

به نام خدائی که در این نزدیکیست



دانشکده پزشکی بندرعباس

گروه میکروب شناسی

رشد و تغذیه باکتری ها

رشد و متابولیسم باکتری ها

تکثیر باکتری ها

بیشتر باکتریهای که از نظر پزشکی اهمیت دارند از طریق تقسیم عرضی دوتایی تکثیر می یابند. در این فرآیند، باکتری طولی شده دیواره عرضی در وسط باکتری ساخته می شود که باکتری را تقریباً به دو قسمت مساوی تقسیم می کند. در اثنای تکمیل دیواره عرضی، کروموزوم باکتری نیز تقسیم شده و هر سلول دختر دارای یک کروموزوم می گردد و دو سلول از یکدیگر جدا می شوند. به این دلیل رشد باکتریها لگاریتمی بوده که یک باکتری به دو باکتری، دو باکتری به چهار باکتری و چهار باکتری به هشت باکتری تقسیم شده و به همین ترتیب تعداد باکتریها ازدیاد می یابد.

مراحل رشد:

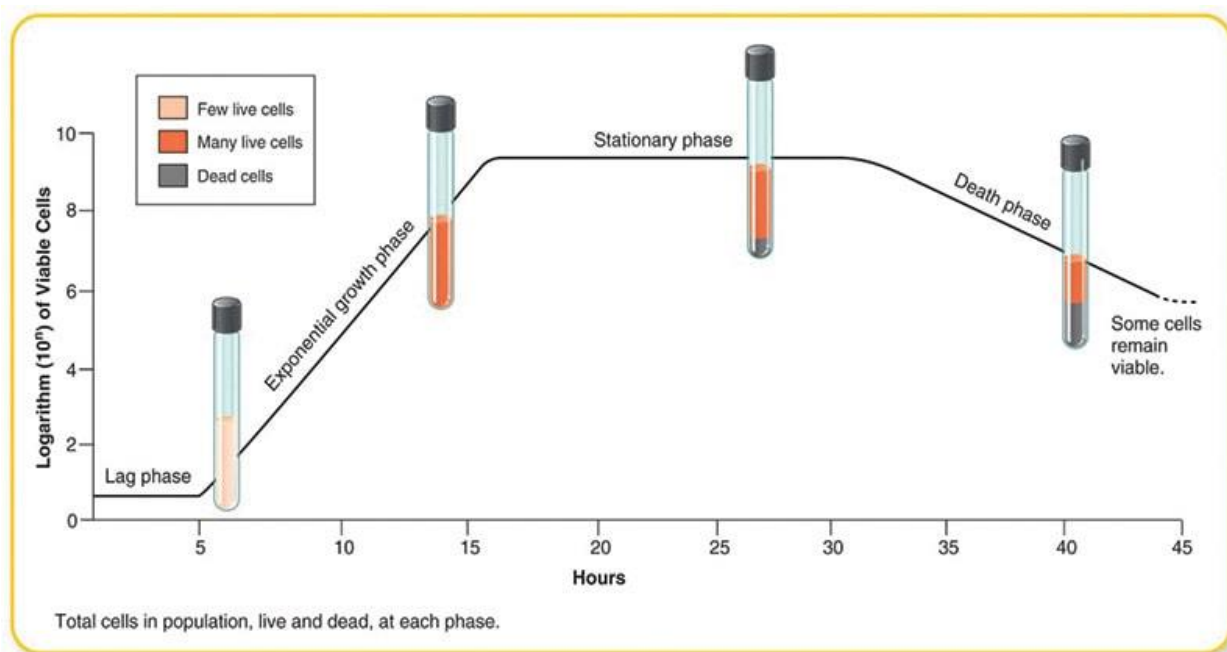
به طور طبیعی رشد باکتریها دارای چهار مرحله است .

مرحله نهفته (Lag phase) هر باکتری که به محیط جدید وارد می شود، احتیاج به زمان اولیه ای دارد تا با شرایط جدید آشنا شده و خود را با آن شرایط وفق دهد. امکان دارد که محیط جدید از نظر درجه حرارت، مواد غذایی موجود، میزان فلزاتی که به مقدار کم برای رشد لازمند و یا غلظت مواد زائد با محیط اولیه تفاوت داشته باشد. در این مرحله باکتریها تکثیر نمی یابند و از این جهت تعداد سلول ها افزایشی نشان نمی دهد.

مرحله رشد لگاریتمی (Log phase) در این مرحله رشد باکتری به طور لگاریتمی (بر پایه ۲ یا ۱۰) افزایش می یابد. در مرحله از رشد باکتریها نسبتاً هم شکل و هم اندازه بوده و بنابراین تعداد و وزن سلولها به طور همزمان افزایش می یابد.

مرحله سکون (Stationary phase) پس از مدتی مواد غذایی اصلی محیط کشت تمام شده و مواد سمی حاصل از متابولیسم در محیط انباشته می شوند. در این حالت زمان تقسیم دو تایی به طور قابل ملاحظه ای طولانی شده و میزان تکثیر و مرگ باکتریها به تعادل می رسد.

مرحله مرگ سلولی در مرحله آخر رشد (Death phase) نبودن مواد و تجمع مواد زائد حاصله از متابولیسم (به انضمام اسیدهای چربی که از پوشش سلولی آزاد می شوند) سبب از بین بردن سریع باکتریها می گردند. در بسیاری موارد آمیدازها و سایر آنزیم هایی که سبب لیز دیواره سلولی می گردند در این مرحله فعال می شوند.



شکل شماره ۱: منحنی رشد باکتری ها

احتیاجات رشد باکتریها :

کشت باکتریها: Cultivation of Bacteria

به فرآیند تکثیر باکتریها با تهیه شرایط محیطی مناسب کشت گفته می شود. باکتریها در حال رشد و تکثیر به موادی که در ساختمان شیمیائی خود وجود دارد نیاز دارند. فاکتورهایی که باید در طی رشد کنترل شوند شامل: مواد غذایی، pH، دما و اکسیژن می باشند.

غلظت یون هیدروژن یا pH:

بر اساس نیاز به pH باکتری ها به سه دسته تقسیم می شوند.

۱. نوترالوفیل ها Neutralophiles که در pH بین ۶ تا ۸ رشد خوبی دارند

۲. اسید دوست ها یا Acidophiles که pH بهینه ی رشد آنها ۳ می باشد که pH پائینی است.

۳. قلایا دوست ها یا Alkaliphiles که pH بهینه ی رشد آنها ۱۰/۵ است.

دما :

بر اساس دمای مورد نیاز برای رشد مطلوب، باکتری ها به سه دسته تقسیم می شوند.

۱. سرما دوست ها یا ساکروفیل ها (Psychrophilic) باکتری هایی که در دمای ۵- تا ۱۵- می توانند رشد

کنند که در مناطق قطبی (قطب شمال و جنوب) دیده می شوند. البته دمای بهینه ی رشد آنها ۲۰ تا

۳۰ درجه می باشد ولی به خوبی در دماهای پائین تر نیز رشد می کنند. این باکتریها جز عوامل مهم

فساد مواد غذایی می باشند.

۲. معتدل دوست ها یا میانه دوست ها یا مزوفیل ها Mesophilic در درجه حرارت ۳۰ تا ۳۷ درجه رشد

می کنند. از آنجائی که دمای بدن انسان ۳۷ درجه می باشد اکثر باکتری های بیماریزا برای انسان در این

دسته قرار میگیرند یعنی مزوفیل هستند.

۳. گرمادوست ها یا ترموفیل ها Termophilic این باکتریها در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه رشد خوبی دارند.

البته دسته ای از باکتریها بنام Hyperthermophilic وجود دارند که در دماهایی بالاتر از نقطه جوش

آب زندگی می کنند که این دماها در اعماق اقیانوسها و تحت فشار بالا قرار دارند.

اکسیژن:

براساس نیاز به اکسیژن، باکتریها را ممکن است به گروه های هوازی (Aerobic)، بی هوازی (Anaerobic) و

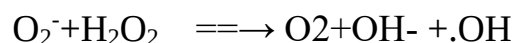
میکروآئروفیل تقسیم بندی کرد. بسیاری از باکتریها هوازی مطلق (Obligate aerobes) بوده و تنها در مجاورت

اکسیژن هوا قادر به رشد می باشند. باکتریهای مزبور غالبا بیماریزای دستگاه تنفسی و سطوح مخاطی می باشند

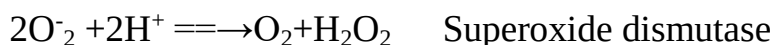
مانند گونه های نایسریا و مایکوباکتریوم توپر کلوزیس. سایر باکتریهای هوازی مانند پseudomonas آئروژینوزا، فرصت طلب بوده و قادر به تولید عفونت های گوناگونی می باشد.

بعضی باکتریها بی هوازی هستند، بدین معنی که از اکسیژن هوا استفاده نمی کنند، در حالیکه گروهی بی هوازی مطلق (Obligate anaerobes) می باشند، به عبارتی در مجاورت اکسیژن هوا کشته می شوند. بیشتر این باکتریها در سیستم معده ای-روده ای انسان زندگی کرده و ایجاد آبسه های عمقی می کنند (مانند گونه های باکترئیدس) و برخی دیگر از این باکتریها به صورت اسپور در محیط یافت می شوند (مانند گونه های کلستریدیوم). بی هوازی اختیاری (Facultative anaerobes) مانند اشریشیاکلی قادر به رشد در حضور یا فقدان هوا می باشند. نهایتاً بعضی از باکتریها به اکسیژن نیاز دارند ولی در شرایط هوازی رشد نمی کنند. این باکتریها نیاز به کاهش فشار اکسیژن دارند و قادرند در محیطی با استفاده از گاز نیتروژن به عنوان منبع نیتروژن رشد کنند. این باکتریها میکروآئروفیلیک (Microaerophiles) هستند مانند گونه های کمپیلوباکتر که ایجاد اسهال و سپسیس می نماید. کاپنوفیلیک (Capnophilic) باکتریهای هوازی اند ولی برای رشدشان به دی اکسید کربن بیشتری نیاز دارند.

محصولات فرعی متابولیسم هوازی، ترکیباتی واکنشگر مانند پر اکسید هیدروژن (H_2O_2) و سوپراکسید (O_2^-) هستند. در حضور آهن این دو ترکیب می توانند رادیکالهای هیدروکسیل (OH) تولید کنند که می توانند به هر ماکرومولکول حیاتی آسیب بزنند.



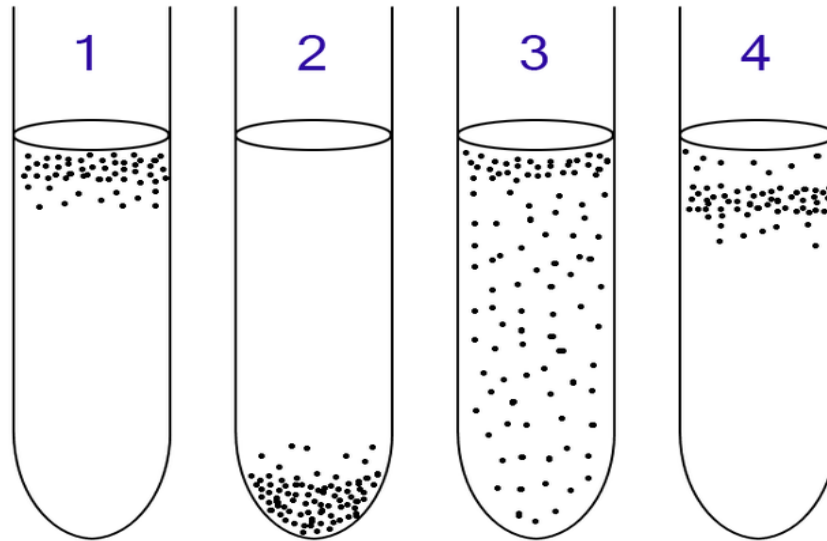
تعدادی از هوازی ها و بی هوازی های تحمل کننده هوا، دارای آنزیم سوپراکسید دیسموتاز هستند که واکنش زیر را کاتالیز می کند:



و بوسیله کاتالاز، واکنش زیر را کاتالیز می کنند:



تمامی بی هوازی های اجباری ، فاقد کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز می باشند. سمیت پراکسید هیدروژن به علت آسیبی است که به DNA وارد می کند.



شکل شماره ۳: رشد انواع باکتریها در محیط کشت بر اساس نیاز به اکسیژن. سطح لوله حاوی بالاترین میزان اکسیژن و عمق لوله حاوی کمترین میزان اکسیژن است. لوله شماره ۱: هوازی مطلق، لوله شماره ۲: بی هوازی مطلق، لوله شماره ۳: بی هوازی/هوازی اختیاری، لوله شماره ۴: میکروآئروفیل

احتیاجات غذایی :

رشد باکتریایی نیازمند یک منبع انرژی و مواد خام برای سنتز پروتئین ها، ساختارها و غشاهای سازنده دستگاه های بیوشیمیایی سلول می باشد. باکتری ها باید اسیدهای آمینه، کربوهیدراتها و لیپیدها را جهت سنتز بخش های مختلف سلولی جذب کرده یا سنتز کنند. حداقل نیازهای ضروری برای رشد منبع کربن، منبع نیتروژن، آب و یون های گوناگون می باشد. عناصر ضروری شامل پروتئین ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک (ترکیبی از P, S, C, H, O, N), یون های مهم (K, Na, Mg, Ca, Cl) و عناصری به عنوان بخشی از آنزیم ها (مانند Ni, Fe, Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu) می باشد. آهن به قدری مهم است که بسیاری از باکتریها، پروتئین های خاصی (سیدروفور) را ترشح می کنند تا بتوانند آهن را کسب کنند.

منبع کربن:

احتیاجات رشد و فرآورده های فرعی متابولیک را می توان به عنوان روشی برای طبقه بندی باکتریهای مختلف به کار برد. باکتریهایی که انرژی و منبع کربن (CO_2) خود را از مواد شیمیایی معدنی به دست می آورند (استفاده از انرژی فتوسنتزی برای احیای دی اکسید کربن) اتوتروف نامیده می شوند، در حالی که بسیاری از باکتریها و سلولهای حیوانی که به منبع کربن آلی نیاز دارند (لیپیدها، اسیدهای آمینه، کربوهیدرات ها) هتروتروف نامیده می شوند.

متابولیسم، انرژی و بیوسنتز:

همه سلولها برای بقاء به منبع مستمر انرژی نیاز دارند. این انرژی معمولا در فرم آدنوزین تری فسفات (ATP) از تجزیه تحت کنترل سوبستراهای آلی متنوعی (کربوهیدراتها، لیپیدها و پروتئین ها) بوجود می آید. روند شکستن سوبستراها و تبدیل آنها به انرژی قابل استفاده کاتابولیسم نامیده می شود. انرژی تولید شده ممکن است در سنتز اجزای سلولی (دیواره سلولی، پروتئین ها، اسیدهای چرب و اسید نوکلئیک) به کار گرفته شود، که در این صورت آن را آنابولیسم می نامند. این دو فرآیند در کنار یکدیگر به نام متابولیسم نامیده می شوند.

باکتری ها از سه فرآیند اساسی برای تولید انرژی استفاده می کنند: تنفس هوازی، تنفس بی هوازی و تخمیر. فرض بر این گذاشته می شود که در تمام چرخه های متابولیک برای تولید انرژی از گلوکز استفاده خواهد شد. باکتریها از سوبستراهای زیادی برای رشد استفاده کرده و مواد گوناگون از نواحی مختلف وارد چرخه های متابولیکی می گردند. برای مثال باکتریهایی هستند که برای تولید انرژی از اسید دی کربوکسیلیک، مواد فنلی و یا استات استفاده می نمایند. چرخه های متابولیکی خاصی در باکتری موجود است، که باکتری از آن طریق می تواند مواد لازم را تبدیل به محصولاتی نماید که قادر به ورود به راههای متابولیکی مرکزی مانند راه امبدن میرهوف (گلیکولیز) و یا چرخه تری کربوکسیلیک اسید (چرخه TCA که به نام چرخه کربس نیز معروف است) گردند. فرآیندهای تنفس هوازی، بیهوازی و تخمیر به طور اولیه براساس نوع گیرنده نهایی الکترون از یکدیگر متمایز می گردند. در تنفس هوازی از روشهای مختلف برای تبدیل گلوکز به اسید پیروویک استفاده شده و نیکوتین آمید آدنین دی

نوکلئوتید (NADH) حاصل می گردد. اکی والان های احیاء کننده که در این روش تولید می شوند به سیتوکروم ها در غشاء سیتوپلاسمی انتقال یافته و گیرنده نهایی الکترون، اکسیژن می باشد. نیروی محرکه پروتونی که بوسیله حرکت پروتونها در طول غشاء حاصل می گردد، باعث می گردد آنزیم غشای آدنوزین تری فسفاتاز (ATPase)، آدنوزین دی فسفات (ADP) را به آدنوزین تری فسفات (ATP) تبدیل نماید. تنفس بی هوازی مشابه تنفس هوازی است، لیکن در تنفس بی هوازی سیتوکروم های متفاوتی قرار داشته و گیرنده نهایی الکترون مولکولهای غیر آلی نظیر سولفات، نیترات، نیتريت و یا کربنات است. تخمیر (Fermentation) حداقل قدرت بازدهی متابولیکی را دارا می باشد. در طول تخمیر گلوکز از طریق گلیکولیز به پیروات تبدیل شده و سپس NADH حاصل از طریق تبدیل پیروات به اسیدهای آلی مختلف (نظیر اسید لاکتیک، اسید فرمیک و یا اسید پروپیونیک) به صورت NAD بازیافت می شود. اسیدهای آلی مزبور بعنوان گیرنده نهایی الکترون عمل می نمایند.