل و ساختمان فاژها

فاژها یا ویروسهای باکتریایی را از نظر ظاهری در گروههای مختلفی تقسیم می‌نمایند.

۱ــ۶ ــ ۴ــ ساختمان فاژها: فاژها نیز همانند سایر ویروسها با دو نوع تقارن ساختمانی مکعبی[۶] و فنری[۷] دیده می‌شوند. فاژهای مکعبی به صورت چند وجهیهای منظم ولی فاژهای مارپیچی میله‌ای شکل هستند.

۲ــ۶ــ۴ــ اسید نوکلئیک فاژها: اسید نوکلئیک موجود در اشکال مختلف فاژها متفاوت است به عنوان مثال همه فاژهای دم‌دار دارای DNA دو رشته‌ای هستند. در این جا ذکر این نکته لازم است که محققان باکتریوفاژها را به وسیلهٔ علایم رمزی مثل (λ).(θx۱۷u) ...



شکل ۳ ــ۴ــ تصویر باکتریوفاژ T_4 قسمتهای سر و دم غلاف‌دار و رشته‌های انتهایی

۱ــ Core ۲ــ Lytic ۳ــ Virulence
۴ــ Unvirulence ۵ــ Lytic cycle ۶ــ Cubic ۷ــ Helical

نامگذاری می‌کنند. گرچه این نوع نامگذاری می‌تواند از نظر کاربردی در آزمایشگاه مفید باشد ولی یک روش علمی برای نامگذاری فاژها به حساب نمی‌آید و مبنای صحیحی ندارد.

۷ــ ۴ــ بیماریزایی ویروسها

بیماریهای ویروسی در نتیجهٔ فعل و انفعال ویروس و سلول از یک سو و ویروس و میزبان از سوی دیگر به‌وجود می‌آیند. بنابراین در بیماریزایی ویروسها نقش سلول و میزبان هر دو باید مورد توجه قرار گیرد.

۱ــ ۷ــ ۴ــ فعل و انفعال ویروس و سلول[۱]: ویروسها پس از ورود به بدن میزبان در سلولهای مناسبی جای می‌گیرند و رشد خود را شروع می‌کنند. هنگام رشد، مواد مختلف ویروسی (پروتئینی و اسید نوکلئیک) بر طبق دستوری که در کد ژنتیکی کروموزوم ویروس موجود است ساخته می‌شود.

در نتیجه رشد ویروسها تغییرات یا ضایعاتی در سلول میزبان بروز می‌کند که تغییرات مخرّب سلولی[۲] نام دارد.

تأثیرات مخرب سلولی به دو صورت قابل برگشت[۳] و غیر قابل برگشت[۴] مشاهده می‌شود. نوع اول با تغییر شکل سلولها[۵] توأم است در حالی که نوع دوم غالباً منجر به مرگ سلول می‌گردد و نکروز[۶] نامیده می‌شود. برای مثال در پدیدهٔ تغییر شکل در اثر صدمات ویروس سلولها به شکل کروی در آمده مانند خوشهٔ انگور اطراف یکدیگر جمع می‌شوند و پس از ناپدید شدن ویروس سلولهای تغییر یافته به حالت طبیعی باز می‌گردند. در حالی که در پدیدهٔ مرگ سلولها، سلولهای مستعد ابتدا کروی شکل و سپس متلاشی می‌شوند.

۲ــ ۷ــ ۴ــ فعل و انفعال ویروس و میزبان[۷]: فعل و انفعال ویروس و میزبان مناسب ممکن است: ۱ــ منجر به بروز علایم کلینیکی شود. ۲ــ ممکن است منجر به بروز عوارض خفیف‌تری گردد. ۳ــ با هیچ‌گونه عارضه‌ای همراه نباشد و به همین جهت نامریی[۸] نامیده می‌شود. ۴ــ عفونت پنهانی[۹] که در کودکی به صورت کلینیکی یا نامریی بروز می‌کند ولی پس از بهبودی ذرات ویروسی کاملاً از بین نمی‌روند بلکه در محل مناسبی به حالت کمون[۱۰] باقی می‌ماند و هنگامی که به دلیل اختلالات جسمانی یا روانی قدرت دفاعی بدن تضعیف می‌گردد ویروس پنهان شده مجدداً فعال می‌گردد و بار دیگر عفونت ایجاد می‌نماید. مانند ویروس مولد تبخال

۱ــ Virus - Cellinteraction
۲ــ Cytopathic effect = CPE
۳ــ Reuersible
۴ــ Irreversible
۵ــ Degeneration
۶ــ Necrosis
۷ــ Virus - Host Interaction
۸ــ Inapparent infection
۹ــ Latent Infection
۱۰ــ Latency

۳ــ ۷ــ ۴ــ علایم کلینیکی ویروسها: این علایم شامل سردرد، تب، کم اشتهایی و احساس کسالت می‌باشد. علّت یا علل به وجود آمدن این اختلالات دقیقاً مشخص نشده است با این وجود سمّی بودن ویروس و عدم تغذیه صحیح سلولها ممکن است در ایجاد اینگونه عوارض مؤثّر باشد.

۴ــ ۷ــ ۴ــ تغییرات ناشی از عفونت ویروسی: تغییرات ناشی از صدمات ویروسها به‌صورتهای زیر در بافتها دیده می‌شود :

۱ ــ ازدیاد حجم سلولها ۲ ــ افزایش تعداد سلولها ۳ ــ حفره‌دار شدن سلولها ۴ ــ تغییر رنگ هسته ۵ ــ تغییر مکان هسته ۶ ــ تولید سلولهای چند هسته‌ای ۷ ــ تولید ذراتی که محل رشد ویروس است.

۵ــ ۷ــ ۴ــ دفاع بدن در مقابل ویروسها: در بیماریهای ویروسی علاوه بر آنتی بادی مادهٔ دیگری به نام انترفرون[1] نقش حفاظت بدن را در مقابل ویروسها به عهده دارد. آنتی بادی معمولاً چند روز پس از ورود ویروس در بدن تولید می‌شود در حالی که انترفرون در ظرف چند ساعت ظاهر می‌شود.

انترفرون مادهٔ پروتئینی است که به وسیلهٔ سلولهای آلوده به ویروس تولید می‌شود و از رشد ویروسهای گوناگون جلوگیری می‌کند.

مکانیسم عمل انترفرون به این صورت است که وجود انترفرون در سلول موجب سنتز پروتئین دیگری می‌گردد که روی ریبوزومهای سلول قرار می‌گیرد و از سنتز پروتئین ویروسها جلوگیری می‌کند در حالی که سنتز پروتئینهای سلولی کماکان ادامه می‌یابد.

۸ــ ۴ــ نقش ویروسها در غذا

با توجه به خصوصیات زندگی ویروسها، تکثیر و تجمع آنها در مواد غذایی غیرممکن است، با این همه مواد غذایی و یا آبهای آشامیدنی می‌توانند ناقل ویروسها باشند که برای مدّتی خارج از بدن موجود و یا بافت زنده هم فعال باقی می‌مانند.

شیر یکی از محیطهای بسیار خوبی است که ویروسها می‌توانند در آن برای مدتی فعالیت خود را حفظ کنند اگر حیوانات آلودگی به ویروس داشته باشند غالباً ممکن است ویروس آن از طریق شیر و یا گوشت به انسان منتقل شوند اما اکثر آلودگیهای ویروسی از طریق آلودگیهای ثانوی صورت می‌گیرد به خصوص آلودگی با مدفوع.

تقریباً اکثر ویروسها می‌توانند در مواد غذایی چند هفته در حرارت یخچال (+۴°C) و یا این که

۱ــ Interferon

چند ماه در شرایط انجماد (−۱۸°C) زنده بمانند. از طرف دیگر بسیاری از ویروسها در دامنهٔ pH اسیدی و در مقابل درجه حرارتهای بالا و یا خشکی از خود حساسیت نشان می‌دهند. بنابراین ضمن جلوگیری از آلودگیهای ثانوی مواد غذایی، استفاده از درجات حرارت بالا در تهیه مواد غذایی یکی از راههای مؤثّر برای مقابله با عفونتهای ویروسی است هر چند که حضور چربیها و پروتئینها در مواد غذایی موجب افزایش مقاومت ویروسها در مقابل حرارت می‌شود.

ویروسهایی که همراه با مواد غذایی خورده می‌شوند باید در مقابل ترشحات و آنزیمهای سیستم گوارشی در معده و روده مقاوم باشند.

ارزشیابی فصل چهارم

۱ــ ویروس را تعریف کنید.

۲ــ ویروسها به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند، آنها را نام ببرید.

۳ــ اندازهٔ ویروسها به چه روشهایی تعیین می‌گردد؟ فقط نام ببرید.

۴ــ کوچکترین و درشت‌ترین ویروسها را نام ببرید.

۵ــ ویریون چیست؟ توضیح دهید.

۶ــ منظور از ویروسهای برهنه چیست؟

۷ــ منظور از کپسید و کپسومر چیست؟

۸ــ مراحل رشد باکتریوفاژها را فقط نام ببرید.

۹ــ مراحل مختلف رشد ویروسهای حیوانی را به ترتیب و اختصار شرح دهید.

۱۰ــ باکتریوفاژ را تعریف کنید.

۱۱ــ باکتریوفاژها به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند، آنها را نام ببرید.

۱۲ــ لیزوژنی چیست؟ توضیح دهید.

۱۳ــ چه شرایطی باعث آغاز چرخهٔ انهدامی می‌شود؟

۱۴ــ در نتیجه رشد ویروسها تغییرات یا ضایعاتی در سلول میزبان بروز می‌کند که تغییرات یا تأثیرات ..... یا مخرب سلولی نام دارد. تأثیرات مخرب سلولی به دو صورت ..... و ..... مشاهده می‌شود.

۱۵ــ تغییرات ناشی از صدمات ویروسها در بافتها به چه صورتهایی دیده می‌شود؟ نام ببرید.

۱۶ــ انترفرون چیست؟ مکانیسم عمل آن را توضیح دهید.

۱۷ــ نحوهٔ انتشار ویروس را در طبیعت شرح دهید.

فصل پنجم

نتایج رشد میکروارگانیسمها در مواد غذایی

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

۱ــ۵ــ بیماریزایی باکتریها

تغییر شرایط واکنشهای زیستی موجود زنده را بیماری می‌گویند و بیماریهای عفونی بیماریهایی هستند که به‌وسیلهٔ 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 حدّت مطرح می‌شود. بنابراین حدّت 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 حدّت کم نامیده می‌شود.

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

۲ــ۵ــ قدرت تهاجمی

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

۱ــ Virulent ۲ــ Avirulent

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 همهٔ 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 ذرّات 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، متوقّف خواهند شد. اما غالباً باکتریهای بیماریزا به کمک عوامل مختلفی از این سد دفاعی می‌گذرند. برخی از این عوامل عبارتند از :

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

ب ــ آنزیمها: سبب افزایش قدرت تهاجمی باکتری می‌شوند و انواع مختلفی دارند مانند :

ــ هیالورونیداز[1]: این آنزیم اسید هیالورونیک[2] را که مانند سیمانی سبب استحکام بافت همبند می‌شود هیدرولیز نموده، آن را می‌شکند.

ــ کلاژناز[3]: این آنزیم کلاژن را که مادهٔ استحکام‌بخش عضلات، استخوانها و غضروفها می‌باشد شکسته و تجزیه می‌نماید.

ــ کواگولاز[4]: این آنزیم پلاسما را منعقد می‌سازد.

۳ــ۵ــ 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[5] باکتریها به دو دسته اندوتوکسین[6] و اگزوتوکسین[7] تقسیم می‌شوند.

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

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

۱ــ Hyaluronidase ۲ــ Hyaluronicacid ۳ــ Collogenase
۴ــ Coagulase ۵ــ Toxin ۶ــ Endotoxins ۷ــ Exotoxins

ترشح می‌شوند. قدرت بیماریزایی اندوتوکسینها کمتر از اگزوتوکسینها 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 میکروارگانیزمها در مواد غذایی

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

۴ــ۵ــ اثرات مفید میکروارگانیزمها

۱ــ۴ــ۵ــ انجام فرآیند تخمیر: یکی از مهمترین کاربردهای مطلوب میکروارگانیزمها در صنایع غذایی فرآیند تخمیر است. تخمیر فرآیند تجزیه‌ی بی‌هوازی کربوهیدراتهاست که در طی آن مقادیری اسید آلی و سایر متابولیتها تولید می‌گردد. تخمیر نه‌تنها یک روش نگهداری موادغذایی است بلکه به‌وسیله‌ی آن انسانها به انواع جدیدی از غذاها دسترسی پیدا نموده‌اند. تخمیر ممکن است به وسیله‌ی گونه‌های مختلفی از میکروارگانیزمها انجام گیرد. در ادامه به‌طور خلاصه چند فرآورده تخمیری شرح داده می‌شود.

الف ــ خمیر نان: یکی از اساسی‌ترین مراحل تهیه نان اضافه کردن مخمر نانوایی[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 هرکدام نقش مفیدی در تهیه نان دارند.

نانهایی که به صورت صنعتی و سنتی و به‌طور مناسب تهیه می‌شوند، رطوبت مورد نیاز برای میکروارگانیزمها 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. سویه‌های باسیلوس سوبتیلیس[۴] عامل فسادی به نام روپینس[۵] در نانهای خانگی می‌باشند.

---

۱ ــ Saccharomyces cerevisiae
۲ ــ Rhizopus stolonifer
۳ ــ Neurospora Sitophila
۴ ــ Bacillus subtilis
۵ ــ Ropiness

ب ــ سرکه: یکی از تغییرات طبیعی در آب میوه‌ها تخمیر الکلی آنها به‌وسیله 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 اوّل تخمیر الکلی صورت گرفته و قند را به الکل تبدیل می‌کند. در مرحله دوّم میکروارگانیزمهای گروه استوباکتر[۱]، الکل تولید شده در مرحلهٔ اوّل را به اسید استیک تبدیل می‌کنند.

ج ــ سبزیهای تخمیر و شورشده: تخمیر و شور کردن سبزیها و تهیه‌ی فرآورده‌هایی مانند خیارشور، زیتون شور و کلم‌شور 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 میکروارگانیزمهای 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 لاکتیک و سایر متابولیستها تولید می‌شوند و دوباره از یک سو اسید مانع رشد میکروارگانیزمهای 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 ۶درصد نمک و ۲درصد اسید استیک آغاز می‌شود و با اضافه کردن تدریجی نمک در طی ۸ ــ۶ هفته غلظت نمک به ۱۵ درصد می‌رسد و در این مدت تخمیر کامل می‌شود. تخمیر توسط لوکونوستوک مزنتروئیدس[۲] آغاز می‌شود. لاکتوباسیلوس پلانتاروم[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.

دــ 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 ــ accetobacter
۲ ــ Leuconostoc mesenterioides
۳ ــ Lactobacillus plantarum
۴ ــ Bacillus nigrificans
۵ ــ bloater
۶ ــ 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 استرپتوکوکوس ترموفیلوس[۱] و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس[۲] می‌باشد. استرپتوکوکوس 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 استرپتوکوکوس لاکتیس[۷] صورت می‌گیرد. کومیس[۸] اوّلین بار از شیرمادیان ساخته شد و امروزه مشابه آن با تخمیر شیر گاو بدون چربی با لاکتوباسیلوس اسید وفیلوس[۹] تهیه می‌شود.

۲ــ۴ــ۵ــ تولید مواد افزودنی: از دیگر کاربردهای مفید میکروارگانیزمها 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 میکروارگانیزمها تولید می‌شوند. بخش زیادی از اسید لاکتیک مورد استفاده در صنعت توسط باکتریهای اسیدلاکتیک 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 آسپرژیلوس نایجر[۱۰] تولید می‌شود همچنین بخش زیادی از آنزیمها در صنایع غذایی مثل آمیلازها، پروتئازها و لیپازها توسط میکروارگانیزمها تولید می‌شود.

۵ــ۵ــ اثرات نامطلوب میکروارگانیزمها در مواد غذایی

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

الف ــ مسمومیت غذایی که در اثر مصرف مواد غذایی آلوده به سموم میکروبی به‌وجود می‌آید. 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 می‌توان به مسمومیت حاصل از سم استافیلوکوکوس اورئوس[1] و کلستریدیوم بوتولینوم[2] اشاره کرد.

ب ــ مسمومیتهایی که در اثر تجزیه پیکر سلول و آزاد شدن سم آن به وجود می‌آید که می‌توان به مسمومیت ناشی از مصرف غذای آلوده به کلستریدیوم پرفرینجنس[3] اشاره کرد.

۱ــ۵ــ۵ــ تفاوتهای بین عفونتهای غذایی و مسمومیتهای غذایی

۱ــ در مسمومیتهای غذایی وجود و حضور میکروب در غذا ضروری نیست بلکه فقط سم میکروب عامل بیماری می‌گردد در صورتی که در عفونتهای غذایی وجود میکروب ضروری است.

۲ــ در عفونت غذایی تب وجود دارد ولی در مسمومیتهای غذایی در بیشتر موارد تب وجود ندارد.

۳ــ دوره کمون بیماری و مدت زمان ظهور علایم در مسمومیتهای غذایی کوتاه‌تر است در حالی که در عفونتهای غذایی دوره کمون طولانی‌تر است.

ارزشیابی فصل پنجم

۱ــ بیماری را تعریف کنید.

۲ــ منظور از اصطلاح حدت در باکتریهای بیماریزا چیست؟

۳ــ باکتریهای کپسول‌دار و فاقد کپسول را از نظر قدرت بیماریزایی مقایسه کنید.

۴ــ چند نمونه از آنزیمهای مؤثّر در بیماریزایی باکتریها را نام برده، عمل آنها را شرح دهید.

۵ــ اندوتوکسین و اگزوتوکسین چیست؟

۶ــ اثرات مفید میکروارگانیزمها را نام ببرید.

۷ــ سه نمونه از مواد غذایی تخمیری را که میکروارگانیزمها در تهیه آنها نقش اساسی دارند بنویسید.

۸ــ تهیه سرکه در چند مرحله صورت می‌گیرد توضیح دهید.

۹ــ اسید لاکتیک و اسید سیتریک مورد استفاده در صنایع غذایی توسط کدام میکروارگانیزمها تولید می‌شوند؟

۱۰ــ میکروارگانیزمها سبب چه نوع فسادهایی در ساورکراتها می‌شوند؟

---

۱ ــ Staphylococcus aureus ۲ ــ Closteridium botulinum ۳ ــ Closteridium perfringens

واژه‌نامه میکروب‌شناسی

Acid fast stain	نوعی روش رنگ‌آمیزی
Activity water (aw)	حداقل مقدار آب لازم برای آغاز فعالیت میکروارگانیسمها و آنزیمها
Anthrax	سیاه‌زخم
Aseptic technique	کار در شرایط بدون احتمال آلودگی بعدی
Autotrophic Bacteria	باکتریهایی که مواد آلی مورد نیاز برای رشدشان را می‌سازند.
Anaerobic	بی‌هوازی
Bacteriophage	ویروسهای حمله‌کننده به باکتریها
Binary fission	تقسیم دوتایی
Budding	جوانه زدن
Buffered pepton water	آب پپتونه بافردار
Capsid	پوشش پروتئینی ویروس
Capsomere	واحدساختمانی پروتئین پوششی ویروسها
Capsul	پوشش ژله‌ای دور برخی از باکتریها
Cellulase	آنزیم تجزیه‌کننده سلولز
Cluster	خدشه
Colony counter	شمارنده کلنی (پرگنه شمار)
Commensal	هم‌سفره
Complex media	محیط کشت کامل
Condensed milk	شیر تغلیظ شده
Cytopathic effects	اثرات ناشی از آسیبهای سلولی
Conjugation	تبادل تماسی
Death phase	مرحله مرگ
Decolorizing	رنگ‌بری
Degeneration	تحلیل رفتن
Diffrential staining	رنگ‌آمیزی افتراقی
Dilution Tube count	شمارش باکتریها با تهیه و کشت رقتها در لوله
Dilution count	شمارش میکروبی با رقیق‌کردن
Disinfection	عفونت زدایی
Endospore	هاگ درونی سلول
Ergotism	مسمومیت حاصل از ارگوت
Eubacterial	باکتریهای حقیقی
Eucaryotic	دارای هسته کامل
Facultative	اختیاری
Fermentation	تخمیر
Filtration	جداسازی فازهای غیرهمگن با صافی
Fimbriae	مژک در باکتریها
Flagellum	تاژک
Fumigation	دوددهی و گازدهی
Funguse	قارچ

Gamete سلول جنسی

Generation time

فاصله زمانی بین دو تقسیم سلولی در باکتریها

Granullar دانه‌ای

Gram stain رنگ‌آمیزی گرم

Halophil نمک دوست

Heterotrophic Bacteria

باکتریهایی که برای رشد نیازمند به مواد آلی هستند.

Inapparent infection عفونت غیرآشکار

Incubator گرمخانه

Isoelecteric Point

نقطه‌ای که در آن پروتئینها دارای کمترین حلالیت هستند و رسوب می‌کنند یا نقطه‌ای که در آن بارهای الکتریکی مثبت و منفی مساوی هستند.

Inoculation تلقیح

Labeling برچسب گذاری

Lag phase مرحله کمون در تکثیر باکتریها

Latency پنهان

Latent infection عفونت پنهان

Log phase مرحله رشدنمایی در تکثیر باکتریها

Lytic تجزیه‌کننده، متلاشی‌کننده

Loop سوزن کشت حلقه‌ای

Mechanical shaker تکان‌دهنده مکانیکی

Media محیط کشت

Mesophil معتدل دوست

Mold کپک

Mushroom قارچ خوراکی

Mycelia ریسه قارچها

Necrosis سخت شدن بافت (بافت سردگی)

Non septate بدون دیواره عرضی

Oval تخمک

Oxidation reduction Potential

پتانسیل اکسیداسیون و احیا

obligate اجباری

Partenogenes بکرزایی

Pasteurellosis وبای ماکیان

Pili مژک

Plasmolysis خروج آب از سلول در محیط غلیظ‌تر

Procaryotic بدون هسته کامل

Protist آغازیان

Psychrophylic سرمادوست

Respiration تنفس

Reversible برگشت‌پذیر

Spontaneovs generation

پیدایش خودبخودی موجودات زنده

Saprophyte غیربیماریزا (کودرست)

Septate دندانه‌وار

Slide culture method کشت روی لام آزمایشگاهی

Species گونه‌ها

Spherical کروی

Spore هاگ یا شکل مقاوم باکتری

Standard Plate count

شمارش سلولی با کشت روی سطح تشتک محیط کشت

Starter آغازگر (نوعی میکروب)

کدورت‌سنج	Turbidimetric
شمارش کل میکروبی	Total count
دمادهی تناوبی (نوعی روش سترون‌سازی)	Tyndalization
ویروسهای بیماریزا	Virion
شدت بیماریزایی(مدت)	Virulence
اثر متقابل بین ویروس و میزبان	Virus - Host interaction
مخمر	Yeast

مرحله رشد ثابت	Stationary phase
سترون‌سازی	Sterilization
پنبه استریل دسته‌دار	Swab
طبقه‌بندی	Taxonomy
معتدل	Temperate
متوقف‌کننده رشد میکروبها با دما	Thermostatic
تحمل‌کننده دما	Thermoduric
گرمادوست	Thermophil
تنظیم‌کننده دمایی	Thermoregulator

منابع و مآخذ

ـ ملک‌زاده، فریدون و دیگران ؛ میکروبیولوژی عمومی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۶۹

ـ آل محمد، محمدمهدی ؛ میکروبیولوژی (باکتریولوژی)، چاپخانه گوته، تهران، ۱۳۶۸

ـ اسکوی، مرتضی و دیگران ؛ اصول میکروب‌شناسی، انتشارات دانش‌پژوه، ۱۳۶۶

ـ کاظمی، اخترالملوک و دیگران ؛ میکروب‌شناسی صنعتی، جهاددانشگاهی صنعتی شریف، ۱۳۷۲

ـ مرتضوی، علی و دیگران ؛ میکروبیولوژی مواد غذایی (مدرن) جلد اول، نشر مشهد، ۱۳۷۲

ـ شهامت، منوچهر و دیگران ؛ بهداشت و مسمومیتهای مواد غذایی، چاپخانه سکه، ۱۳۶۴

ـ مرتضوی، علی و دیگران ؛ بیوتکنولوژی و میکروبیولوژی صنعتی، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۱۳۷۶

ـ حیدری‌نیا، احمد ؛ فساد و مسمومیتهای میکروبی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی اهواز، ۱۳۶۸

ـ نصراصفهانی، بهرام ؛ کپکها و مخمرها (اهمیت آنها در صنعت و مواد غذایی)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

ـ حلم‌سرشت، پریوش و دیگران ؛ اصول تغذیه و بهداشت مواد غذایی، انتشارات چهر، ۱۳۷۴

ـ تاج‌بخش، حسن ؛ باکتری‌شناسی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲

ـ ادیب‌فر، پرویز ؛ میکروب‌شناسی پزشکی، شرکت چاپ بهمن، ۱۳۷۱

ـ دزفولیان، منوچهر ؛ میکروبیولوژی باکتریها و ویروسها، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۵۳

ـ آل هاشم، سعید و دیگران ؛ میکروبیولوژی جاوتر، انتشارات آینده‌سازان، ۱۳۷۱

ـ مرتضوی، علی ؛ اطلس میکروبیولوژی مواد غذایی، انتشارات گلنشر، ۱۳۷۱