

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اندوسپور (Endospore)

- ▶ تنها باکتری های جنس کلسترییدیوم و باسیلوس از باکتری های مطرح در پزشکی قادر به ایجاد اسپور بوده
- ▶ از هر باکتری فقط يك اسپور یا اندوسپور ایجاد میشود
- ▶ از هر اسپور در شرایط مساعد تنها يك باکتری حاصل میگردد.
- ▶ بنابراین اسپور شکل تکثیری برای باکتری ها مطرح نمی گردد.

اندوسپور

- ▶ اسپور از نظر متابولیک غیر فعال بوده و در شرایط تغذیه ای نامساعد همانند فقر منابع کربن، نیتروژن و فسفر ایجاد میگردد.
- ▶ تبدیل فرم فعال به فرم اسپوری را اسپورولاسیون گفته می شود.
- ▶ در انتهای فاز سکون یا ثابت در منحنی رشد باکتری ها مشاهده میشود.

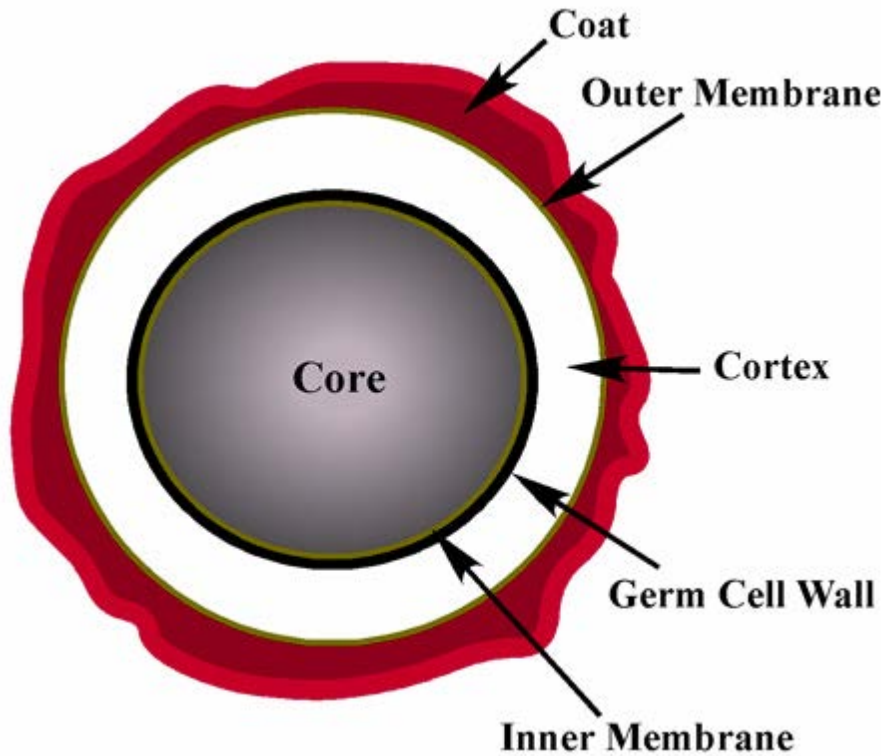
اندوسپور

- ▶ اسپور حرارت 100 درجه سانتیگراد آب جوش را چندین ساعت تحمل میکند.
- ▶ اسپور کلستریدیوم بوتولینوم که از مقاوم ترین اسپور ها است حرارت خشك 100 درجه سانتیگراد را 3 تا 5 ساعت تحمل مینماید .
- ▶ اسپور يك سلول در حال استراحت است و در برابر خشكي، حرارت و خشك شدن، اشعه، یخ زدن، مواد ضد عفوني كننده به شدت مقاوم میباشد.

اندوسپور

- ▶ هنگامی که اسپور در شرایط تغذیه ای مناسبی قرار گیرد، فعال می شود و یک سلول را تولید میکند.
- ▶ اسپورها میتوانند به مدت چندین سال در شرایط بسیار سخت محیطی دوام بیاورند .
- ▶ اسپور باکتری ها دارای DNA، ریبوزوم، اما فاقد اسید آمینه، mRNA و نوکلئوزید تری فسفات است.
- ▶ البته حاوی نوکلئوزید منوفسفات و دی فسفات میباشد

اندوسپور



- ▶ اجزاء اندوسپور شامل:
- ▶ قسمت مرکزی (Core)
- ▶ دیواره اسپور،
- ▶ کورتکس (Cortex)،
- ▶ پوشش (Coat)
- ▶ اگزوسپور (Exosporium)

رشد و تکثیر

- ▶ رشد افزایش متناسب در مجموع تمام اجزای یک باکتری می باشد.
- ▶ باکتری ها از طریق تقسیم عرضی دوتایی (binary Fission) تکثیر می یابند.
- ▶ تکثیر باکتری ها لگاریتمی می باشد به این صورت که یک باکتری به دو باکتری، دو باکتری به چهار باکتری و چهار باکتری به هشت باکتری و ... تقسیم میشود.

زمان تقسیم سلولی

- ▶ متوسط زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن جمعیت یا توده ی زنده ی باکتری ها به نام زمان تولید مثل یا زمان مضاعف شدن شناخته می شود.
- ▶ هر چه زمان تولید مثل طولانی تر باشد، سرعت رشد باکتری در محیط کشت کندتر می باشد.
- ▶ طولانی ترین زمان تقسیم دوتایی متعلق به مایکوباکتریوم لپره عامل بیماری جذام می باشد که 20 روز است.
- ▶ مایکوباکتریوم توبرکلوزیس حدود 15 تا 20 ساعت و اشیریشیا کولی 20 تا 30 دقیقه است.

رشد و تکثیر

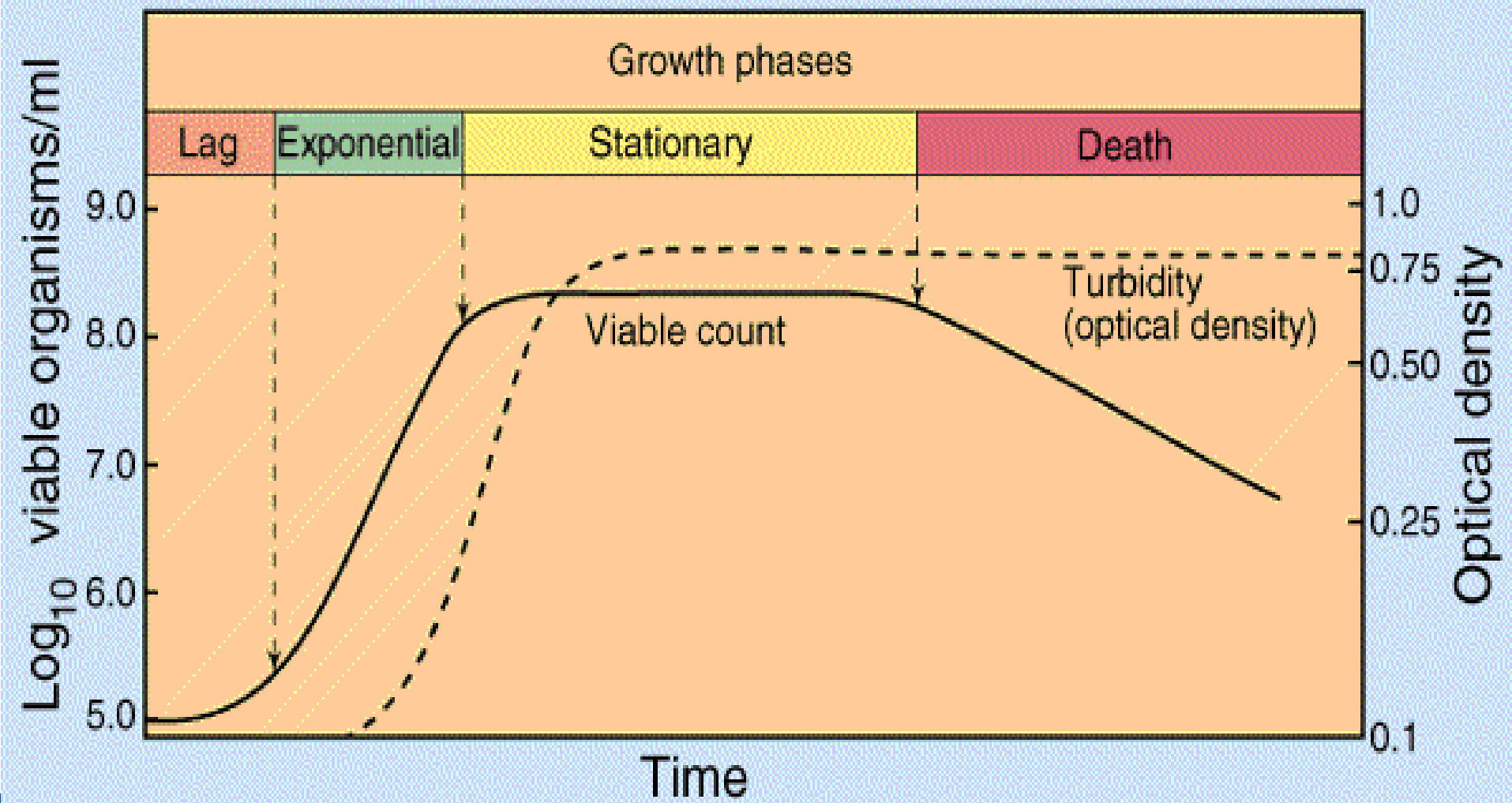
▶. مراحل رشد باکتری ها (منحنی رشد باکتری ها)
شامل چهار مرحله میباشد:

1. مرحله نهفته یا تأخیری (*Lag- phase*)
2. مرحله رشد لگاریتمی یا نمایی (*Log phase* یا *Exponential phase*)
3. مرحله ثبوت یا سکون (*Stationary phase*)
4. مرحله مرگ (*Decline phase*)

رشد و تکثیر

▶ از کموستات (chemostat) و توربیدوستات (Turbidostat) بعنوان سیستم های کشت مداوم جهت نگه داشتن باکتری در مرحله رشد لگاریتمی استفاده میشود.

▶ مرگ باکتری، از دست دادن توانایی تکثیر، رشد و تقسیم بصورت غیر قابل برگشت میباشد.



مرحله نهفته یا تأخیری (Lag-phase)

- ▶ سازگاري باکتری با محیط کشت جدید
- ▶ سنتز آنزیمهای مورد نیاز برای رشد و تکثیر
- ▶ عدم تکثیر
- ▶ باکتری در بزرگترین اندازه در میان مراحل مختلف
- ▶ در صورت انتقال باکتری به محیط جدید که از نظر فرمولاسیون مشابه محیط قبلی بوده، این مرحله دیده نمیشود و باکتری ادامه همان مرحله از منحنی رشد را طی میکند
- ▶ تعداد باکتری های زنده ثابت است.

مرحله رشد لگاریتمی یا نمایی (Log phase یا Exponential phase)

- ▶ باکتری ها از نظر شکل یکسان و یک دست بوده
- ▶ باکتری ها هم اندازه هستند
- ▶ رشد متعادل است
- ▶ پلی مورفیسم دیده نمی شود
- ▶ تعداد باکتری ها بصورت تصاعدي زیاد می گردد
- ▶ حساسیت بسیار زیاد باکتری نسبت به آنتی بیوتیک ها و موادی که اعمال متابولیسمی را از بین می برند مشاهده میشود
- ▶ بعضی باکتری ها مانند باسیلوس ها در مرحله رشد لگاریتمی بیش از یک کروموزوم و ضربی از 2 را دارند
- ▶ با استفاده از کموستات و توربیدوستات باکتری را در این فاز نگه داری می نمایم.

مرحله ثبوت یا سکون (*Stationary phase*)

- ▶ به همان تعداد که باکتری ها از بین می رود، باکتری جدید تولید شده و تعداد باکتری های زنده و فعال ثابت می ماند
- ▶ باکتری ها از نظر اندازه و مورفولوژی دچار **پلی مورفیسم** می شوند
- ▶ رشد نامتعادل است
- ▶ در صورت توانایی تولید اسپور باکتری در این مرحله اسپور گذاری می کند
- ▶ در باکتری های هوازی و بی هوازی اختیاری مهمترین فاکتوری که دچار نقصان شده و کاهش آن باعث ورود باکتری به این مرحله می شود O_2 است.

مرحله مرگ (*Decline phase*)

- ▶ تراکم باکتری های زنده کم کم کاهش می یابد و میزان رشد منفی است.
- ▶ تعدادی از باکتری ها اتولیز می شوند و مرگ این دسته به وسیله ی تشکیل سلول های جدید جبران نمی شود.
- ▶ علت این امر زوال مواد غذایی و تجمع مواد سمی ناشی از متابولیسم باکتری است.

مقایسه میزان تکثیر در نمودار رشد باکتریها

میزان رشد و تقسیم و تکثیر	مرحله	مراحل مختلف منحنی
صفر	Retardation.Lag phase، تاخیر، کمون، نهفته	A
افزایش	شتاب	B
ثابت	Exponential.Log phase، رشد لگاریتمی	C
کاهش		D
صفر	Stationary، رکود، ثبوت، سکون	E
–	Death phase، مرگ، سقوط	F

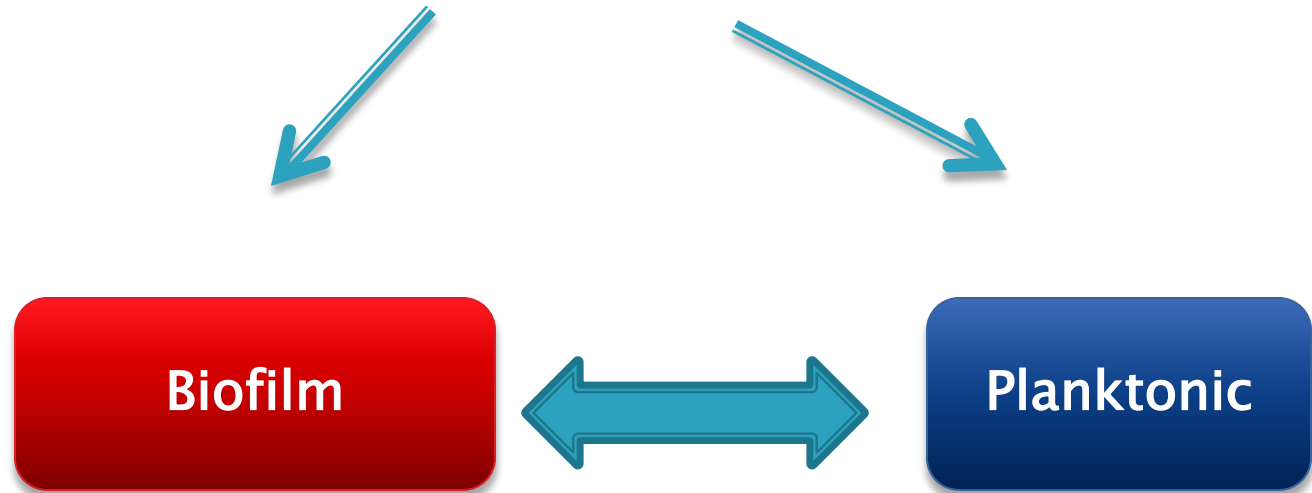
رشد میکروب ها در طبیعت

▶ در طبیعت پروکاریوت ها به دو صورت زندگی می کنند یکی در شرایط پلانکتونیک یعنی آزاد زی که در این صورت باکتری ها می توانند آزادانه به این طرف و آن طرف در محیط بروند و دوم به صورت بیوفيلم

▶ بیوفيلم شامل مجموعه ای از میکروارگانیسم ها شامل باکتری ها - قارچ ها و پروتوزئرها جمع شده بر روی یک جسم سخت است که آنها را از شرایط سخت پیرامونی محافظت می کند

▶ بیوفيلم شامل مجموعه ای از میکروارگانیسم ها است که در سطح و ماتریکس یک جسم غیر زنده و یا یک موجود زنده متصل می باشد.

باکتری ها در طبیعت معمولا به دو صورت یافت می شوند



better protection
Less subjects to mutation
Antibiotic resistance
Less active metabolically

better freedom of migration
More prone to mutation
sensitivity to environment
More active metabolically

مطلوب براي رشد PH باكتري ها از نظر

- ▶ باكتري هاي اسيدوفيل: در محدوده PH خارجي بين 5-1 ، PH داخلي خود را حدود 6/5 حفظ ميکنند. (لاکتوباسیل و کوکسیلا برونٹی)
- ▶ باكتري هاي آلکالوفيل: در محدوده PH خارجي بين 11-9 ، PH داخلي خود را حدود 7/5 حفظ ميکنند. (ويبريو کلره)
- ▶ باكتري هاي نوترالوفيل: در محدوده PH خارجي بين 8/5 – 5/5 ، PH داخلي خود را حدود 5/7 حفظ ميکنند. (اکثر باکتریهای بیماریزا)

باکتری ها از نظر درجه حرارت مطلوب برای رشد

- ▶ باکتری های سرما دوست: در دما های پایین (20 درجه سانتیگراد) رشد میکنند. (یرسینیا انتروکولیتیکا و لیستریا مونوسیتوزنز)
- ▶ باکتری های مزوفیلیک: در دمای بین 20-45 درجه سانتیگراد رشد میکنند.
 - اکثر باکتری های پاتوژن مزوفیلیک هستند.
- ▶ باکتری های گرما دوست: در دمای بین 45-60 درجه سانتیگراد رشد میکنند.
 - آرکئوباکتری های هیپرترموفیلیک در دمای بالای 100 درجه رشد میکنند.
 - نوکاردیا و کلستریدیوم پرفرنجنس

طبقه بندی بر اساس منبع انرژی و کربن

- ▶ باکتری ها بر اساس نیاز به کربن به دو دسته اتوتروف و هتروتروف تقسیم می شوند.
- ▶ باکتری های اتوتروف از **دی اکسید کربن** بعنوان منبع اصلی کربن استفاده می نمایند و اسکلت کربنی تمام متابولیت های ارگانیك خود را می سازند.
- ▶ آنها برای رشد خود فقط به نمك های غیر آلي و دي اكسيد کربن نیاز دارند.
- ▶ انرژی آنها از **نور** یا **اکسیداسیون يك** یا **چند ماده غیرآلي** بدست می آید.
- ▶ باکتری های هتروتروف نمی توانند از دي اكسيدكربن بعنوان منبع اصلی کربن استفاده نموده و باید آنها به شکل **ترکیبات آلي** مانند گلوکز دریافت نمایند.

طبقه بندی بر اساس منبع انرژی و کربن

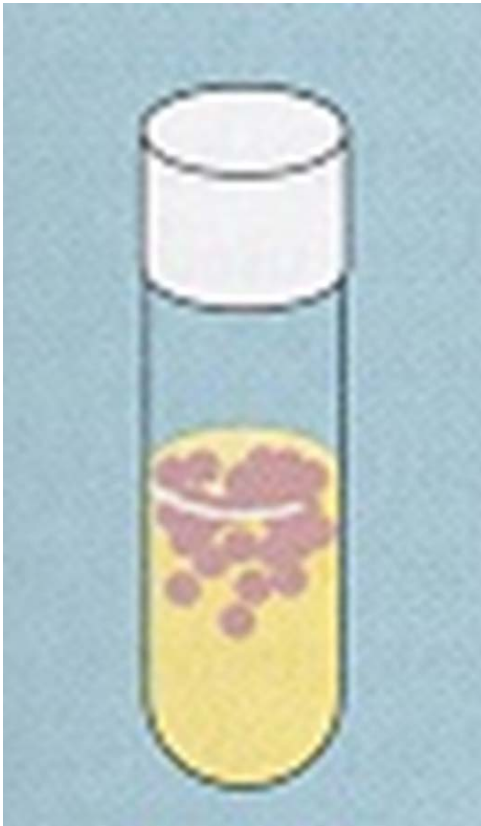
گروه	منبع کربن	منبع انرژی	نوع باکتری
فتولیتوتروف (فتواتوتروف)	Co ₂	انرژی خورشیدی	سیانو باکتر، باکتری گوگردی سبز و گوگردی ارغوانی
کمولیتوتروف (کمواتوتروف)	Co ₂	واکنش اکسیداسیون و احیا	باکتری گوگردی و نیتریفیان
فتوآرگانوتروف (فتوهتروتروف)	آلی	نور خورشید	باکتری ارغوانی غیر گوگردی
کموآرگانوتروف (کموهتروتروف)	آلی	واکنش اکسیداسیون و احیا	اکثر باکتری ها
پاراتروف (هیپوتروف)	سلول میزبان	سلول میزبان	کلامیدیا

باکتریها و اکسیژن

▶ باکتریها بر اساس نیاز به اکسیژن در 4 گروه دسته بندی می شوند:

1. هوازی
2. بی هوازی
3. بی هوازی اختیاری
4. میکروائروفیل

باکتریهای هوازی



▶ از O_2 به عنوان گیرنده نهایی الکترون استفاده نموده

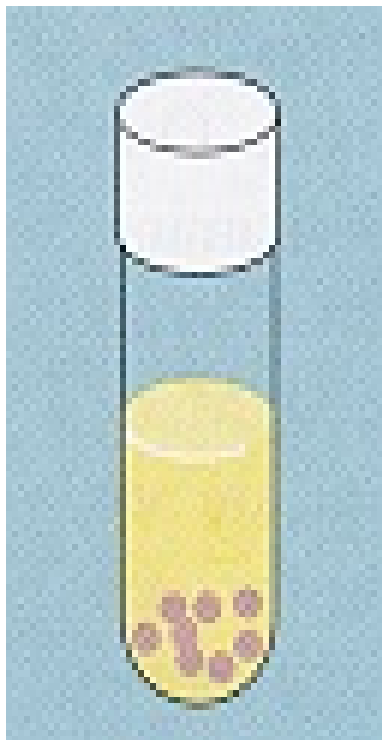
▶ اگر O_2 گیرنده نهایی الکترون شود یون سوپر اکسید ایجاد می شود (O_2^-) که سمی است.

▶ باکتریهای هوازی توسط آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) یون سوپر اکسید را به پراکسید هیدروژن تبدیل می کنند (H_2O_2).

بakteriyehay Hovaziy

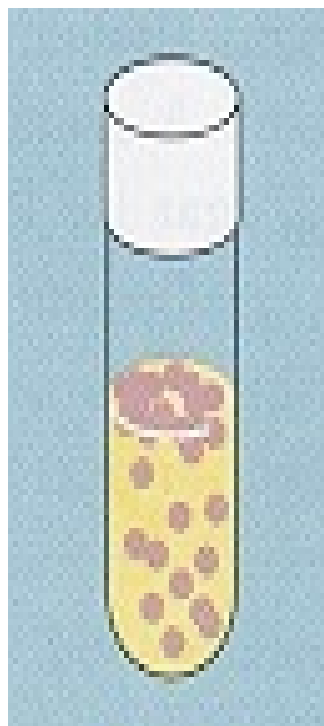
- ▶ $2e^- + 2O_2 \longrightarrow 2O_2^- + 2H^+ \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$
- ▶ $H_2O_2 \xrightarrow{\text{کاتالاز}} \frac{1}{2}O_2 + H_2O$
- ▶ $H_2O_2 + NADH + H^+ \xrightarrow{\text{پراکسیداز}} 2H_2O + NAD^+$

باکتریهای بی هوازی



- ▶ اکثر ارگانیسم های بی هوازی فاقد کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز میباشند.
- ▶ تخمیر در باکتری های بی هوازی اجباری و بی هوازی اختیاری صورت میگیرد.
- ▶ در باکتری های بی هوازی اکسیژن برای آنها سمی است.
- ▶ در تنفس بی هوازی گیرنده نهایی الکترون، سولفات (SO_4^{2-})، نیتрат (NO_3^-)، کربنات (CO_3^{2-})، فومارات و نیتريت (NO_2^-) می باشد.

باکتری های بی هوازی اختیاری:

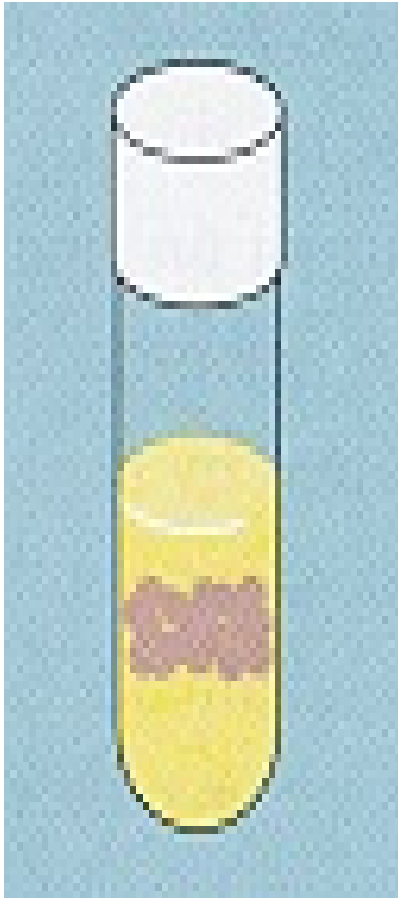


▶ هم در حضور اکسیژن و هم درغیاب آن رشد می کند

▶ معمولا دارای کاتالاز و SOD هستند.

▶ مکانیسم تولید انرژی در آن ها تخمیر و تنفس است.(بسیاری از باکتری های بیماری زا ازاین نوع اند.)

میکروآروفیل ها



- ▶ حداکثر در فشار 2-5 % اکسیژن رشد می کنند.
- ▶ اغلب باکتریهای این دسته SOD و کاتالاز مثبت هستند.
- ▶ از این دسته هلیکوباکتر و کمپیلوباکتر را می توان نام برد.

متابوليسم

متابولیسم

- ▶ کلیه ی واکنش هایی که درون سلول اتفاق می افتد متابولیسم گفته می شود که خود شامل دو دسته از واکنشهای آنابولیکی و کاتابولیکی می شود.
- ▶ واکنش های آنابولیک: در طی آن ها انرژی مصرف می شود و ماکرومولکول هایی در طی آن تشکیل می شود (تشکیل پیوند)
- ▶ واکنش های کاتابولیک: در طی آن ها انرژی آزاد می شود و ماکرومولکول های پیچیده شکسته می شوند (شکسته شدن پیوند)

متابولیسم

- ▶ برخی مسیرهای بیوشیمیایی هم شامل واکنشهای کاتابولیک و هم شامل واکنشهای آنابولیک هستند که مسیرها و یا چرخه های دوگانه نام دارند (آمفی بولیک یا دو عملکردی)
- ▶ چرخه کربس و مسیر پنتوز فسفات از این دسته هستند
- ▶ مهمترین حلقه بین متابولیسم و سوخت و ساز انرژی در جانداران، تجزیه و تولید ATP می باشد.



مسیرهای متابولیکی

- ▶ مجموعه ای از واکنش های پشت سر هم بیوشیمیایی هستند که ممکن است بصورت خطی (مثل گلیکولیز) و یا ممکن است بصورت حلقوی (چرخه مثل چرخه کربس) مشاهده شوند.
- ▶ عامل تاثیرگذار و تعیین کننده در تمام مسیرهای متابولیکی آنزیم ها هستند.

مکانیسم های تولید ATP در داخل سلول باکتری

1. واکنش های شیمیایی
2. واکنش های الکتروشیمیایی
3. فرایندهای فتوسنتزی (انرژی نورانی)

مکانیسم های تولید ATP در داخل سلول باکتری

- ▶ منظور از **واکنش های شیمیایی**، جابجایی گروه فسفات از یک ملکول به ملکول دیگر است که به آن فسفریلاسیون در سطح سوبسترا نیز گفته می شود.
- ▶ واکنشهای شیمیایی عمدتاً در گلیکولیز و همزمان با یک واکنش انرژی زا انجام می شود که 4 ملکول ATP تولید می کند ولی بدلیل مصرف 2 مولکول ATP بازده خالص آن 2 مولکول ATP می شود .

مکانیسم های تولید ATP در داخل سلول باکتری

- ▶ واکنش های الکتروشیمیایی، در اثر جابجایی الکترون ها (پروتون) در عرض غشاء یک شیب پروتونی و یا Proton Motive Force – PMF ایجاد می شود
- ▶ این شیب در نهایت می تواند باعث تولید ATP می شود.
- ▶ واکنش های الکتروشیمیایی غالبا در زنجیره انتقال الکترون رخ می دهند که در سلولهای پروکاریوت درغشاء سلول و در سلولهای یوکاریوت در فضای ماتریکس بین غشای داخلی و خارجی میتوکندری انجام می شوند.
- ▶ نام دیگر تولید ATP در این روش فسفریلایسیون اکسیداتیو است.

مکانیسم های تولید ATP در داخل سلول باکتری

▶ **فتوفسفریلاسیون**، شکل دیگری از سنتز ATP است که در جریان آن از انرژی نورانی به عنوان منبع انرژی برای برانگیختن الکترون ها استفاده و در نهایت تولید انرژی در دسترس برای سلول می شود.

مسیرهای انتقال الکترون در باکتریها

1. تخمیر: گیرنده نهایی الکترون، ترکیبات آلی خود باکتری هستند.
2. تنفس هوازی: گیرنده نهایی الکترون اکسیژن است.
3. تنفس بی هوازی: گیرنده نهایی الکترون چیزی غیر از اکسیژن مثل نیتрат، سولفات، فومارات،

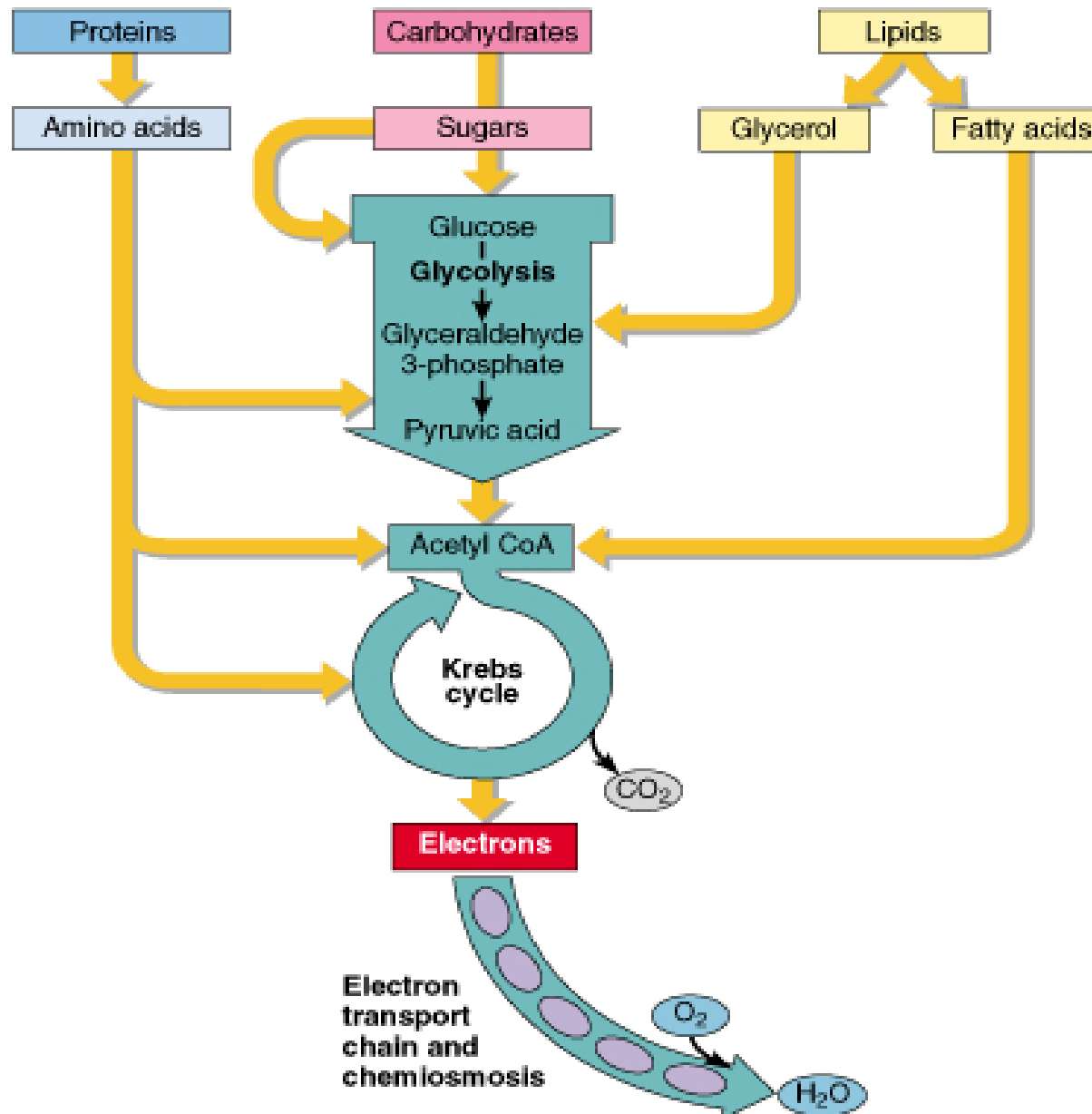
کاتابولیسم کربوهیدرات

▶ باکتری ها کربوهیدرات ها را به عنوان منبع کربن، الکترون و از همه مهمتر انرژی اکسید می کنند. رایج ترین فرم کربوهیدرات در سلول ها گلوکز است.

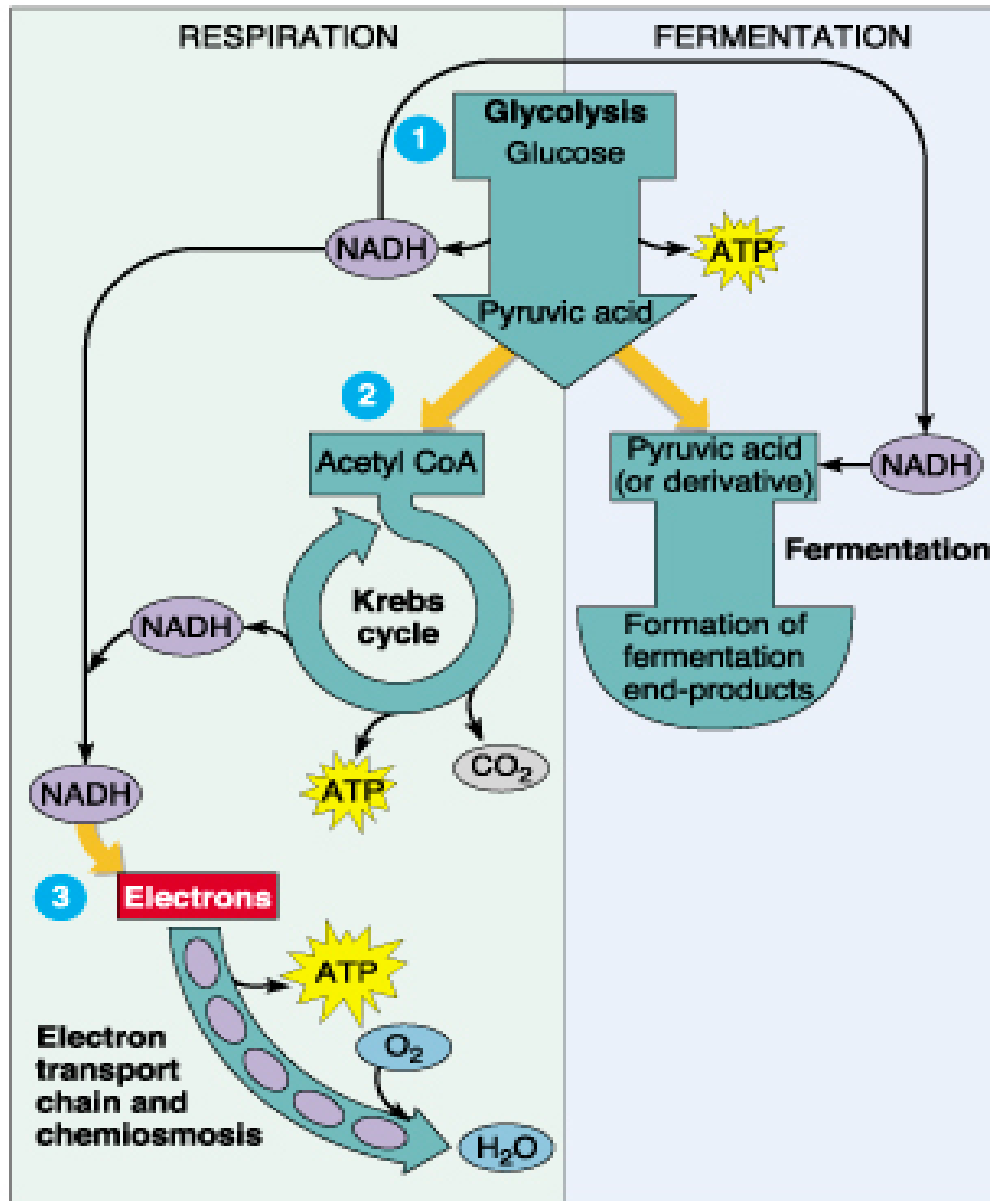
▶ باکتری ها از دو روش کلی کربوهیدرات ها را می سوزانند :

1. تنفس: شامل گلیکولیز ، چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون.
2. تخمیر: شامل گلیکولیز و واکنش های متعاقب آن که به نوع تخمیر بستگی دارند. (تخمیر اسیدی، تخمیر الکلی و ...)

کاتابولیسزم ماکرومولکول ہا



کاتابولیسزم گلوکز



تخمیر

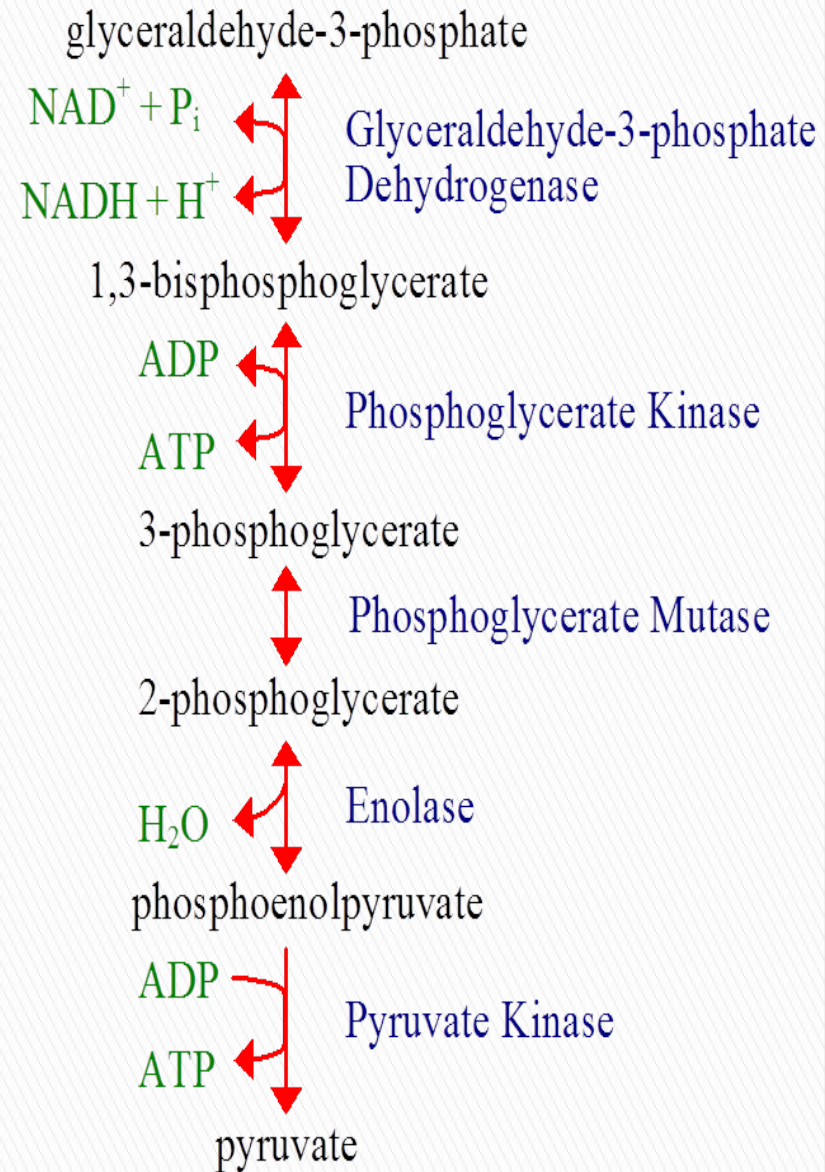
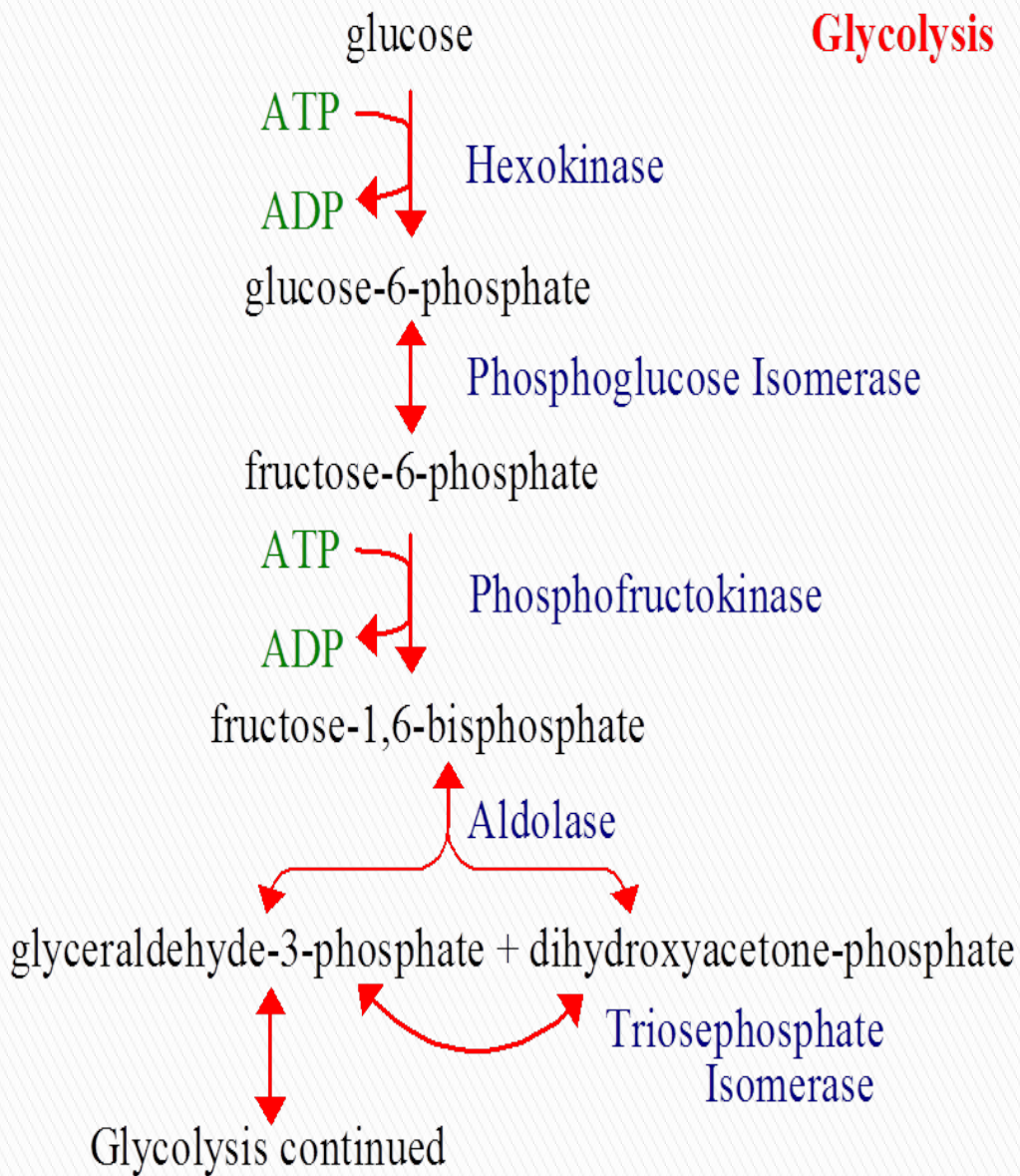
- ▶ در تنفس گیرنده نهایی الکترون یک ماده غیر آلی است
- ▶ در تخمیر گیرنده نهایی الکترون یک ماده ی اندوژن (آلی) است (منظور از اندوژن این است که گیرنده نهایی الکترون محصول آن مسیر است)
- ▶ در تنفس (هم هوازی و غیرهوازی) گیرنده نهایی ترکیباتی اگزوژن مثل اکسیژن ، نیتрат ، سولفات و ... است.

گلیکولیز

- ▶ در طی این فرآیند گلوکز (6 کربنه) تبدیل به دو مولکول پیرووات (سه کربنه) می شود.
- ▶ در این فرآیند علاوه بر پیرووات به عنوان محصول نهایی، NADH و ATP تولید می شود.



Glycolysis



مسیر پنتوز فسفات

- ▶ یک مسیر Amphibolic یا دو عملکردی است که در آن هم واکنش های آنابولیک و هم کاتابولیک صورت می گیرد.
- ▶ نام دیگر این مسیر، شانت هگزوزمنوفسفات است.
- ▶ این مسیر در تنها در باکتری های خاصی که به آنها باکتری های هترولاکتیک اسید می گوئیم، اتفاق می افتد.
- ▶ اگر در یک باکتری محصول نهایی تخمیر فقط لاکتات باشد به آن همی لاکتیک اسید و اگر علاوه بر لاکتات، اتانول و CO_2 هم تولید کنند به آنها هترولاکتیک اسید می گوئیم.

مسیر پنتوز فسفات

- ▶ در مسیر پنتوزفسفات یک مولکول ATP به روش فسفریلاسیون در سطح سوبسترا تولید می شود،
- ▶ یک مولکول NADPH هم تولید می شود که در واکنش های بیوسنتزی (آنابولیک) به عنوان دهنده ی الکترون عمل می کند.

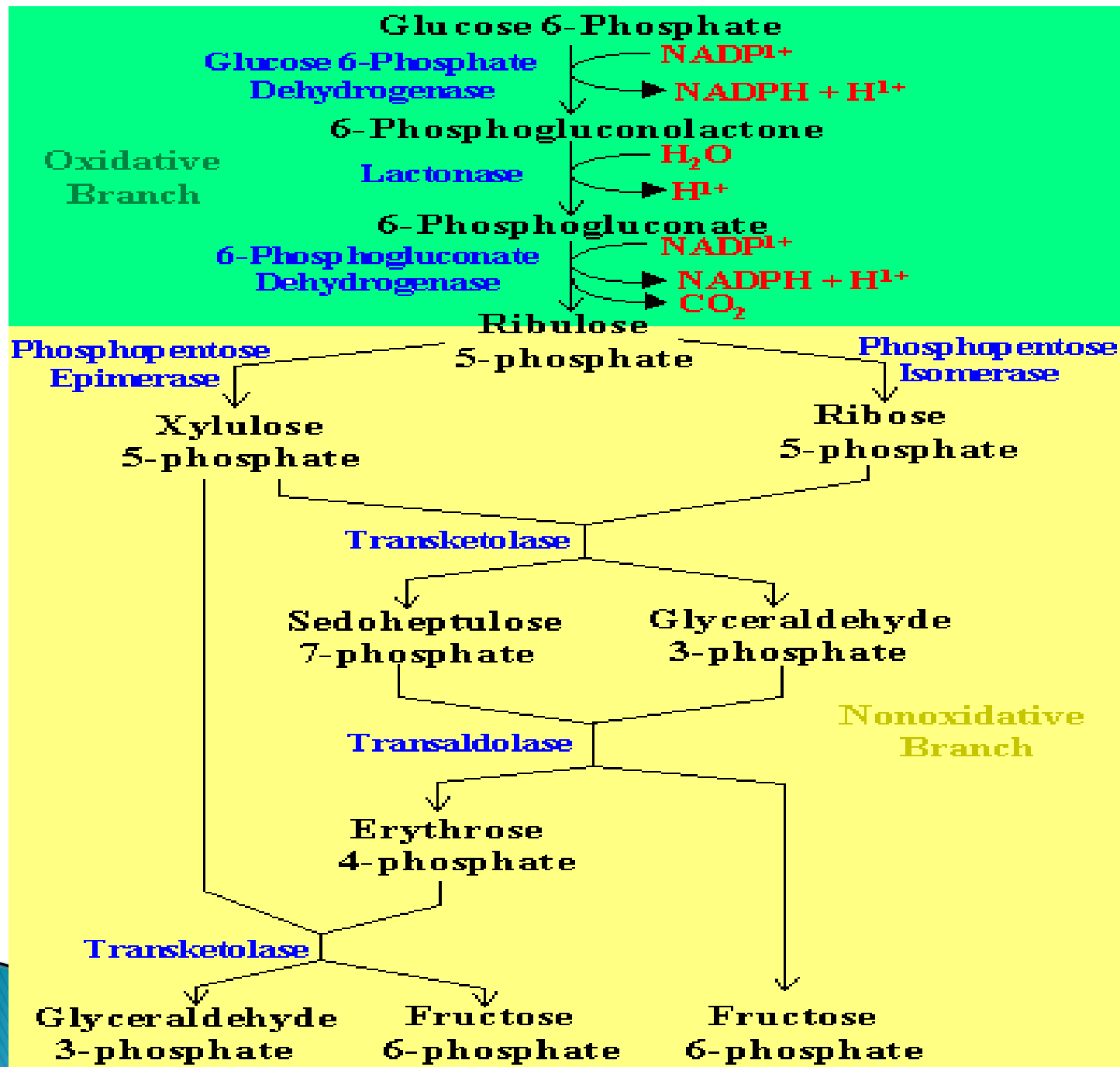


TABLE 20.3 Pentose phosphate pathway

Reaction	Enzyme
Oxidative phase	
Glucose 6-phosphate + NADP ⁺ $\longrightarrow$ 6-phosphoglucono- δ -lactone + NADPH + H ⁺	Glucose 6-phosphate dehydrogenase
6-Phosphoglucono- δ -lactone + H ₂ O $\longrightarrow$ 6-phosphogluconate + H ⁺	Lactonase
6-Phosphogluconate + NADP ⁺ $\longrightarrow$ ribulose 5-phosphate + CO ₂ + NADPH	6-Phosphogluconate dehydrogenase
Nonoxidative Phase	
Ribulose 5-phosphate $\rightleftharpoons$ ribose 5-phosphate	Phosphopentose isomerase
Ribulose 5-phosphate $\rightleftharpoons$ xylulose 5-phosphate	Phosphopentose epimerase
Xylulose 5-phosphate + ribose 5-phosphate $\rightleftharpoons$ sedoheptulose 7-phosphate + glyceraldehyde 3-phosphate	Transketolase
Sedoheptulose 7-phosphate + glyceraldehyde 3-phosphate $\rightleftharpoons$ fructose 6-phosphate + erythrose 4-phosphate	Transaldolase
Xylulose 5-phosphate + erythrose 4-phosphate $\rightleftharpoons$ fructose 6-phosphate + glyceraldehyde 3-phosphate	Transketolase

مسیر Entner - Doudoroff

- ▶ این مسیر فقط در باکتری ها دیده می شود و ممکن است در غیاب یا همراه با گلیکولیز انجام شود.
- ▶ طی این مسیر، تخمیر الکلی گلوکز صورت می گیرد و CO_2 و اتانول تولید می شود.
- ▶ یک مولکول ATP به روش فسفریلاسیون در سطح سوبسترا، 2 مولکول پیرووات و همچنین یک مولکول NADH تولید می شود.
- ▶ این مسیر در باکتریهای آگروباکتریوم، ریزوبیوم و سودوموناس دیده می شود.

تنفس

- ▶ پس از گلیکولیز، به ترتیب مراحل زیر انجام می شود:
 - واکنش واسطه ای
 - چرخه ی کربس
 - زنجیره ی انتقال الکترون
- به مجموع این مراحل تنفس گفته می شود.

تنفس

▶ تنفس به 2 شکل کلی انجام می شود:

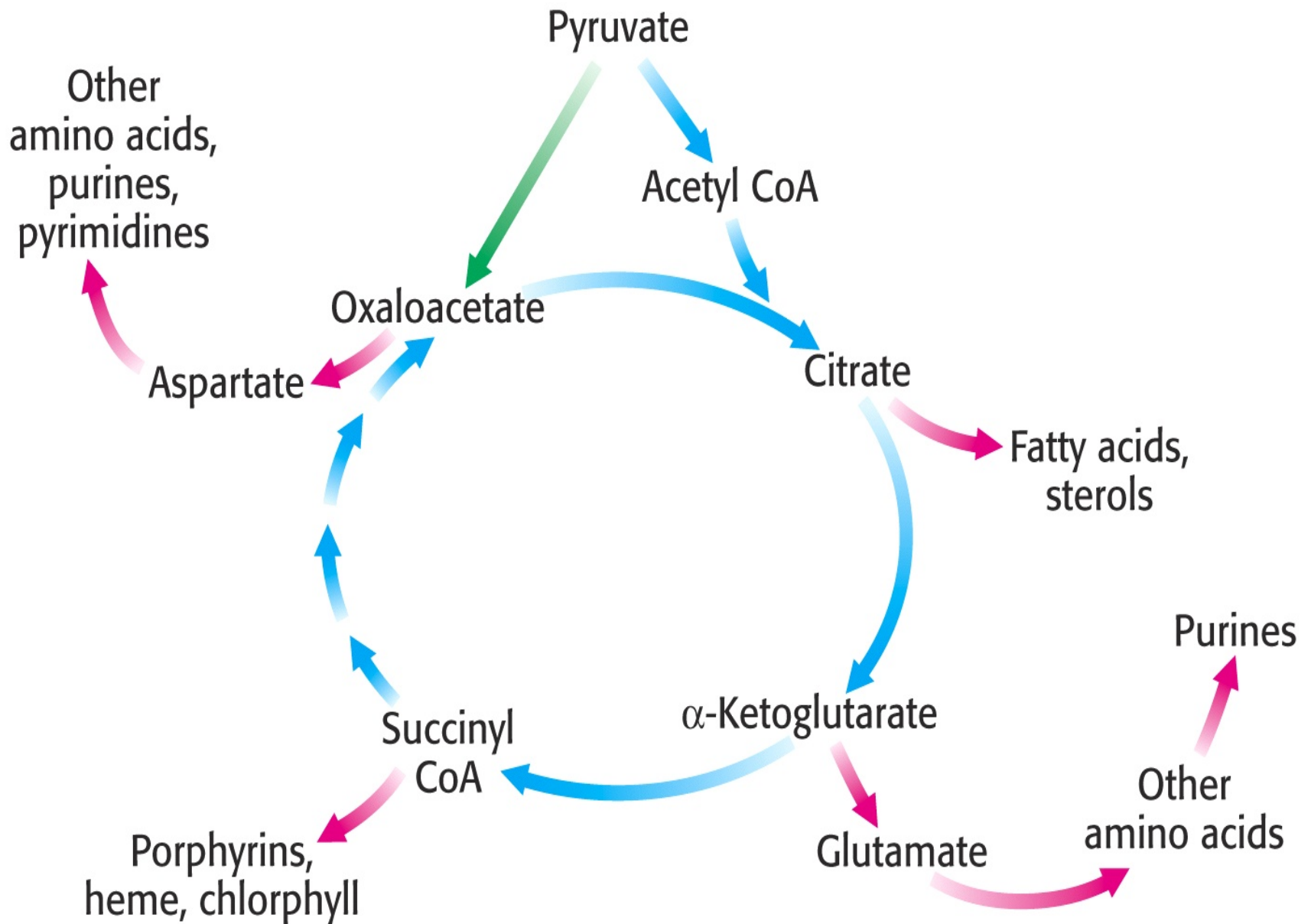
1. هوازی: که گیرنده ی نهایی الکترون در آن اکسیژن است.
 2. بی هوازی: که گیرنده ی نهایی الکترون، ترکیبات آلی و گاهی غیرآلی به جز اکسیژن مثل نیتрат، آب، فومارات، سولفات است.
- در تنفس بی هوازی چرخه ی کربس یا انجام نمی شود و یا ناقص انجام می شود، پس به همین دلیل بازده تنفس هوازی بیشتر از بی هوازی است. (و بازده هر دو آن ها از تخمیر بیشتر است)

تنفس

► واکنش واسطه ای: تبدیل پیروات به استیل کوآنزیم A که در جریان آن 1 مولکول NADH تولید می شود و چون به ازای هر مولکول گلوکز، 2 مولکول پیروات داریم پس 2 مولکول NADH هم به ازای هر مولکول گلوکز تولید می شود.

تنفس

- ▶ چرخه ی کربس: استیل کوآنزیم A که در مرحله قبلی تولید شده است، وارد چرخه ی کربس می شود.
- ▶ در این چرخه 1 مولکول GTP به روش فسفریلاسیون در سطح سوبسترا تولید می شود که معادل یک مولکول ATP می باشد.
- ▶ در هر بار چرخه همچنین 1 مولکول FADH_2 و 3 مولکول NADH تولید می شود.



تنفس

- ▶ زنجیره ی انتقال الکترون: این زنجیره در باکتری ها، در غشای سیتوپلاسمی انجام می شود
- ▶ حاوی مولکول های متعددی با عنوان ناقل الکترون و پروتون است که در 3 گروه قرار می گیرند:
 - ❖ Flavoproteins
 - ❖ Ubiquinones or Coenzyme Q
 - ❖ Cytochromes

مواد ضد عفونی کننده و استریلیزاسیون