

۲ فصل

بakteriya ha



اهداف آموزشی

هدف کلی

شناخت باکتری‌ها و بیماری‌هایی که از طریق دام و طیور ایجاد شده‌اند.

هدف‌های جزئی

- ۱- شناخت باکتری‌ها و اجزاء آنها
- ۲- طبقه‌بندی باکتری‌ها
- ۳- آشنایی با تولیدمثل باکتری‌ها
- ۴- شناخت روش‌های بیماری‌زایی باکتری‌ها
- ۵- شناخت بیماری‌های مهم دام و طیور که توسط باکتری‌ها ایجاد می‌شود.
- ۶- شناخت انواع مختلف محیط‌های کشت
- ۷- شناخت نحوه کشت باکتری‌ها به صورت هوازی و بی‌هوازی
- ۸- شناخت رنگ‌های مورد نیاز برای رنگ‌آمیزی باکتری‌ها
- ۹- شناخت تثبیت و رنگ‌آمیزی باکتری‌ها
- ۱۰- شناخت نحوه شمارش باکتری‌ها

واژه‌ها و اصطلاحات مهم

شبکه آندوپلاسمی	دستگاه گلژی	پروکاریوت	یوکاریوت
ضریب رسوب	لیزوم	میکروارگانسیم	سلول
میتوز	میوز	آرکی باکتر	باکتری
اگزوسیتوز	آندوسیتوز	قارچ	جلبک
فیوژنی	پروژنوت	کروموزوم	پروتوزوئرها
تازه	نوکلویید	میتوکندری	غشای سیتوپلاسمی
فلاژین	میکروتوبول	واکوئل	کلروپلاست

باکتری عالی	باکتری پست	باسیل سیاه زخم	میکرون
ویبریون	کوکوس	باسیل سیاه سرفه	باسیل شاربن
اسپيروکت	اسپيريل	کروماتين	شبكة فیبریلی
اکتینومیست	میسیلیوم	آندوسپور	گرانول
کورینه فرم	اکتینومیستال	شیمیوسنتز	متابولیسم
میکروکلنی	اسپورانژیوم	پروتوپلاست	دیواره سلولی
نقره متامین	هما توکسیلین - ائوزین	آنتی بیوتیک	فشار اسمزی
اینترون	اگزون	ترانس پپتیداز	پنی سیلین
احیا کننده	متان زا	استافیلوک	اتصالات پپتیدی
گرمادوست	نمک دوست	آنتی ژن	استرپتوکوک
بیماری جذام	مایکوباکتریوم لپره	امواج اولتراسونیک	گلوله های شیشه ای
بیماری سفلیس	تریوما پالیدوم	پپتیدوگلیکان	هیبرید
تیفوس	ریکتسیا	ان - استیل مورامیک اسید	ان - استیل گلوکز آمین
بیماری مقاربتی	کلامیدیا	استرول	فسفو لیپید
مضاعف شدن	تراخم	پلاسمید	مزوزوم
جهش	رشد لگاریتمی	نسخه برداری	ژن تار
ساپروفیت	جهش یافته	کپسول	اسید آمینه
هتروتروف	اتوتروف	کلنی مخاطی	استرپتوکوکوس نومونیا
نیتریت	نیترات	کلنی خشن	کلنی صاف
سودوموناس آئروژینوزا	هوازی اجباری	رنگ آمیزی منفی	اسلایم
کمپیلوباکتر ژژونی	میکروآئروفیل	رشته	یونیزه
اشرشیا کلی	بی هوازی اجباری	جسم پایه	قالب
لیستریا مونوسیوتوژنز	لاکتوباسیل اسیدوفیلوس	میله	حلقه داخلی
واژن	اسید لاکتیک	تک تازه	حلقه خارجی
ویبریو کلرا	بیماری وبا	چند تازه	دو تازه
اسپورزایی	سلول رویشی	پیلین	تار
کلستریدیوم پرفرنجنز	قانقاریای گاوی	تار جنسی	تار کوتاه
بوتولیسم	اگزوتوکسین	در آمیختگی	ادغام جنسی
رنگ آمیزی شفر - فولتون	افتراقی	باکتری ماده	باکتری نر
مالاشیت گرین	سافر انین	گرم مثبت	تقسیم سلولی
غیر جنسی	جوانه زدن	متابولیک	گرم منفی
قطعه قطعه شدن	تقسیم دوتایی	کلستریدیوم تتانی	باسیلوس آنترا سیس
الحاق	انتقال بی واسطه	ضد عفونی کننده	بیماری کزاز

یاخته دهنده	انتقال با واسطه	محیط کشت	بتا - دی گالاکتوز
استرپتوکوکوس نومونیا	یاخته گیرنده	۳-۶ ان هیدرو - الفا - ال - گالاکتوز	جلبک های دریایی
نوترکیب	شرایط فیزیولوژیکی مستعد	پپتون	پرگنه
انتقال عمومی	باکتریوفاژ	ریزوییدی	مضرس
مزمن تنفسی	انتقال اختصاصی	رنگیزه	دفیبرینه
مایکوپلاسموز	سینوزیت عفونی	پلیت کانت آگار	نوترینت آگار
فالوس	مایکوپلاسمای گالی سپتیکم	آگار خون دار	استافیلو کوکوس اورئوس
کیسه هوایی	تظاهرات کلینیکی	همولیز	همولیزین
مایکوپلاسمای سینوویه	فولیکول لنفوییدی	محیط لیزین دکربوکسیلاز براث	دکربوکسیله کردن
مایکوپلاسمای آیووا	مایکوپلاسمای مله آگریدیس	لیزین	آلکالین آمین
شکاف شوان	محیط فری	کادوارین	مک کانگی آگار
فنل رد	سوآب	مانیتول سالت آگار	لاکتوز مثبت
سرولوژی	رنگ گیمسا	لاکتوز منفی	کریستال ویوله
هماگلوتاسیون	آگلوتاسیون	نمک صغراوی	سالمونلا
غربالگری	الایزا	سلنیت سدیم	کالیبره
مایکوباکتریوم بوویس	توبرکل	مزور	هیتر
سیفون	موکوس	لوپ	آنس
اسید مایکولیک	آرابینوگالاکتان	کشت دولایه	هیدروژن سولفور
فاکتور طنابی	مایکوزید	اندول استیک	کواکس
کربول فوشین	سولفالیپید	کلروفرم	آنزیم تریپتوفاناز
بیماری دم خوره	اسید فست	سوکروز	سولفات آمونیوم فریک
سودوموناس	پوسیدگی باله	سوسپانسیون	کدورت سنجی
اینوزیتول	اسید فولیک	روش مک فارلند	کلرید باریوم
آئروموناس	فرونکلوزیس	کروموژن منفی	اسید پیریک
کورک	ریبونوکلئات	قرمز کنگو	تولوئیدن بلو
اسید پانتوتنیک	برانشیومایکوزیس	سودان سیاه	اسید ریبونوکلئیک
همورازیک	اگزوفتالمی	گروه کربوکسیل	هتروپلیمیر اسید تیکوویک
یرسینیا روکری	آگار	فضای پری پلاسمیک	



رویکردهای آموزشی

باتوجه به فصل دوم، که در خصوص باکتری‌ها توضیح داده شده است، هنرجویان می‌توانند با تقسیم بندی موجودات بر مبنای یوکاریوتی و پروکاریوتی آشنا شوند. همچنین با ساختمان و ترکیب شیمیایی، تولید مثل، نحوه رشد و اثر عوامل مختلف محیطی بر رشد آن‌ها، رنگ آمیزی، شناسایی باکتری‌ها و شمارش تعداد آن‌ها در محیط‌های مختلف آشنا شوند و با استفاده از این اطلاعات علائم بیماری‌هایی را که باکتری‌ها در دام و طیور ایجاد می‌کنند درک نمایند، همین‌طور نحوه کشت آزمایشگاهی باکتری‌ها را یاد گیرند.

پیام‌های اصلی

دانشی و مهارتی

هنرجو:

- با مفهوم سلول‌های پروکاریوت و یوکاریوت در دنیای حیات آشنا می‌شود.
- با ساختمان باکتری و اجزای آن آشنا می‌شود.
- با تغذیه و تولید مثل باکتری‌ها آشنا می‌شود.
- با بیماری‌های مهم باکتریایی دام آشنا می‌شود.
- با انواع محیط‌های کشت باکتری‌ها آشنا می‌شود.
- چند محیط کشت باکتری را تهیه و رشد باکتری‌ها را بر روی آن‌ها بررسی می‌کند.
- با انواع رنگ‌ها و روش‌های رنگ آمیزی باکتری‌ها آشنا می‌شود.
- چند گستره باکتری را تهیه و با انجام رنگ آمیزی، آن‌ها را بررسی می‌کند.
- با انواع روش‌های شمارش باکتری‌ها آشنا می‌شود.
- تعداد باکتری‌ها را در یک نمونه غذایی شمارش می‌کند.

نگرشی

هنرجو:

- با انجام دادن آزمایش و کار گروهی در آزمایشگاه میکروبیولوژی، روحیه تحقیق و همکاری را در خود تقویت می‌کند.
- با انجام دادن آزمایش و کار گروهی در خصوص باکتری‌ها نسبت به محیط پیرامون خود کنجکاو می‌شود.

دانستنی‌های مورد نیاز هنرآموز

- هنرآموز با مطالعه فصل دوم (بخش راهنمای هنرآموز) برای ارائه بهتر مطالب کتاب به دانستنی‌های مورد نیاز دست می‌یابد.
- هنرآموز به علائم بیماری‌های باکتریایی در دام و طیور آشنا می‌شود.
- هنرآموز به چگونگی طرز کار عملی انواع کشت و تهیه محیط کشت و رنگ آمیزی باکتری‌ها احاطه کامل می‌یابد.

فعالیت‌های پیشنهادی

- هنرآموز می‌تواند با استفاده از اسلاید و پاورپوینت، هنرجویان را با علائم بیماری‌های باکتریایی در دام و طیور آشنا کند.
- هنرآموز می‌تواند کارهای عملی مربوط به رنگ آمیزی را به‌طور گروهی در بین هنرجویان در هر جلسه آزمایشگاه انجام دهد.

- هنرآموز می‌تواند در رده‌بندی باکتری‌ها، هنر جویان را جهت تهیه پوستر آن‌ها تشویق کند.
- هنرآموز می‌تواند تفاوت‌های سلول یوکاریوت و پروکاریوت را از طریق تنظیم جدول و استفاده از آن ارائه دهد.
- هنرآموز می‌تواند با تهیه فیلم‌های آموزشی طرز کشت باکتری در لوله یا خطی را به هنرجویان نمایش دهد.
- هنرآموز می‌تواند هنرجویان را به ایزوله کردن باکتری از خاک یا هوا یا ... در آزمایشگاه (به صورت یک فعالیت خارج کلاسی) تشویق کند.

موارد ارزش‌یابی

- هنرآموز می‌تواند از طریق امتحان کتبی یا شفاهی از هنرجویان در مورد سلول‌های پروکاریوت و یوکاریوت پرسش نماید.
- هنرآموز می‌تواند از ساختمان باکتری‌ها، تغذیه و تولیدمثل آن‌ها و بیماری‌هایی که عامل آن باکتری هستند پرسش نماید.
- هنرآموز می‌تواند از انواع محیط‌کشت، نحوه تهیه آن‌ها و انواع رنگ‌ها و رنگ‌آمیزی و تهیه گسترش و نحوه شمارش آن‌ها، آزمون عملی بگیرد.

یوکاریوت و پروکاریوت

واحد بنیادی حیات، سلول نام دارد. در کره خاکی تنها دو نوع سلول توسط کلیه ارگانیسم‌های زنده تولید می‌شود. سلول‌های پروکاریوت دارای هسته ابتدایی، و سلول‌های یوکاریوت دارای هسته حقیقی و غشای هسته هستند. عبارت پروکاریوت مرکب از دو واژه پرو به معنی پیش و کاریوت به معنی هسته است. این عبارت برای سلولی به کار می‌رود که فاقد هسته و اندامک‌های محدود به غشاست. به‌طور کلی میکروبیولوژی درباره میکروارگانیسم‌های پروکاریوتی (باکتری و آرکی باکتر^۱) و میکروارگانیسم‌های یوکاریوتی (شامل جلبک‌ها، قارچ‌ها، پروتوزوئرها، گیاهان و جانوران) بحث می‌کند. این صفات اصلی، پروکاریوت‌ها را از یوکاریوت‌ها متمایز می‌سازد:

- پروکاریوت‌ها هسته ندارند. غشای هسته و هستک نیز ندارند و فقط دارای یک کروموزوم اصلی به صورت یک حلقه منفردند.
- غشای سیتوپلاسمی و اندامک‌های محدود به غشا، مانند میتو کندری، کلروپلاست و واکوئل، دستگاه گلژی، شبکه آندوپلاسمی و لیزوزوم در پروکاریوت‌ها دیده نمی‌شود.

• ریبوزوم پروکاریوت‌ها ضریب رسوب $70S$ دارد که با نوع یوکاریوتی متفاوت است.

• در پروکاریوت‌ها تقسیمات میوزی و میتوزی وجود ندارد.

• برخلاف پروکاریوت‌ها، فرآیندهای اندوسیتوز^۲ و اگزوسیتوز^۳ فقط در یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

اکثر محققان منشأ کلیه موجودات زنده را از ساختاری بسیار ساده‌تر از پروکاریوت‌های امروزی یعنی پروژنوت^۴ می‌دانند که از آن‌ها سه خط تکاملی مستقل اشتقاق یافته و سبب پیدایش پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها شده است. این که پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها کدام یک زودتر بر روی کره زمین ظاهر شده‌اند، کاملاً مشخص نیست، اما مطالعات بر روی تفاوت‌های ژنتیکی بین یوکاریوت‌ها، آرکی باکترها و یوکاریوت‌ها نشان می‌دهد که هر سه گروه از دنیای مشترکی مشتق شده‌اند (شکل ۱-۲). براساس تشابه توالی DNA^۵، به نظر می‌رسد که آرکی باکترها و یوکاریوت‌ها قبل از جداسدن از هم از باکتری‌ها منشعب شده‌اند.

۱- Archaeobacteria

۲- Endocytosis

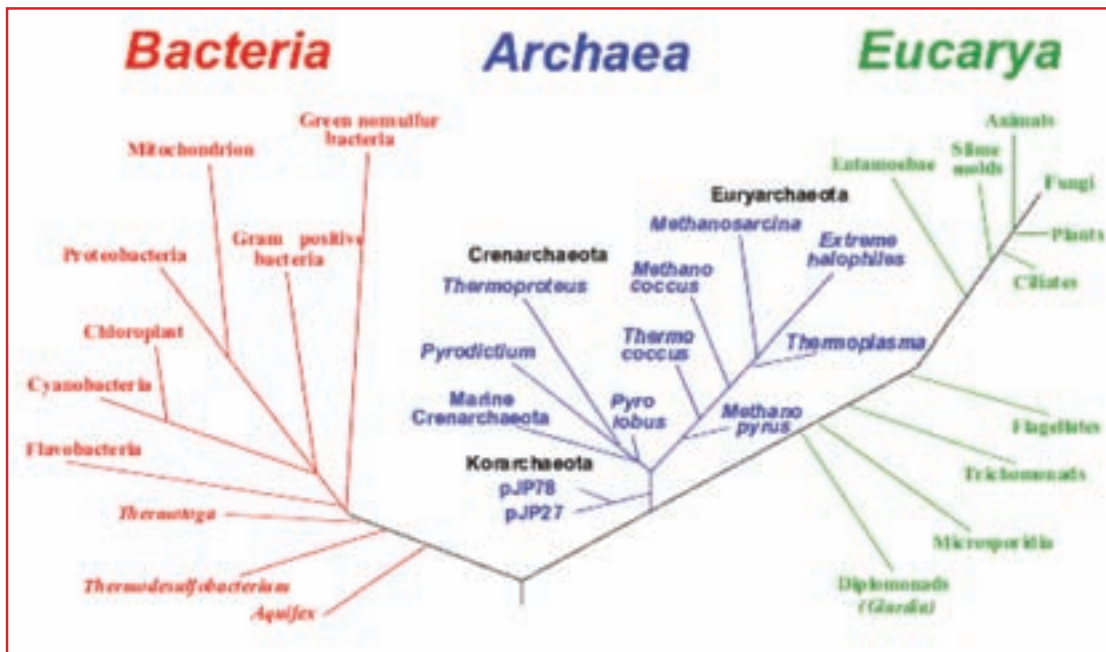
فرآیندی که در طی آن ذرات جامد یا مایع به باخته وارد می‌شود.

۳- Exocytosis

فرآیندی که در طی آن ذرات دفعی از باخته خارج می‌شود.

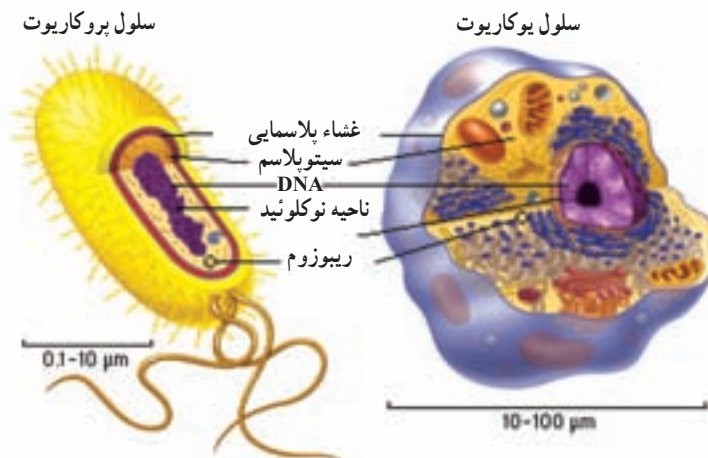
۴- Progenote

۵- Deoxyribonucleic acid مولکول دو رشته‌ای که حاوی تمام اطلاعات ژنتیکی (صفات ارثی) است و تقریباً در همه موجودات زنده این نقش را بر عهده دارد.



شکل ۱-۲ درخت فیلوژنی بیانگر ارتباط بین پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها

در سلول یوکاریوتی، ماده ژنتیکی عمدتاً در هسته^۱ متمرکز است. بخش اندکی نیز درون اندامک‌های درون سلولی نظیر میتوکندری و کلروپلاست دیده می‌شود، در حالی که از نظر محتویات سلولی، باکتری‌ها سلول‌های ساده‌ای هستند (شکل ۲-۲). ماده ژنتیکی سلول پروکاریوتی، که از لحاظ کمیت ۷۰۰ مرتبه کمتر از ماده ژنتیکی نوع یوکاریوتی است، در ناحیه‌ی شبه هسته‌ای موسوم به نوکلئوئید^۲ متمرکز شده است. دو نوع سلولی پروکاریوتی و یوکاریوتی از لحاظ جنس و سیله حرکتی‌شان یعنی تازه^۳ نیز متفاوت‌اند. به طوری که تازه سلول یوکاریوتی عمدتاً از جنس پروتئین استوانه‌ای شکل میکروتوبول^۴ است. در حالی که تاژک سلول پروکاریوتی از جنس پروتئین فلاژلین^۵ است. فرآیندهای آندوسیتوز و آگزوسیتوز را فقط در انواع یوکاریوتی می‌توان یافت و پروکاریوت‌ها فاقد آن هستند.



شکل ۲-۲ شکل شماتیک سلول‌های پروکاریوت و یوکاریوت

۱- Nucleus

۲- Nucleoid

۳- Flagellum

۴- Microtubule

۵- Flagellin

باکتری

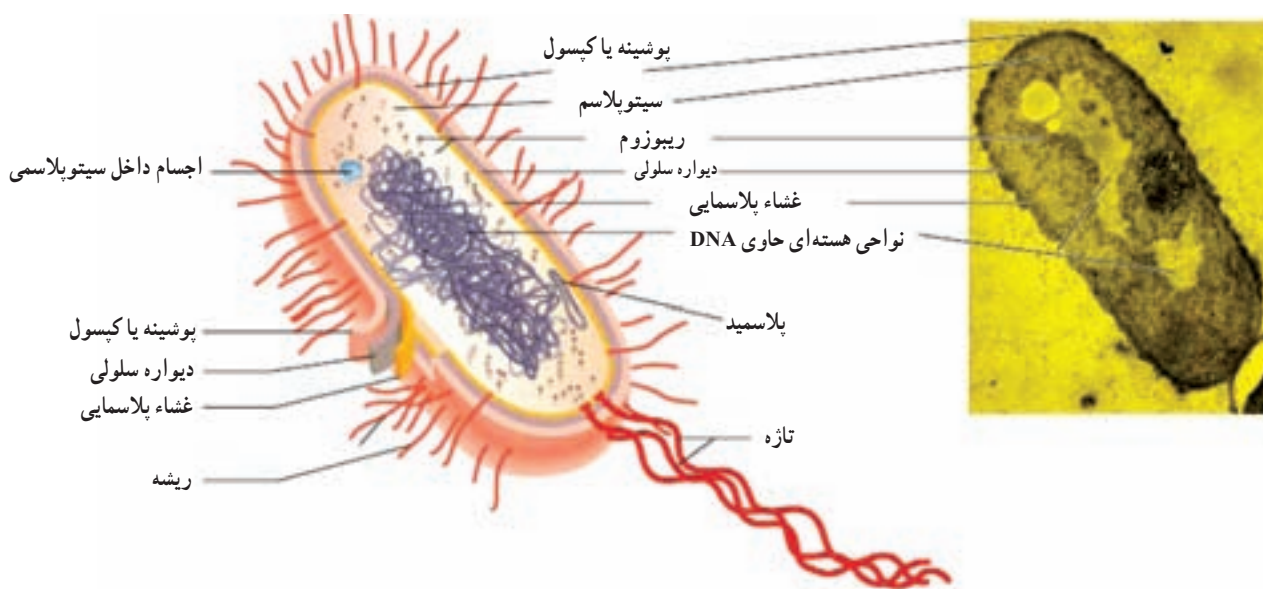
واژه باکتری یعنی چه؟ باکتری از واژه ای یونانی به معنای میله کوچک گرفته شده است. باکتری ها متنوع ترین میکروارگانیسم ها هستند. تعداد کمی از آن ها برای انسان و حیوانات و گیاهان بیماری زا است. به طور کلی بدون فعالیت آن ها، حیات بر روی زمین مختل می شود، زیرا باکتری ها ساختمان ساده ای دارند و می توان به آسانی بسیاری از آن ها را در شرایط آزمایشگاه کشت داد. درباره نحوه رشد و مرگ، متابولیسم، و ژنتیک آن ها تحقیقات گسترده ای انجام شده است. واحد اندازه گیری باکتری ها میکرون است، هر میکرون یک هزارم میلی متر است که به آن مو هم می گویند. باکتری ها حدود ۱/۱۰ تا ۱۰ میکرون طول دارند. مثلاً اندازه باکتری ها کروی شکل در حدود یک موست. طول باسیل سیاه زخم (باسیل شارین) حدود ۴ تا ۸ مو و ضخامت آن ۱ تا ۵ مو و طول باسیل سیاه سرفه ۱ تا ۵ مو و ضخامت آن ۳/۵ تا ۵/۵ موست.

ساختار باکتری

باکتری ها هسته سازمان یافته ندارند، DNA و پروتئین های همراه آن ها درون ناحیه نوکلئوتیدی قرار دارند و اجزای سلولی آن ها در سیتوپلاسم پراکنده اند. در واقع این شبکه فیبریلی و کروماتین مرکزی توسط سیتوپلاسم بی شکل حاوی ریبوزوم ها احاطه شده است. اجسام داخل سیتوپلاسم یا گرانول های ذخیره انرژی، بسته به گونه های باکتری، ماهیت شیمیایی متفاوتی دارند و مقدار آن ها به مرحله رشد و محیط بستگی دارد. بعضی از ساختمان های سلولی از قبیل آندوسپورها فقط به تعداد کمی از باکتری ها محدود می شوند. کروموزم های غیر مشابه و جداگانه در آن ها وجود ندارد و در باکتری ها، واکوئل دیده نمی شود. بیشتر آن ها بدون کلروفیل هستند و متابولیسم خود را از راه شیمیوسنتز انجام می دهند.

ساختار و اجزای ساختمانی باکتری ها (شکل ۳-۲) به شرح زیر است :

دیواره سلولی^۳ : برخلاف سلول های جانوری و انسانی باکتری ها دارای دیواره سلولی هستند. دیواره سلولی پوشش خارجی



شکل ۳-۲ شماتیک ساختارهای یک باکتری

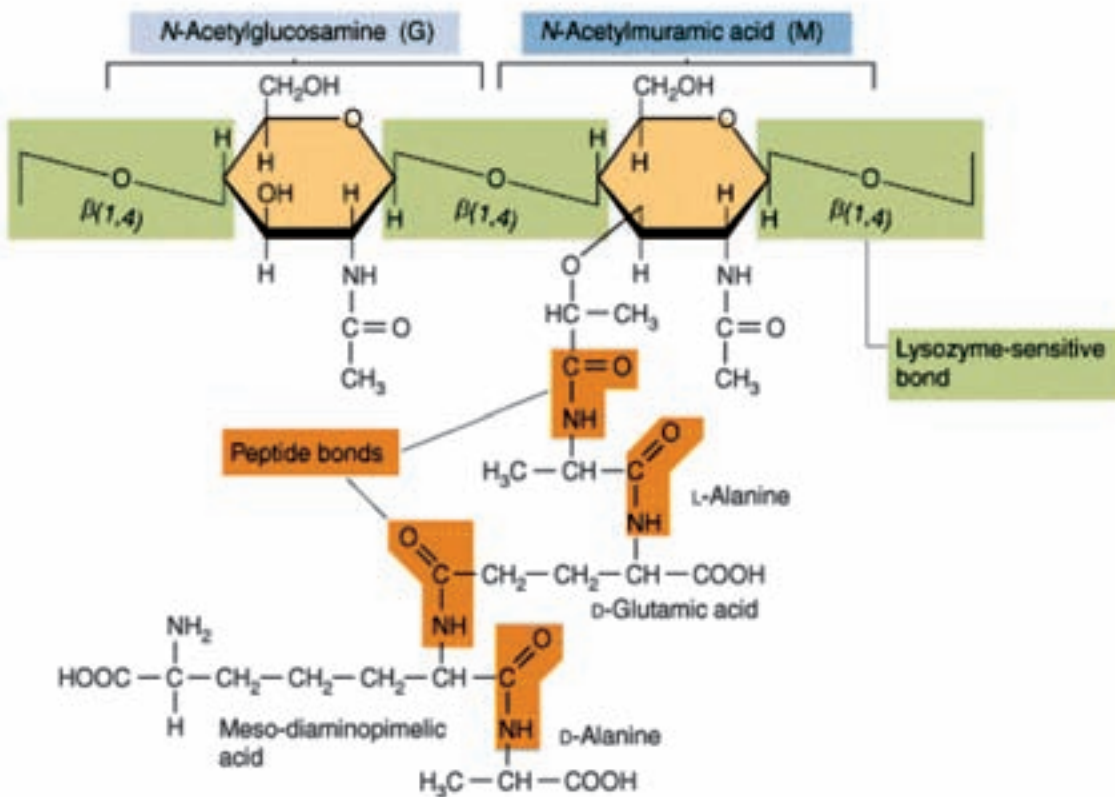
۱- Inclusion body

۲- Metabolism

۳- Cell wall

محکم و سفتی است که شکل باکتری را حفظ می کند. به علاوه، پروتوپلاست (غشای سیتوپلاسمی و محتویات آن) را احاطه و از آسیب فیزیکی و شرایط کاهش فشار اسمزی محیط خارج حفاظت می کند و نقش مهمی در محافظت باکتری در برابر فشار اسمزی خارج سلولی دارد، این فشار باعث خارج شدن محتویات باکتری و در نهایت مرگ باکتری می شود. دیواره سلولی، باکتری سلول را در مقابل شرایط نامساعد محیطی محافظت می کند. محل اثر بسیاری از آنتی بیوتیک ها مانند پنی سیلین دیواره سلولی است. پنی سیلین با غیرفعال سازی آنزیم ترانس پپتیداز^۱ از ساخته شدن اتصالات پپتیدی ممانعت می کند و به این ترتیب دیواره سلولی باکتری تشکیل نمی شود.

وجود دیواره برای رشد و تقسیم باکتری ها لازم است. در موقع تقسیم باکتری در سطح استوایی (وسط)، سلول باکتری به درون رشد می کند و دیواره عرضی تشکیل می دهد و سرانجام به جدا شدن و تشکیل دو سلول منجر می شود. در بسیاری از گونه های باکتری ها، سلول های جدید می توانند چسبیده به هم باقی بمانند و یک گروه تشکیل دهند. مثل استافیلوکوک ها که حالت خوشه ای دارند و یا استرپتوکوک ها که مثل دانه های تسبیح زنجیرهای بلند تشکیل می دهند. همچنین دیواره سلولی محل تجمع عوامل آنتی ژن است، که باکتری ها را توسط این آنتی ژن ها از هم تمیز می دهند. عمده خصوصیات آنتی ژنی باکتری از دیواره سلولی آن ناشی می شود. دیواره سلولی را می توان با وسایل به خصوصی از قبیل گلوله های شیشه ای و امواج اولتراسونیک^۲ از سلول جدا کرد. جنس دیواره از مولکول هیبریدی موسوم به پپتیدوگلیکان^۳ است. بخش قندی دیواره سلولی از واحدهای ان - استیل گلوکز آمین^۴ و ان - استیل مورامیک اسید^۵ تشکیل شده است (شکل ۴-۲). این واحدها رشته های پلیمری قندی ایجاد می کنند که با زنجیره های کوتاه پپتیدی به هم وصل می شوند.



شکل ۴-۲ بخش قندی مولکول پپتید و گلیکان در دیواره سلولی باکتری

۱- Transpeptidase

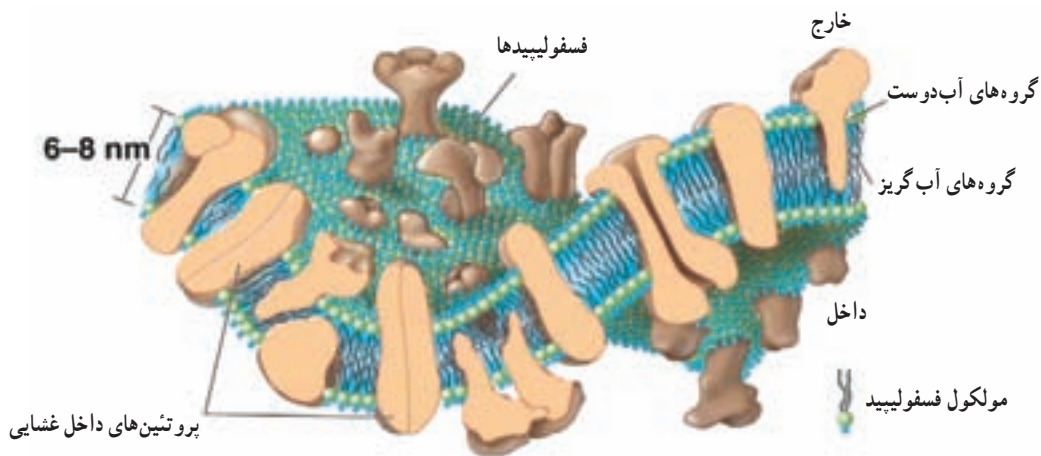
۲- Ultrasonic

۳- Peptidoglycan

۴- N-acetylglucosamine

۵- N-acetylmuramic acid

غشای سیتوپلاسمی^۱: غشای سیتوپلاسمی، غشای داخلی نیز نامیده می‌شود. غشای سیتوپلاسمی به صورت پرده نازکی در داخل دیواره باکتری قرار دارد و متشکل از مولکول‌های چربی، فسفولیپید و پروتئینی است (شکل ۵-۲). این غشا در پروکاریوت‌ها از غشای سیتوپلاسمی در یوکاریوت‌ها به سبب نداشتن استرول متمایز می‌شود. چین‌خوردگی‌های غشای سیتوپلاسمی به درون سلول، ساختارهای ویژه‌ای به نام مزوزوم^۲ ایجاد می‌کند. کروموزوم‌های باکتری‌ها به مزوزوم‌ها متصل‌اند. غشا همچنین به صورت یک سد اسمزی برای سلول عمل می‌کند و دارای سیتوپلاسم انتقال دهنده برای مواد محلول است و انتقال تولیدات سلولی را در مقابل با محیط خارج سلولی تنظیم می‌کند. غشای سیتوپلاسمی سلول یوکاریوت و پروکاریوت تقریباً با همدیگر مشابه است. البته از لحاظ حضور لیپید و پروتئین و کربوهیدرات‌های خاص با همدیگر تفاوت‌هایی نیز دارند. منتها از لحاظ برهم‌کنش فیزیکی و شیمیایی مولکول‌های تشکیل دهنده با هم شباهت‌های زیاد دارند. غشا شامل دولایه فسفولیپیدی همراه با پروتئین‌هاست، اما غشای سلول باکتری فاقد استرول است.



شکل ۵-۲ غشای سیتوپلاسمی باکتری متشکل از فسفولیپید و پروتئین. بخش‌های آب دوست و آب گریز مشخص شده‌اند.

هسته: هسته یا نوکلئوئید سلول را می‌توان بعد از رنگ آمیزی اختصاصی با میکروسکوپ نوری مشاهده کرد. ماده هسته‌ای باکتری‌ها شامل یک مولکول حلقوی DNA دو رشته‌ای است که کروموزوم اصلی نامیده شده و جایگاه عمده ژن‌های باکتری است و در حالت باز شده تقریباً یک میلی‌متر طول دارد. این ماده هسته‌ای به طور متراکم درون باکتری و به درون مزوزوم فرورفته در غشای سیتوپلاسمی چسبیده، اما مثل سلول‌های یوکاریوت توسط غشای هسته احاطه نشده است (شکل ۶-۲). غالب باکتری‌ها علاوه بر کروموزوم اصلی، واجد یک یا چند DNA دو رشته‌ای و حلقوی کوچک آزاد موسوم به پلاسمید^۳ هستند. ژن تار و گاه ژن مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک روی پلاسمید است. RNA^۴ پروکاریوتی را به صورت mRNA،^۵ rRNA و tRNA^۶ نشان می‌دهند. هر سه RNA پروکاریوتی به وسیله یک نوع RNA پلیمر نسخه برداری^۸ می‌شوند. اطلاعات موجود در mRNA همزمان با نسخه برداری به پروتئین ترجمه می‌شود، در حالی که rRNA جزئی از تشکیلات ساختمانی ریبوزوم^۹ یا ماشین ساخت پروتئین است و tRNA در انتقال اسید آمینه به ریبوزوم نقش دارد.

۱- Cytoplasmic membrane

۲- Mesosome

۳- Plasmid

۴- Ribonucleic acid

مولکول تک رشته ایست که از روی DNA رونویسی می‌شود و به عنوان الگو برای ساختن پروتئین‌ها عمل می‌کند.

۵- Ribosomal RNA

۶- Messenger RNA

۷- Transfer RNA

۸- Transcription

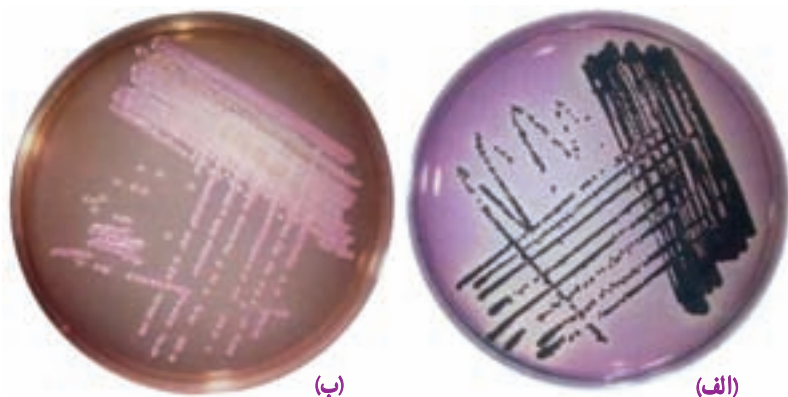
۹- Ribosome



شکل ۶-۲ موقعیت هسته در سلول باکتری

سیتوپلاسم: بیش از ۵۰ درصد پروتئین سلول در سیتوپلاسم قرار دارد و آنزیم‌های متابولیکی راه‌های گلیکولیز و بسیاری از آنزیم‌های چرخه کربس، انواع کاتالازها، دهیدروژنازها و مواد حد واسط چرخه‌های متابولیکی در سیتوپلاسم وجود دارد. پوشینه یا کپسول: در بعضی از باکتری‌ها، غشای ضخیم ژلاتینی چسبناکی (گلیکوکالیکس) در خارج دیواره سلولی قرار داشته و دیواره اسکلتی را احاطه کرده است. کپسول توسط باکتری‌ها ساخته و به خارج ترشح می‌شود و جنس آن بیشتر از پلی‌ساکاریدهاست که در آب محلول و غیر یونی است. لایه کپسول که ضخامت‌های متفاوت و چسبندگی متغیر دارد، به صورت یک سد اسمزی بین باکتری و محیط اطراف آن عمل می‌کند و در واقع نقش حفاظتی دارد.

کپسول مانع از عمل بیگانه خواری گلبول‌های سفید می‌شود در تعدادی از باکتری‌های بیماری‌زا، کپسول باعث اتصال باکتری به سلول میزبان می‌شود و از این طریق، تهاجم به باکتری بیماری‌زا کمک می‌کند. قدرت بیماری‌زایی باکتری‌ها اغلب با تولید کپسول همراه است، به گونه‌ای که وجود کپسول شدت بیماری‌زایی و عفونت‌زایی را افزایش می‌دهد. مثلاً در باکتری *استرپتوکوکوس نومونیا* اگر توانایی تولید کپسول در باکتری از بین برود این باکتری غیر بیماری‌زا می‌شود. اگر باکتری قدرت کپسول‌سازی خودش را از دست بدهد، قدرت بیماری‌زایی خود را نیز از دست می‌دهد و در مقابل دستگاه ایمنی بدن میزبان مقاومتی نخواهد داشت. باکتری‌های کپسول‌دار در محیط جامد، کلنی‌های مخاطی^۲ یا صاف^۱ تولید می‌کنند. در مقابل، باکتری‌های فاقد کپسول کلنی‌های خشک^۵ دارند (شکل ۷-۲).



الف) کلنی خشک باکتری بدون کپسول
ب) کلنی صاف باکتری کپسول‌دار روی محیط کشت جامد
شکل ۷-۲

۱- Glycocalyx

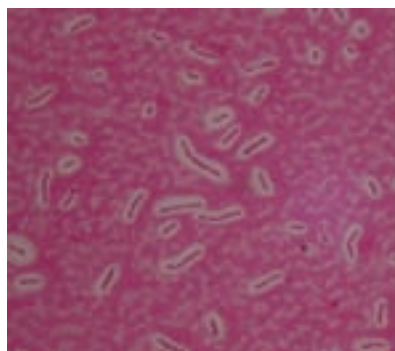
۲- Streptococcus

۳- Mucoid

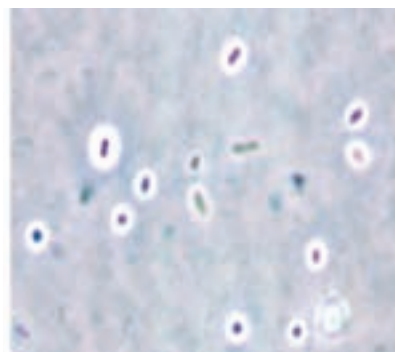
۴- Smooth

۵- Rough

برخی از باکتری‌ها ماده‌ای ژله مانند و خارج سلولی به نام اسلایم^۱ تولید می‌کنند که از کپسول به سطح سلول چسبیده و در آب محلول بسیار سست تر می‌باشد. برای مشاهده کپسول می‌توان از رنگ آمیزی منفی^۲ استفاده کرد (شکل ۸-۲). به طور کلی در عمل رنگ آمیزی، شرط رنگ پذیری یک سلول، یونی بودن آن است. زیرا بین نواحی یونیزه سطح سلول و اجزای یونیزه مولکول‌های رنگ، پیوند به وجود می‌آید. در نتیجه بین بارهای مخالف موجود در سطح سلول و مولکول‌های رنگ پیوند یونی تشکیل می‌شود و باکتری رنگ می‌گیرد. چون کپسول ماهیت غیر یونی دارد، نمی‌توان آن را رنگ آمیزی کرد.

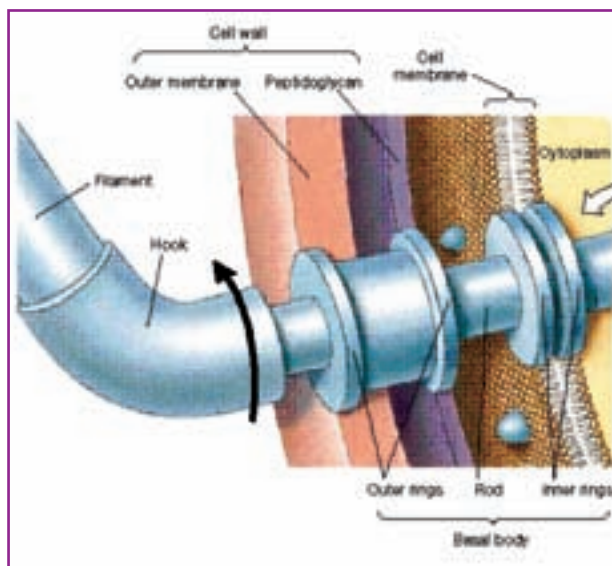


بنابراین برای مشاهده آن در زیر میکروسکوپ، زمینه باکتری رنگ آمیزی می‌شود و در نتیجه، امکان دیدن کپسول باکتری به صورت هاله شفاف و بی‌رنگ در اطراف سلول باکتری فراهم می‌گردد. در روش رنگ آمیزی منفی برای تثبیت گسترش از حرارت استفاده نمی‌شود. چون در اثر حرارت، باکتری احاطه شده با کپسول از شکل طبیعی خود خارج می‌شود.



شکل ۸-۲ رنگ آمیزی کپسول

تازه: حدود نیمی از باکتری‌های شناخته شده قادر به تحرک هستند. این‌ها دارای وسیله حرکتی هستند که تازه خوانده می‌شود و معمولاً طول آن چند برابر طول باکتری است. تازه باکتری‌ها ۱۴-۳ میکرون طول و ۲/۰ میکرون قطر دارد. تازه‌ها از سه قسمت رشته^۳، قلاب^۴ و جسم پایه^۵ تشکیل شده‌اند که پایه در غشای پلاسمایی قرار گرفته است (شکل ۹-۲). جسم پایه شامل حلقه‌های داخلی^۶، میله^۷ و حلقه‌های خارجی^۸ است. رشته‌های پروتئینی به طول و قطر یک سان از جنس فلاژلین ساخته شده‌اند. تازه باکتری به یک قلاب انعطاف پذیر وصل است که این قلاب نیز به پروتئین حلقوی متصل است و در نیمه داخلی و خارجی غشای سیتوپلاسمی باکتری قرار دارد. چرخش این پروتئین‌های حلقوی باعث حرکت تازه می‌شود.



شکل ۹-۲ شکل شماتیک تازه و اجزای آن

۱- Slime

۲- Negative staining

۳- Filament

۴- Hook

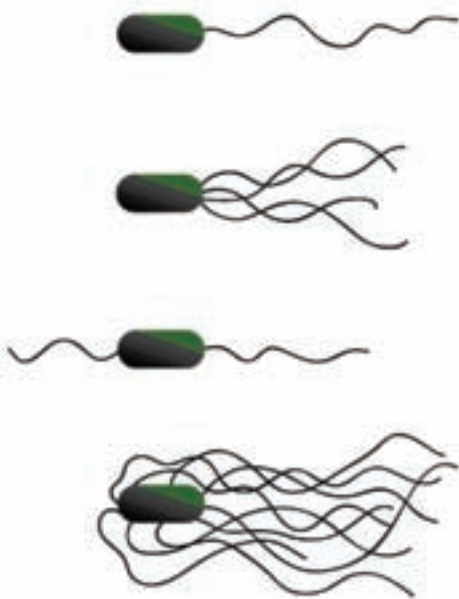
۵- Basal body

۶- Inner rings

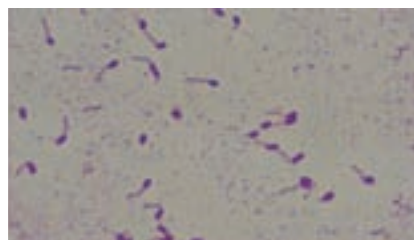
۷- Rod

۸- Outer rings

آرایش تازه در باکتری‌های تازه‌دار به صورت تک تازه^۱، یک دسته تازه در یک انتها^۲، دو تازه در دو انتها^۳ و چند تازه^۴ است (شکل‌های ۲-۱۰ و ۲-۱۱)



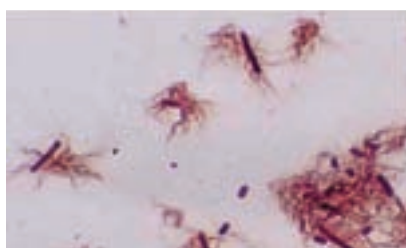
شکل ۲-۱۰ آرایش تازه در باکتری‌های تازه‌دار به صورت شماتیک



(الف)



(ب)



(ج)



(د)

الف) تک تازه (ب) یک دسته تازه در یک انتها (ج) دو تازه در دو انتها (د) چند تازه

شکل ۲-۱۱ آرایش تازه در باکتری‌های تازه‌دار در زیر میکروسکوپ



شکل ۲-۱۲ تار جنسی در فرآیند درآمیختگی جنسی بین دو باکتری

تار^۵: در لاتین به معنی موست و از تازه مستقیم‌تر، نازک‌تر و کوتاه‌تر است و در عمل تحرک بی‌تأثیر است. تارلوله پروتئینی توخالی است که از زیر واحدهای پروتئینی موسوم به پیلین^۶ تشکیل شده است. باکتری‌ها اغلب واجد دو نوع تار کوتاه^۷ و بلند هستند. تار کوتاه (چسبنده^۸) در اتصال باکتری به یک سطح نقش دارد. تار بلند (تار جنسی^۹) که تار F هم نامیده می‌شود در انتقال ماده ژنتیکی از یک باکتری به باکتری دیگر، که همان فرآیند ادغام جنسی یا درآمیختگی^{۱۰} است، دخالت دارد (شکل ۲-۱۲). ژن تار اغلب روی پلاسمید باکتری است و پلاسمیدی را که واجد ژن تار است فاکتور F می‌نامند. باکتری

۱- Monotrichous

۲- Lophotrichous

۳- Amphitrichous

۴- Peritrichous

۵- Pili

۶- Pillin

۷- Fimberia

۸- Adhesion

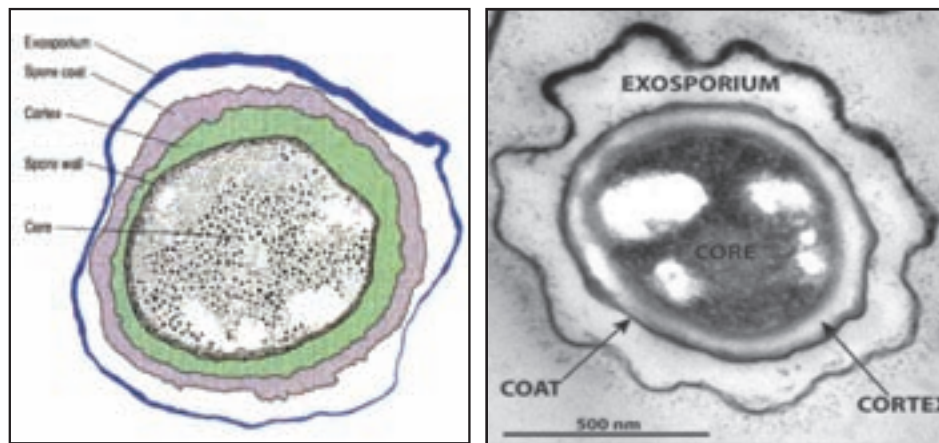
۹- Sexual

۱۰- Conjugation

واجد ژن تار را +F یا باکتری نر^۱، و باکتری فاقد ژن تار را به صورت F- یا باکتری ماده^۲ نشان می‌دهند.

مزوزوم ها: از فرورفتگی غشای سیتوپلاسمی به درون سیتوپلاسم حاصل می‌شود و اغلب در محل تقسیم دیواره وجود دارند و در عمل تقسیم DNA و تقسیم سلولی دخالت می‌کنند. مزوزوم‌ها در باکتری‌های گرم مثبت به مراتب بیشتر از باکتری‌های گرم منفی دیده می‌شوند. مزوزوم‌ها در باکتری‌های گرم مثبت در تقسیم کروموزمی و نیز در در متابولیسم سلولی نقش دارند.

اسپور^۳ (هاگ درونی): اجسامی کوچک و از نظر متابولیکی غیر فعال و دارای دیواره‌ای ضخیم‌اند (شکل ۱۳-۲) و توسط غشای سیتوپلاسمی باکتری‌های جنس باسیلوس (مانند باسیلوس آنتراسیس^۴ مولد بیماری سیاه زخم) و جنس کلوستریدیوم (مانند کلوستریدیوم تتانی^۵ مولد بیماری کزاز) ساخته می‌شوند. اغلب باکتری‌ها در محیطی بیشتر زنده می‌مانند که علاوه بر دارا بودن منابع غذایی، گرم و مرطوب باشد، در غیر این صورت از بین می‌روند، اما بعضی از باکتری‌ها در شرایط نامساعد اسپور می‌سازند. اسپور پوسته‌ای سخت است که در داخل دیواره باکتری تشکیل می‌شود. مواد سلولی باکتری در داخل این پوسته محفوظ می‌ماند. اسپور در مقابل شرایط نامساعد محیطی بسیار مقاوم است و در محیط‌های خشک، محیط‌های دارای مواد ضد عفونی کننده و در آب جوش به مدت چندین ساعت زنده می‌ماند. محل قرار گرفتن اسپورها در درون باکتری‌ها متفاوت است ولی در هر گونه باکتری این محل ثابت است. اسپورها می‌توانند برای دوره‌های طولانی در سرمای انجماد و یا در شرایط بسیار خشک غیر فعال باقی بمانند و در صورت مساعد شدن محیط فعال شوند.



شکل ۱۳-۲ اسپور باکتری و اجزای آن

باکتری‌ها از نظر شکل به شش گروه گرد، دراز، خمیده، ماریچی، فتری و منشعب تقسیم می‌شوند. پنج گروه اول را باکتری‌های پست و گروه ششم را باکتری‌های عالی گویند.

باکتری‌های پست

این باکتری‌ها تک یاخته‌ای هستند. اگر کروی یا بیضوی باشند، کوکوس؛ اگر میله‌ای شکل یا دراز باشند، باسیل؛ اگر خمیده باشند، ویریون و چنانچه ماریچی شکل و غیرقابل انعطاف باشند، اسپریل و اگر فتری و قابل انعطاف باشند، اسپیروکت نامیده می‌شوند (شکل ۱۴-۲).

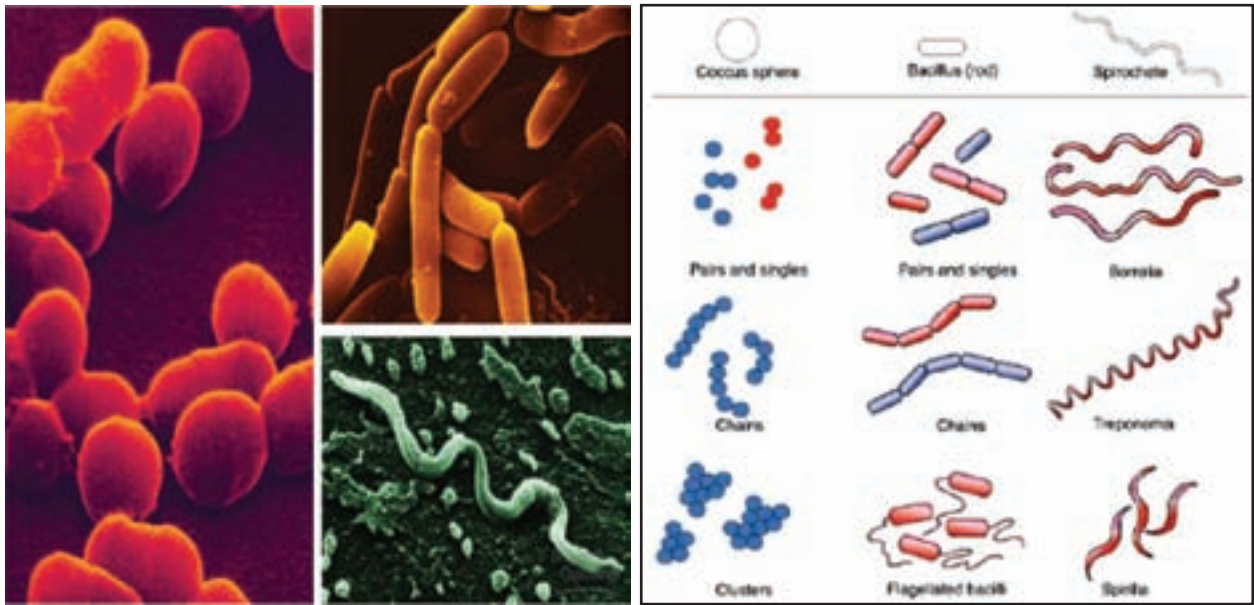
۱- Male

۲- Female

۳- Spore

۴- Bacillus anthracis

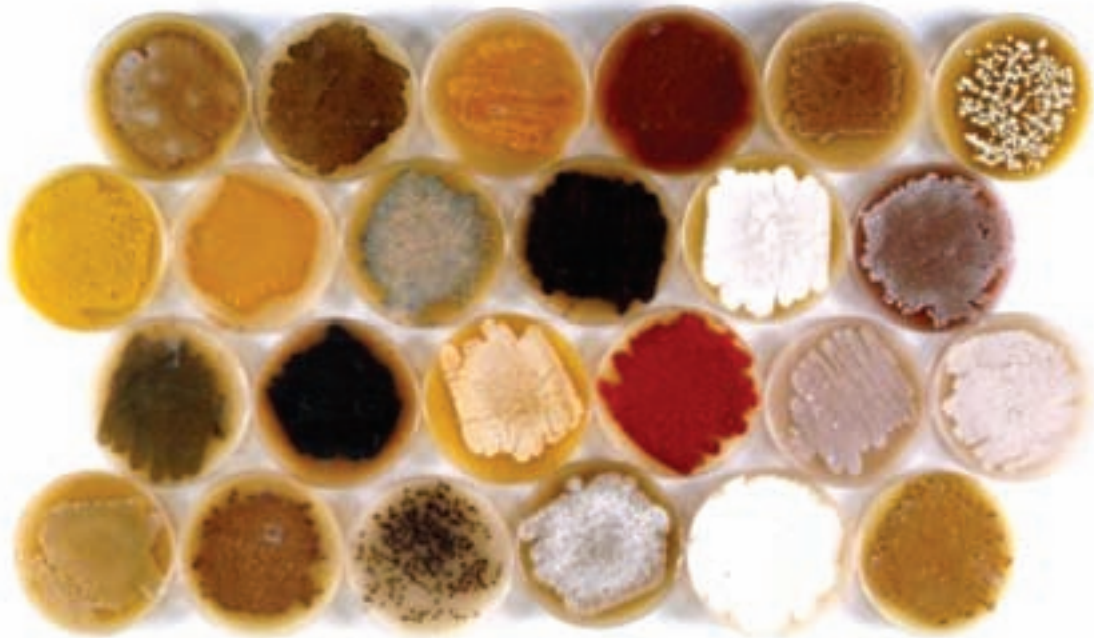
۵- Clostridium tetani



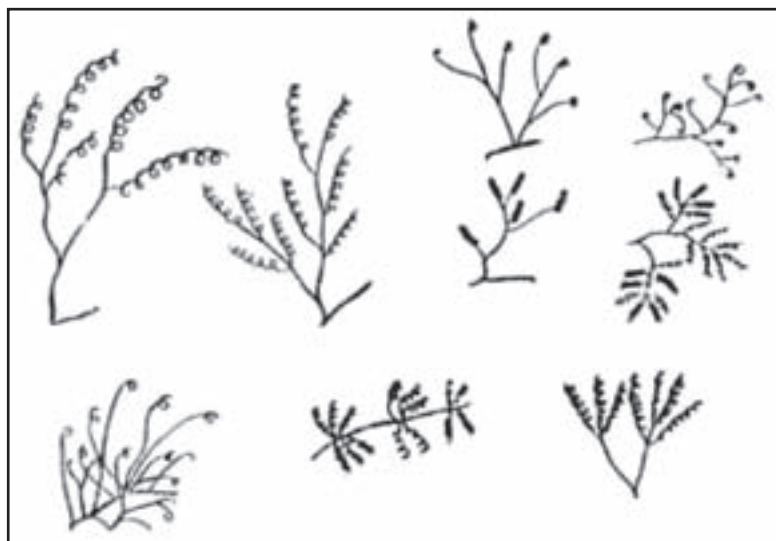
شکل ۱۴-۲ اشکال کوکوس، باسیل و اسپریل باکتری‌ها

باکتری‌های عالی یا رشته‌ای

این باکتری‌ها رشته مانند و بیشتر غلاف دارند و اغلب شاخه‌های حقیقی ایجاد می‌کنند و میسلیم تشکیل می‌دهند و چون تشکیلات منشعب ایجاد می‌کنند، اکتینومیسیت نامیده می‌شوند. کلنی اکتینومیسیت‌ها واجد رنگدانه‌های مختلف است و معمولاً در محیط‌های کشت حاوی پروتئین، رنگدانه‌های قابل حل ارغوانی و قهوه‌ای رنگ ایجاد می‌کنند (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲ رنگدانه‌های ایجاد شده توسط باکتری اکتینومیسیت بر روی محیط کشت

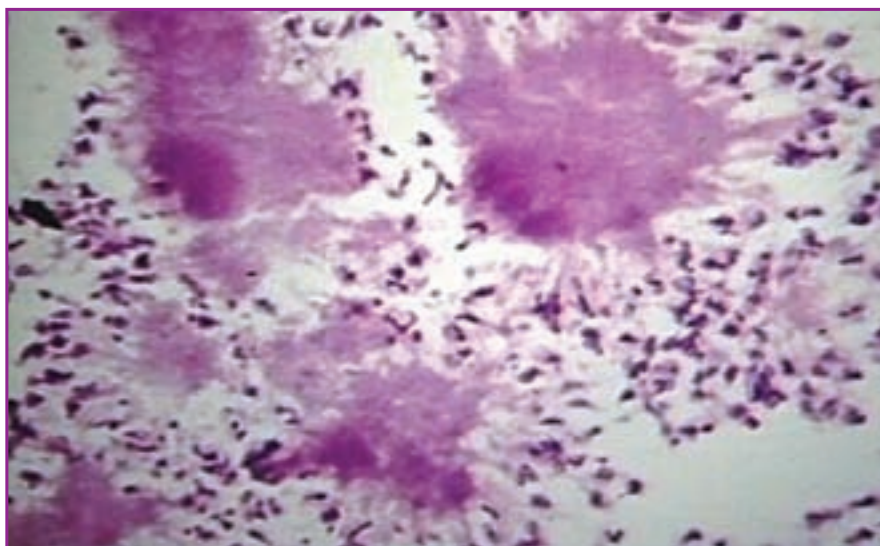


شکل ۱۶-۲ انواع میسلیم در باکتری‌های رشته‌ای

اکتینومیست‌ها باکتری‌های گرم مثبتی هستند که در راستهٔ اکتینومیستال وابسته به باکتری‌های گروه کورینه فرم قرار می‌گیرند. این باکتری‌ها در بافت و در محیط‌های کشت، سلول‌های کشیده و رشته مانند صاف یا موج ایجاد می‌نمایند که تا حدود یک میکرومتر قطر دارند و ممکن است یک شاخه‌ای یا دو شاخه‌ای باشند و گاهی در سطح محیط کشت، رشدی مشابه میسلیم‌های هوایی دارند. رشته‌ها از طریق قطعه قطعه شدن به اجسام کوکسی، باسیلی و یا هر دو شکل تقسیم می‌شوند (شکل ۱۶-۲). اسپورهای

حاصله ممکن است منفرد، خوشه‌ای یا زنجیره‌ای باشند و یا درون یک اسپوراثریوم تولید شوند.

اکتینومیست‌ها در بافت، دانه یا گرانول گوگردی ایجاد می‌کنند (شکل ۱۷-۲)، که در واقع میکروکلنی ارگانسیم در بافت محسوب می‌شود. دانه‌های گوگردی مربوط به آن‌ها به خوبی با هماتوکسیلین - اتوزین^۱، و نقره متنامین^۲ رنگ آمیزی می‌شوند. این ارگانسیم‌ها واجد آنزیم‌هایی هستند که باعث مرگ باکتری‌ها و برخی از قارچ‌ها می‌شوند. با توجه به این خصوصیت، در تهیهٔ آنتی‌بیوتیک‌های مختلف از این ارگانسیم‌ها استفاده شده است. بیماری حاصله از اکتینومیست‌ها مزمن است و مانند سایر بیماری‌های باکتریایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها حساس و نسبت به داروهای ضدقارچی مقاوم هستند. به علت شباهت ضایعات حاصله از اکتینومیست‌ها با ضایعات قارچی، این بیماری‌ها را در قسمت مربوط به بیماری‌های قارچی مورد مطالعه قرار می‌دهند.



شکل ۱۷-۲ اجسام کوکسی و باسیلی شکل گرم مثبت اکتینومیست در یک گرانول گوگردی

۱- Hematoxilin - eosin

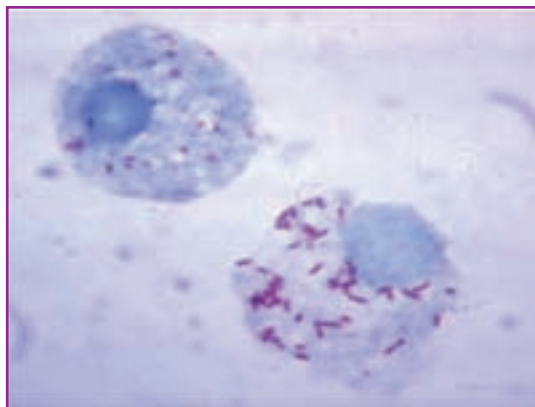
۲- Silver metenamine

دستهٔ دیگر پروکاریوت‌ها آرکی باکترها هستند. باکترها دارای DNA تک رشته‌ای فاقد آگزون^۱ و اینترون^۲ هستند ولی آرکی باکترها نواحی اینترون و آگزون دارند. آرکی باکترها از نظر میکروسکوپی شبیه باکترها هستند، اما از نظر ترکیب شیمیایی و فعالیت‌های حیاتی بسیار با هم تفاوت دارند. بسیاری از آرکی باکترها در شرایط نامعمول و بسیار سخت محیطی^۳ مانند دمای بالا، غلظت بالای نمک، و یا pH پایین توانایی ادامهٔ حیات دارند. عده‌ای از آن‌ها دارای فعالیت شیمیایی منحصر به فردند و گاز متان از CO_۲ و H_۲ تولید می‌کنند. آرکی باکترها شامل گروه‌های عمدهٔ زیرند: ۱- متان‌زای^۴ (در سیستم‌های صنعتی برای تبدیل مواد زاید به سوخت مفید اهمیت دارند) ۲- احیا کنندهٔ سولفات ۳- نمک دوست^۵ (یک نمونه از این میکروارگانیسم‌ها در بلور نمک یافت شده است که بیش از ۲/۳ میلیون سال عمر دارد) ۴- به شدت گرما دوست و احیا کنندهٔ گوگرد ۵- فاقد دیوارهٔ سلولی.

در سال ۱۹۸۱ آرکی باکترهای گرما دوست^۶ از چشمه‌های آب گرم کف اقیانوس‌ها به دست آمدند که قادر به رشد در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد بودند. در فاصله‌ای کم‌تر از یک سال، میکروبی در کف اقیانوس کشف شد که در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کرد. این درجهٔ حرارت به اندازه‌ای است که کاغذ را خود به خود و بدون دخالت شعله، مشتعل می‌سازد. قرار گرفتن یک ارگانیسم در دمای زیاد به این معنی که سیتوپلاسم به جوش می‌آید، پروتئین‌ها کیفیت طبیعی خود را از دست می‌دهند، DNA به رشته‌ای جداگانه تفکیک می‌شود و در ساختمان و وظایف چربی‌ها اختلال ایجاد می‌شود در نتیجه سلول از بین می‌رود. این امر را در مورد آرکی باکترها چگونه می‌توان توجیه کرد؟ بخشی از پاسخ را می‌توان مرتبط با عمقی دانست که این میکروارگانیسم زندگی می‌کند. آب در عمق ۲۵ هزار متری که محل رشد و زندگی آرکی باکترهای گرما دوست است در ۲۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد هم به جوش نمی‌آید و بنابراین سیتوپلاسم سلولی به جوش نمی‌آید. در برخی از این میکروارگانیسم‌ها آئیم‌هایی با عملکرد مشابه انواع باکتری‌ها یافت می‌شوند که با اندکی تفاوت در ساختار و توالی اسید آمینه‌هایشان می‌توانند حرارت‌های بالاتری را تحمل کنند. ساختمان مولکولی غشا و نحوهٔ قرار گرفتن چربی‌های آن در میکروارگانیسم‌های به شدت گرما دوست^۷ به طریقی است که مقاومت آن را نسبت به حرارت زیاد می‌کند.

رشد در باکتری‌ها

اغلب باکتری‌ها در محیط کشت مصنوعی رشد می‌کنند، در عین حال هنوز نتوانسته‌اند بعضی باکتری‌ها مانند مایکوباکتریوم لپره^۸ (عامل بیماری جذام) و تریپونما پالیدوم^۹ (عامل بیماری سفلیس) را در محیط مصنوعی رشد دهند. برخی دیگر از باکتری‌ها مثل ریکتسیا^{۱۰} (عامل تیفوس) و کلامیدیا^{۱۱} (عامل بیماری مقاربتی و تراخم) فقط درون سلول‌های میزبان تکثیر شده (شکل ۱۸-۲) و در محیط کشت حاوی سلول رشد می‌کنند.



شکل ۱۸-۲ اشکال باکتری ریکتسیا به رنگ ارغوانی درون سلول دیده می‌شوند.

قطعاتی از ژن هستند که رونوشت آن‌ها توسط RNA برای ساخت پروتئین به اندامک ساخت پروتئین منتقل می‌شود.

۱- Exon

۲- Intron

قطعاتی از ژن‌های کد کننده پروتئین هستند که از RNA رونویسی شده جدا می‌شوند و برعکس آگزون هستند یعنی از آن‌ها در تولید پروتئین استفاده نمی‌شود.

۳- Extreme

۴- Methanogen

۵- Halophile

۶- Thermophile

۷- Hyperthermophile

۸- Mycobacterium lepra

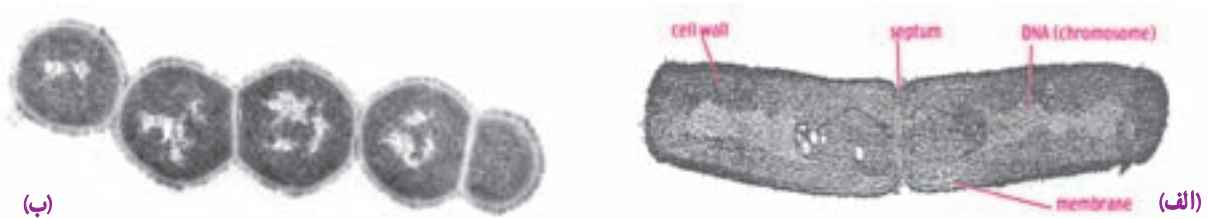
۹- Treponema palidum

۱۰- Rickettsia

۱۱- Chlamydia

رشد تصاعدی و زمان تقسیم در باکتری‌ها

در شرایط مساعد از نظر مواد غذایی، دما و مواد گازی، اندازه باکتری افزایش می‌یابد و سپس به دو سلول مشابه تقسیم می‌شود و تا وقتی که شرایط مساعد باشد، این دو سلول می‌توانند مانند سلول والد رشد کنند و با همان سرعت تقسیم شوند. زمان لازم برای دو برابر شدن تعداد مشخصی باکتری، زمان تقسیم نامیده می‌شود. بیشتر باکتری‌ها در فاصله ۲۰ دقیقه به حداکثر رشد خود می‌رسند و قادر به تولید مثل می‌شوند. تکثیر باکتری‌ها به طور معمول از راه تقسیم دوتایی صورت می‌گیرد (شکل ۱۹-۲) و چگونگی افزایش آن‌ها تابع تصاعد هندسی است.

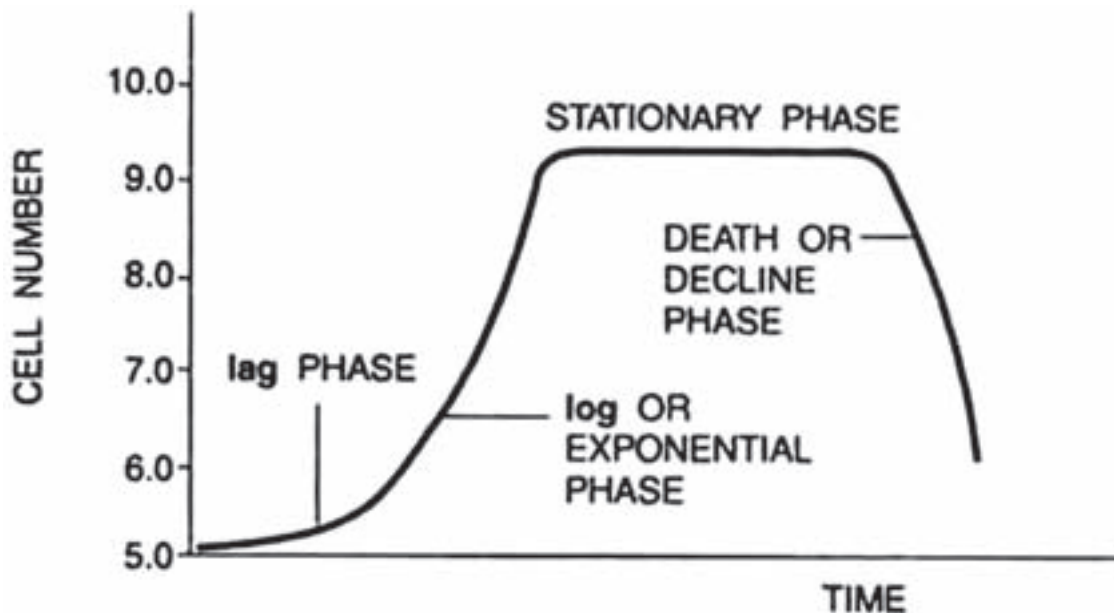


الف) در باکتری‌های باسیلی (ب) در باکتری‌های کوکسی شکل
شکل ۱۹-۲ تقسیم دوتایی

در شرایط محیطی مناسب، یک باکتری بعد از بیست دقیقه به دو باکتری تبدیل می‌شود. بیست دقیقه بعد، از آن چهار باکتری به وجود می‌آید و به همین ترتیب تعداد باکتری‌ها به ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ و ... می‌رسد. اگر روش تکثیر باکتری‌ها تا ۲۴ ساعت ادامه یابد، از یک باکتری، توده‌ای به وزن دو هزار تن به وجود خواهد آمد. این چنین تعداد یاخته‌ها با سرعت شگفت‌آوری افزایش می‌یابد؛ بنابراین هر نسل دارای دو برابر تعداد یاخته‌های نسل پیشین است و به هنگام رشد فعال، نرخ افزایش جمعیت میکروبی به صورت نمایی است. شماره باکتری‌ها در هر مقطعی از زمان بستگی به تعداد اولیه جمعیت و شماره نسل‌های به وجود آمده دارد. این رابطه با فرمول $B_f = B_i \times 2^n$ نمایش داده می‌شود که در آن B_f شماره نهایی باکتری‌ها، B_i تعداد اولیه جمعیت و n شماره تعداد نسل‌هاست.

طول زمانی را که تعداد جمعیت دو برابر می‌شود، زمان مضاعف شدن^۱ گویند. تعیین زمان مضاعف با استفاده از فرمول $G = t/3.3 \log_2(b/B)$ صورت می‌گیرد. در این فرمول G زمان مضاعف شدن، t طول زمانی که شماره یاخته از نقطه B مرحله لگاریتمی به نقطه b می‌رسد، B جمعیت اولیه، b جمعیت پس از زمان $\log_2 t$ که بر مبنای \log_{10} محاسبه می‌شود. 3.3 عامل تبدیل \log_2 به \log_{10} است. زمان مضاعف شدن معمولاً تحت شرایط ثابت فیزیکی و شیمیایی برای هر باکتری ثابت است. رشد لگاریتمی میکروب‌ها تا هنگامی ادامه خواهد یافت که مواد غذایی در محیط وجود داشته باشد و از تجمع مواد زاید و سمی حاصل از دگرگشت به گونه‌ای جلوگیری شود. در صورت برقرار نبودن شرایط فوق میزان رشد باکتری رو به کاهش می‌گذارد و منحنی عمومی رشد دارای چهار مرحله وقفه، رشد نمایی، رشد ثابت و مرگ ایجاد خواهد شد (نمودار ۱-۲).

در عمل، باکتری‌هایی که دارای خواص یکسانی باشند به ندرت یافت می‌شوند. حتی باکتری‌هایی که از یک سلول منشأ می‌گیرند ممکن است از نظر یک یا چند صفت با یکدیگر متفاوت باشند. این تفاوت‌ها نتیجه تغییراتی است که به علت جهش^۲ ژنی در سلول‌های باکتری پدید می‌آیند. این باکتری‌ها جهش یافته^۲، نامیده می‌شوند که از نظر بعضی از خواص نظیر ساختمان آنتی‌ژن، حساسیت نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها و غیره با سایر باکتری‌های مشابه اختلاف دارند. سهولت تغییرپذیری در باکتری‌ها مربوط به سرعت تقسیم آن‌هاست.



نمودار ۱-۲ منحنی رشد در باکتری

زمان تقسیم یا مدت زمانی که برای تولید یک سلول جدید در باکتری‌ها لازم است، حدود بیست دقیقه و در مورد انسان بیست سال است. مثلاً یک سلول باکتری در مدت ۱۸ ساعت ۵۴ نسل به وجود می‌آورد. در حالی که برای ایجاد همین تعداد نسل انسان بیش از یک هزار سال زمان لازم است. پس جهش ژنی در باکتری‌ها نسبت به موجودات عالی خیلی سریع و قابل ملاحظه است.

عوامل مورد نیاز در رشد باکتری‌ها

بیشتر باکتری‌ها نمی‌توانند مانند سلول‌های گیاهان سبز غذاسازی کنند. بنابراین باید غذای آماده شده را از محیط خود بگیرند. بعضی از باکتری‌ها غذای خود را از مواد بی‌جان مانند گوشت، شیر، مواد قندی و سایر فرآورده‌های غذایی ما و نیز از اجساد جانداران می‌گیرند. این قبیل باکتری‌ها ساپروفیت هستند. باکتری‌های ساپروفیت یکی از علل اصلی فاسد شدن مواد غذایی هستند. اما اگر غذای باکتری از بدن گیاه یا جانور زنده تأمین شود، باکتری انگل خواهد بود. بیشتر بیماری‌های واگیر را همین گروه از باکتری‌ها ایجاد می‌کنند. باکتری‌ها آنزیم‌های پر قدرتی می‌سازند که در درون سلول یا بیرون از آن می‌توانند ترکیبات غذایی را تجزیه کنند و مواد لازم برای سلول آن‌ها را فراهم سازند.

عناصر اصلی مورد نیاز برای تغذیه باکتری‌ها عبارت‌اند از:

- عناصر اصلی شامل کربن، اکسیژن، هیدروژن و فسفر
- عناصر جزئی شامل سولفور، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و گلیسرین
- عناصر فیزیولوژیک شامل آهن، منگنز، مس، روی و آلومینیوم
- فاکتورهای رشد شامل ویتامین‌ها، آمینواسیدها و مقداری مواد شکل یافته دیگر که برای ترکیب اسیدهای آمینه و سایر سازه‌ها به کار می‌روند.

کربن: باکتری‌ها برحسب نوع ترکیباتی که به صورت منبع کربن استفاده می‌کنند به دو گروه اصلی باکتری‌های اتوتروف^۱ (خودخوار)

^۱ Autotroph

و هتروتروف^۱ (دیگر خوار) طبقه بندی می شوند. باکتری های اتوتروف کربن معدنی را از دی اکسید کربن و نیتروژن را از آمونیاک، نترات ها و نیتريت ها به دست می آورند. این باکتری ها از نظر پزشکی اهمیت چندانی ندارند. باکتری های هتروتروف به ترکیبات آلی به صورت منبع اصلی کربن و انرژی نیاز دارند. اغلب باکتری های مهم پزشکی هتروتروف هستند.

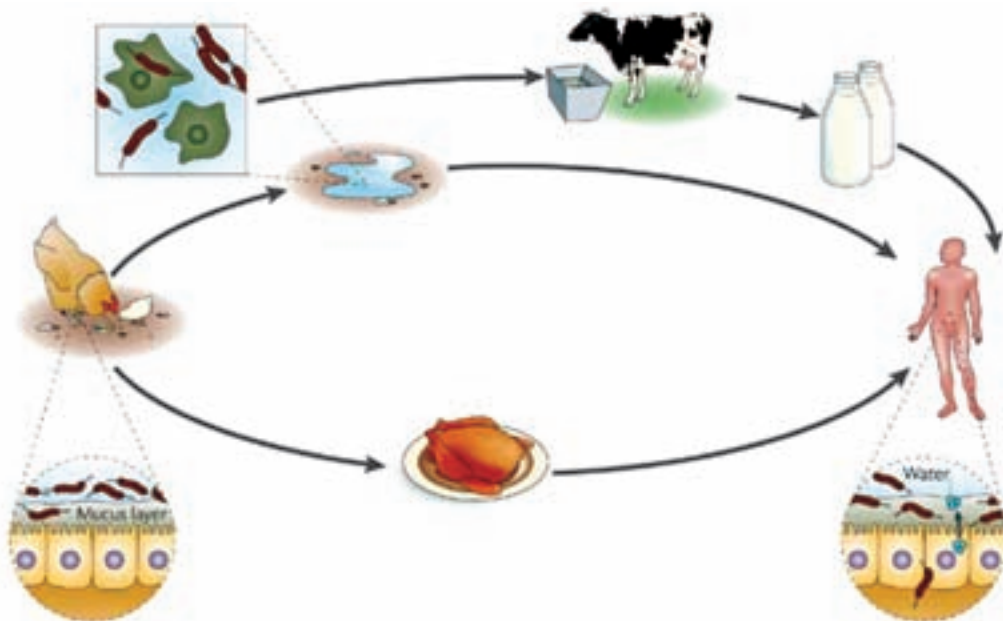
اکسیژن : باکتری ها بر حسب نیاز به اکسیژن به چهار گروه طبقه بندی می شوند.

- ۱- هوازی اجباری^۲: فقط در حضور اکسیژن رشد می کنند، مانند سودوموناس آئروژینوزا^۳.
- ۲- میکروآئروفیل^۴: در غلظت کم اکسیژن بهتر رشد می کنند، مانند کمپیلوباکتر ژژونی^۵.
- ۳- بی هوازی اختیاری^۶: در حضور و در غیاب اکسیژن قادر به رشدند، مانند اشرشیاکلی^۷.
- ۴- بی هوازی اجباری^۸: فقط در غیاب اکسیژن آزاد رشد می کنند، مانند کلستریدیوم تتانی.

دما: تقریباً همه باکتری های بیماری زا در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد رشد بهینه دارند. بعضی از باکتری ها که در دمای پایین (صفر تا ۴ درجه) و یا دمای بیش از ۳۷ درجه هم رشد می کنند، در میکروب شناسی غذایی مهم هستند، مانند لیستریا مونوسیتوژنز^۹ که یک عامل مسمویت غذایی است و در دمای ۴ درجه سانتی گراد به آهستگی رشد می کند و یا کمپیلوباکتر ژژونی (شکل ۲۰-۲) که دمای مناسب برای رشد آن ۴۲ درجه است.

CO_۲: باکتری ها برای رشد CO_۲ لازم دارند. مقادیر مناسب CO_۲ یا در هوا وجود دارد و یا باکتری ها CO_۲ لازم را در خلال سوخت و ساز تولید می کنند.

pH: رشد بهینه اکثر باکتری های بیماری زا در pH بازی خفیف بین ۷/۲ تا ۷/۶ صورت می گیرد، اما چند مورد استثنا وجود دارد. لاکتوباسیل اسیدوفیلوس^{۱۰} که در واژن زنان بالغ وجود دارد در محیط اسیدی (pH= ۴) بهتر رشد می کند. این باکتری اسید لاکتیک تولید می کند که باعث اسیدی شدن ترشحات واژن می شود و از ایجاد عفونت توسط بسیاری از باکتری های بیماری زا

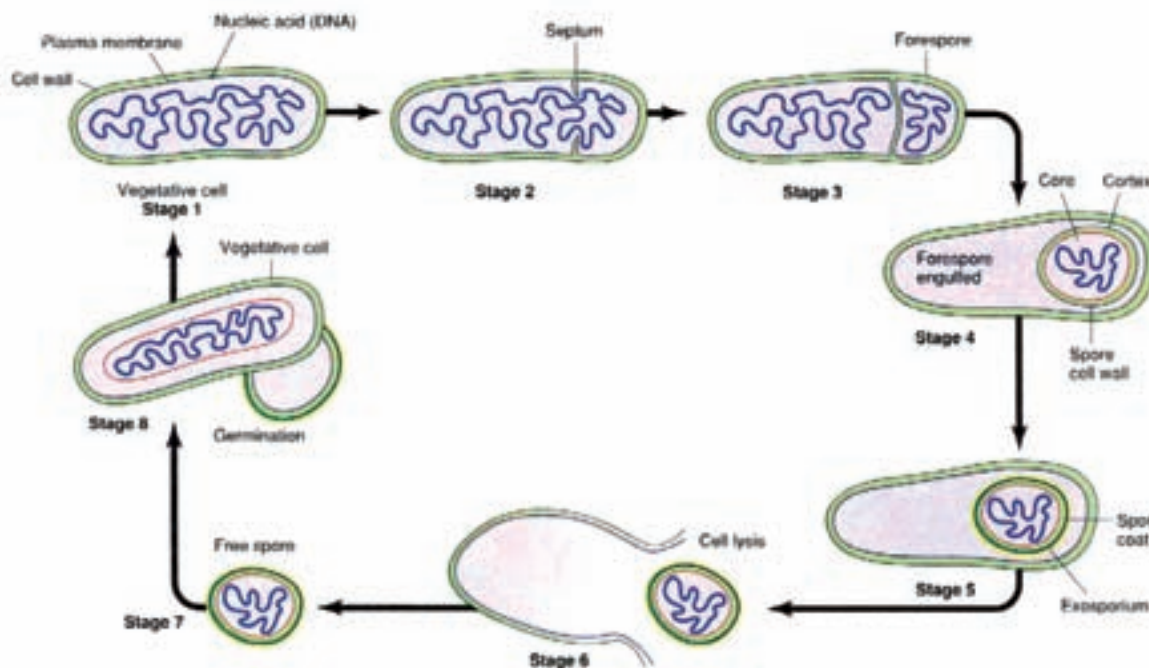


شکل ۲۰-۲ شکل شماتیک اکولوژی و راه های آلوده شدن با کمپیلوباکتر ژژونی

- | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ۱_ Heterotroph | ۲_ Obligate aerobe | ۳_ Pseudomonas aeruginosa | ۴_ Microaerophile | ۵_ Campilobacter jejuni |
| ۶_ Facultative anaerobe | ۷_ Escherichia coli | ۸_ Obligate anaerobe | ۹_ Listeria monocytogenes | |
| ۱۰_ Lactobacillus acidophilus | | | | |

که محیط اسیدی باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شود جلوگیری می‌کند. در مقابل، ویبروکلرا^۱ عامل بیماری وبا در محیط قلیایی (pH=۸/۵) بهتر رشد می‌کند.

بعضی از باکتری‌ها وقتی در وضعیت کم غذایی یا در شرایط نامطلوب قرار می‌گیرند، پوسته‌ای سخت به دور خود ترشح می‌کنند و به حالتی درمی‌آیند که به آن اسپور می‌گویند (شکل ۲۱-۲). اسپورها نسبت به شرایط نامساعد نظیر دمای بالا، تشعشع و وجود مواد شیمیایی از قبیل ضد عفونی‌کننده‌ها بسیار مقاوم هستند، به نحوی که ساعت‌ها در آب در حال جوش زنده می‌مانند و از بین نمی‌روند و هنگامی که در جایی قرار می‌گیرند که غذا، گرما و رطوبت در حد مطلوب وجود دارد به باکتری فعال تبدیل می‌شوند و به سرعت تکثیر می‌یابند. اسپورها، در پاسخ به کمبود مواد غذایی، طی فرآیند پیچیده اسپورزایی^۲ تشکیل می‌شوند و پس از تکمیل شدن ساختمان، مانند تخم یا سلولی گرد درون سلول سازنده اسپور ظاهر می‌گردند.



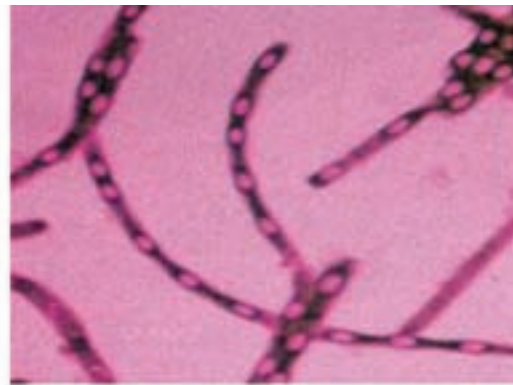
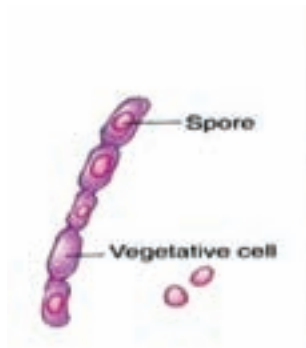
شکل ۲۱-۲ مراحل شماتیک اسپورزایی و تبدیل اسپور به سلول رویشی

اسپور بخشی از چرخه زندگی باکتری‌های گرم مثبت میله‌ای شکل (دو جنس باسیلوس و کلستریدیوم) و در واقع یک مرحله خفته یا غیر فعال از زندگی باکتری است. اسپورزایی در باکتری‌ها بر خلاف آنچه در بعضی گیاهان عالی دیده می‌شود، نوعی تکثیر تولیدمثلی نیست. زیرا هر باکتری فقط یک اسپور تولید می‌کند و هر اسپور به نوبه خود به یک سلول رویشی^۳ (باکتری فعال) تبدیل می‌شود. بنابراین در گونه‌های مولد اسپور، مانند سایر گونه‌های باکتریایی، تکثیر از طریق تقسیم دوتایی باکتری انجام می‌شود. اندازه و محل قرار گرفتن اسپور در داخل باکتری نیز برای تشخیص و تفکیک باکتری‌ها اهمیت دارد. مثلاً اسپورها می‌توانند در مرکز، نزدیک به انتها و یا در انتهای یاخته قرار گیرند (شکل ۲۲-۲). قطر اسپور می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از خود باکتری باشد. اگر اسپور قطر بیشتری نسبت به یاخته رویشی داشته باشد موجب تورم یا بزرگی و تغییر شکل باکتری می‌شود.

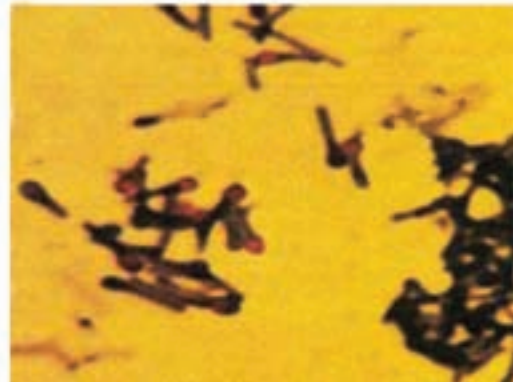
۱- Vibrio cholera

۲- Sporulation

۳- Vegetative



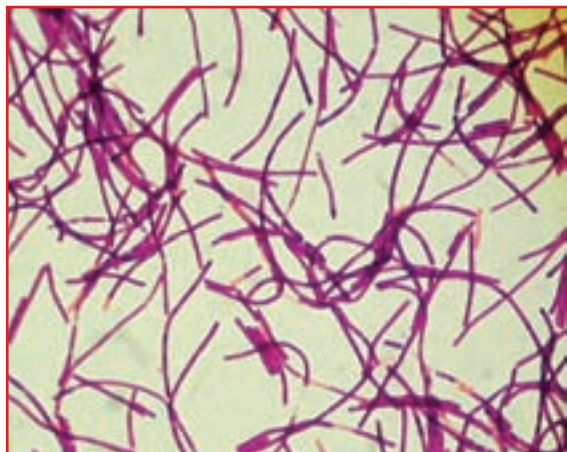
(الف)



(ب)

شکل ۲۲-۲ الف) اسپور باسیلوس آنتراسیس در مرکز
ب) اسپور کلستریدیوم تتانی در انتهای سلول باکتری

کلستریدیوم‌های بی‌هوازی مانند کلستریدیوم پرفرنجنزا^۱ مولد قانقاریای گاوی (شاربن علامتی)، کلستریدیوم بوتولینوم^۲ عامل مسمومیت غذایی یا بوتولیسم کشنده و کلستریدیوم تتانی از مهم‌ترین باکتری‌های اسپورزا هستند. تمام این کلستریدیوم‌های اسپورزا سم خارجی^۳ قوی تولید می‌کنند که اغلب کشنده هستند. قوی‌ترین آگزوتوکسین توسط کلستریدیوم بوتولینوم تولید می‌شود. مصرف مقدار بسیار کم از ماده غذایی دارای سم بوتولیسم معمولاً موجب مرگ می‌شود. برآورد شده است که یک بطری کوچک حاوی سم بوتولیسم برای کشتن تمام مردم کره زمین کافی است.



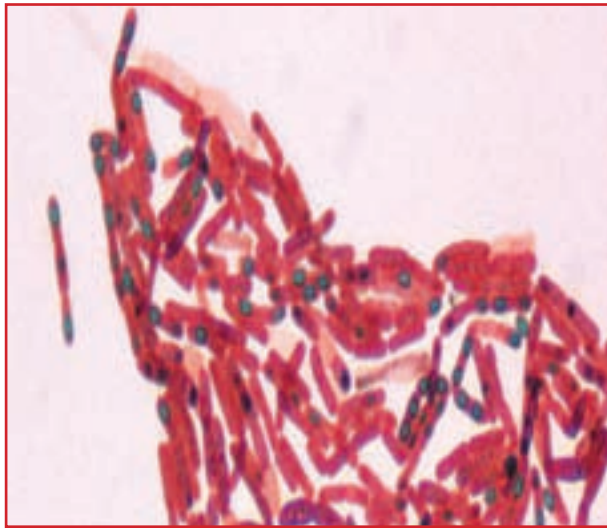
شکل ۲۳-۲ رنگ آمیزی اسپور به روش ساده

به دو طریق می‌توان اسپورها را زیر میکروسکوپ مشاهده نمود:
۱- اسپور پوشش مقاومی است که در برابر نفوذ رنگ مقاومت می‌کند. بنابراین در رنگ آمیزی ساده می‌توان اسپورها را به صورت ناحیه رنگ نشده در داخل سلول رویشی (باکتری مولد) مشاهده کرد (شکل ۲۳-۲).

۱- Clostridium perferengens

۲- Cl. butolinum

۳- Exotoxin



شکل ۲۴-۲ رنگ آمیزی اسپور به روش شفر- فولتون

۲- اگر تعداد اسپورهای موجود کم باشد و یا اگر از داخل باکتری مولد خارج شوند و در گستره به صورت پراکنده باشند اغلب توسط رنگ آمیزی ساده و یا گرم قابل مشاهده نخواهند بود، در این حالت رنگ آمیزی شفر- فولتون^۱ که یک رنگ آمیزی افتراقی است برای مشاهده آندوسپور و سلول رویشی به کار می رود. با استفاده از این روش خود اسپور رنگ می گیرد و اسپورهای آزاد به آسانی قابل رؤیت خواهند بود. در مشاهده میکروسکوپی لام رنگ آمیزی شده، اسپورها درون سلول رویشی قرمز رنگ، به صورت بخش های بیضی یا کروی کوچک سبز رنگ مشاهده می شوند (شکل ۲۴-۲). در این روش برای نفوذ رنگ اولیه (مالاشیت گرین^۲) به داخل پوشش اسپور از حرارت استفاده می شود. مالاشیت گرین

به آسانی از باکتری های مولد شسته می شود زیرا دیواره سلولی باکتری های بدون اسپور بر اثر حرارت آسیب دیده و پاره شده است، بنابراین سلول رویشی رنگ دوم، یعنی سافرانین^۳ را جذب می کند. در این حالت اسپورها گرد و یا بیضی به رنگ سبز؛ و سلول های رویشی به رنگ قرمز دیده می شوند.

رنگ آمیزی اسپور به روش شفر - فولتون

از یک باکتری مولد اسپور مانند باسیلوس سوبتیلیس^۴ گستره ای تهیه و طبق معمول آن را با حرارت تثبیت کنید. سپس:

- ۱- لام را به رنگ مالاشیت گرین (۵ گرم در ۱۰۰ سی سی آب مقطر) آغشته کنید.
- ۲- لام آغشته به رنگ را حرارت دهید تا رنگ بخار شود. این عمل را با وارونه کردن شعله گاز بر روی لام و عبور شعله به تناوب از روی رنگ انجام دهید. وقتی که رنگ شروع به بخار شدن کرد شعله را کنار ببرید. زمانی که تبخیر متوقف شد دوباره کار را تکرار کنید و نگذارید رنگ بجوشد. مدت ۳ تا ۵ دقیقه به همین ترتیب عمل کنید و اگر مالاشیت گرین کاملاً از روی لام تبخیر شد دوباره مقداری رنگ به لام اضافه کنید.
- ۳- بگذارید لام سرد شود تا نشکند. به موازات سرد شدن لام رنگ را اضافه کنید.
- ۴- رنگ اضافی را از روی لام خالی کنید و به مدت ۳۰ ثانیه لام را با آب بشویید.
- ۵- لام را روی تشتک رنگ آمیزی قرار دهید و آن را با سافرانین (۵/۰ گرم در ۱۰۰ سی سی آب مقطر) آغشته کنید و بگذارید یک دقیقه بماند.
- ۶- رنگ اضافه را خالی کنید و لام را بشویید.
- ۷- لام را در هوا خشک کنید.
- ۸- لام رنگ آمیزی شده را که بر روی آن یک قطره روغن سدر ریخته اید توسط عدسی ۱۰۰ در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید.