بسمه تعالی

میکروبیولوژی – جلسه ۶ (الف و ب) مدرس : دکتر موسوی جاهد

گروه جزوه : شیرین هاشمی ، پریسا اکبری ، پرناز پناهی ، سعید طاهری

جزوه الف

متابولیسم

متابولیسم به تمام واکنش های بیو شیمیایی که درون سلول های زنده رخ می دهد اطلاق میگردد.

واکنش های بیو شیمیایی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱)آنابولیسم:سنتز ترکیبات شیمیایی

۲)کاتابولیسم:تجزیه ترکیبات شیمیایی

انرژی: انرژی توان کار است و کارسلول باکتری وسیع و گوناگون می باشد. انرژی در ساختن بخش های فیزیکی سلول مثل دیواره و غشا و سنتز آنزیم ها و اسید های نوکلئیک وپلی ساکاریدها و سایر اجزای شیمیایی مصرف می شود. انرژی در ترمیم آسیب ها و پایداری اجزای سلول برای رشد و تولید مثل به مصرف می رسد. همچنین برای حرکت و بعضی دیگرازفعالیت های میکروبی ضروری است. برای تامین چنین فعالیت های گسترده ای مقدار زیادی از آن باید فراهم گردد.

تحت شرایط مناسب بعضی از باکتری ها قادرند به اندزه ی وزن خود مواد را در عرض چند ثانیه متابولیزه کرده و چنین انرژی ای را فراهم سازند. ATP یکی از مهم ترین ترکیبات حاوی انرژی شیمیایی است که در مواقع لزوم انرژی خود را به دیگر مواد شیمیایی انتقال داده و خود با از دست دادن یک ریشه ی فسفات بهADP تبدیل می گردد. ADP در مقایسه با ATP حاوی مقدار انرژی کمتری می باشد ولی این ماده نیز قادر است با کسب انرژی شیمیایی با یک مولکول فسفات معدنی ترکیب شده و دوباره به ATP تبدیل گردد. افزودن فسفات به یک ماده ی آلی را فسفریلاسیون می نامند.

بوسیله ی ATP انرژی حاصل از عمل فتوسنتز ، تنفس و تخمیر برای سلول قابل استفاده می گردد. به این ترتیب سلول دارای انرژی شیمیایی به صورت پیوند های پر انرژی می گردد. هنگامی که این پیوند های پر انرژی بشکنند، انرژی زیادی آزاد شده واین انرژی صرف انجام واکنش های انرژی خواه می گردد.

تبدیل انرژی نیاز به انجام یک سلسله واکنش هایی دارد که در طی آن انرژی به آرامی ولی به طور مطمئن در پیوندهای پر انرژی متراکم می گردد .

$ATP \leftrightarrow ADP + P + E$

برای اینکه واکنش های متابولیکی رخ دهد ، سلول های زنده مثلا باکتری ها باید ذخیره ی کافی از آنزیم ها را دارا باشند.

آنزیم: آنزیم ها گروه ویژه ای از مولکول های پروتئینی هستندکه موجب تغییرات شیمیایی می شوند در حالی که خود بدون تغییری در انتهای واکنش آزاد می گردند.

آنزیم ها واکنش های شیمیایی را ظرف مدت کوتاهی کاتالیز یا تسریع می کنند در حالی که انجام واکنش بدون حضور آنزیم ممکن است ساعت ها و یا بیشتر طول بکشد.

هنگامی که واکنش های بیو شیمیایی اتفاق می افتد، آنزیم ها دوباره قابل مصرف اند، از این رو تعداد آنزیم در یک باکتری خیلی کم است.

مقادیر فوق العاده جزئی از یک آنزیم برای کاتالیز واکنش های بیو شیمیایی کافی است به طوری که یک مولکول آنزیم قادر است چندین مولکول سوبسترا را طی یک دقیقه به محصول تبدیل نماید.

فعالیت آنزیم ها کاملا اختصاصی است یعنی آنزیمی که روی یک نوع واکنش شیمیایی عمل می کند، اغلب در یک واکنش از نوع دیگر نمی تواند شرکت کند.

ماده ای که آنزیم روی آن اثر می کند سوبسترا نام دارد و مادهای که در جریان واکنش تولید می شود product نام دارد.

از آنجایی که فعالیت آنزیم ها قابل برگشت است، بنابراین سنتز وتجزیه را با هم انجام می دهند.این فاکتور در متابولیسم مهم است زیرا آنابولیسم اغلب خلاف جهت کاتابولیسم اتفاق می افتد.

هنگامی که آنزیم برای فعالیت خود احتیاج به کو فاکتور(ترکیب فعال کننده ی غیر پروتئینی) داشته باشد، قسمت پروتئینی را آپو آنزیم وقسمت غیر پروتئینی را کو فاکتور می نامیم.

آنزیم → آپوآنزیم + کوفاکتور

در حالی که آپو آنزیم در برابر حرارت ناپایدار و آسیب پذیر است، کو فاکتورها معمولا در برابر حرارت مقاوم اند.

کو آنزیم ها از مشتقات ویتامین ها هستند و از طریق یک سلسله مراحل آنزیمی از ویتامین ها ساخته می شوند. کمبود ویتامینی که به کوآنزیم تبدیل می گردد، سبب نقص عمل آنزیمهای مختلفی می شود که برای عملکرد خود به آن کوآنزیم احتیاج دارند.کوآنزیم ها ماده ای را که باید تحت تاثیر آنزیم قرار گیرد را فعال می کنند. بعلاوه عموما در انتقال مولکول های کوچک از یک پروتئین به پروتئین دیگر ایفای نقش می کنند.

آنزیم ها به دو دسته تقسیم می گردند:

۱)خارج سلولی (اگزو آنزیم ها): اگزو آنزیم ها آنزیم های خارج سلولی می باشند که به سرعت در محیط اطراف باکتری منتشر می شوند و مسئول تقسیم مولکول های درشتی هستند که در محیط اطراف باکتری موجود است. در اثر عمل این آنزیم ها ، مولکول ها خورد شده و به داخل باکتری نفوذ می کنند. بعضی از این آنزیم ها جزء سموم خارجی هستند.

برخی دیگر از آنزیم های خارج سلولی اگر چه در حقیقت سم نیستند، ولی در بیماری زایی(پاتو ژنز) میکروب موثرند.

آنزیم کو آگولاز Coagolase که در اکثراستافیلوکوک های بیماری زا وجود دارد، باعث انعقاد فیبرینوژن پلاسما و تبدیل آن به فیبرین می گردد و با احاطه کردن کوکوس ها، آن ها را در برابر مکانیسم های دفاعی میزبان حفظ می کنند.

پروتئازها و پنی سیلینازها هم جزء اگزوآنزیم ها می باشند.

۲)درون سلولی (آندو آنزیم ها): این دسته از آنزیم ها در داخل باکتری ها باقی می مانند. در باکتری ها دانه های کوچکی وجود دارد که با EM(الکترو میکروسکوب) قابل رویت است. این دانه ها (گرانول ها) پایگاهی برای فعالیت بعضی از آنزیم ها هستند.آنزیم هایی که بر روی این گرانول ها قرار دارند از نظر فعالیت شبیه میتوکندری اند.

اغلب آنزیم های تنفسی مثل سیتوکروم اکسیدازها که در اکسیداسیون های بی هوازی دخالت می کنند از این دسته اند.

بعضی آنزیم ها در سیتوپلاسم پراکنده اند مثل دهیدروژنازها و فسفو گلوکنیک و برخی دیگر از آنزیم ها در نزدیکی جدار سلول ها و بعضی در تمام سلول پراکنده اند مثل آنزیم کاتالاز و آنزیم لیپاز.

انواع آنزیم ها

الف)آنزیم هایی که درتنفس و تغذیه ی سلولی دخالت دارند:

کربوهیدرازها: این آنزیم ها پلی ساکارید ها، تری ساکاریدها، دی ساکاریدها و قند های ساده را هیدرولیز می کنند مثل آمیلاز که نشاسته را هیدرولیز کرده و به مالتوز تبدیل می کند. این آنزیم برای اولین بار در باسیلوس سوبتیلیسو باسیلوس مزانتری کوس دیده شده است.

α آمیلاز بر روی دکسترین و β آمیلاز بر روی ساکارز اثر می کند. از آمیلاز در صنایع پارچه بافی، کاغذ سازی و در لباس شویی برای حذف لکه ی نشاسته از پشم استفاده می شود.

ب)استرازها: این آنزیم ها چربی ، فسفات های آلی و استر ها را هیدرولیز می کنند مانند لیپاز که چربی را به اسید چرب و گلیسرول تبدیل می کند. یا فسفاتازها که استرهای آلی اسید فسفریک را هیدرولیز می نماید.

ج) پروتئینازها و پپتیدازها: این آنزیمها پروتئین ها را هیدرولیز می کنند.

از پروتئیناز در صنایع مختلف از جمله عکاسی، پارچه بافی و چرم سازی استفاده می شود.

آنزیم دیگر ژلاتیناز است که ژلاتین را تجزیه و ذوب می کند .

و رنین که کازئین شیر را منعقد می کندو در شکم گوساله و سایر پستانداران جوان یافت می شود.

انواع آنزیم ها

الف)آنزیم هایی که در تنفس و تغذیه سلولی سلولی نقش دارند:

۱.کربوهیدراز ها

۲.استرازها

۳.پروتئینازها و پپتیدازها(پروتئازها)

۴.دهیدروژنازها

۵.موتازها

۶.اکسیدازها

۷.فسفریلازها

دهیدروژنازها: این آنزیم ها قادرند هیدروژن را از ترکیب خارج کنند مثل: دهیدروژناز اسید سوکسینیک که این اسید را به اسید فوماریک تبدیل می کند یا دهیدروژناز اسید لاکتیک که این اسید را به اسید پیرووِیک تبدیل می کند.

موتاز ها: مانند آلدهید موتاز که دومولکول آلدهید را یکی اکسیده و دیگری احیا می کند یا فسفو گلیسریک موتاز که اسید فسفریک را به اسید فسفو پیرووِیک اسید تبدیل می کند.

اکسیداز ها: مثل سیتوکروم اکسیداز یا پراکسیداز یا کاتالاز که جزو آنزیم های دخیل در تغذیه و تنفس اند.

فسفوریلازها: که باعث تبدیل گروه فسفات در ATP به فروکتوز ۶ فسفات می گردد.

منابع انرژی و راه های ذخیره آن

تغییر شکل و تبدیل انرژی یکی از مهمترین جوانب زندگی است هر فرد انرژی کسب نموده آن را برای تولید مواد پروتوپلاسمی خود مصرف می کند. انرژی را میتوان از راههای مختلف به دست آورد.هر یک از انواع انرژی می توانند به اشکال دیگر تبدیل شوند. بعضی اتصالات شیمیایی دارای انرژی بیشتری نسبت به سایر پیوند ها می باشند ولی با وجود اینکه جابجا شدن الکترونهای آنها مقادیر زیادی انرژی تولید می کند سیستم های بیولوژیک فقط تحت شرایط معینی قادر به استفاده از این انرژی می باشند. در سیستم های انرژی زا قسمت اصلی این باند ها اتصالات فسفات می باشد که در ساختن پروتوپلاسم به مواد سازنده آن کمک می کنند. به این اتصالات باند های پر انرژی High Energy Bonds می گویند که به صورت P نشان داده می شوند. انواع زنجیره های فسفات که جهت تبدیل انرژی و تغییر مواد به کار می روند عبارتند از:

۱- آدنوزین تری فسفات و ترکیبات مشابه ۲- فسفوآرژنین و فسفو کراتین

اکسیداسیون های بیولوژیک

واکنش های انرژی زا که به وسیله آن بیشتر باکتری ها انرژی به دست می آورند اکسیداسیون می گویند. وقتی یک ماده اکسیده می گردد e از دست میدهد و ماده دیگر e می گیرد و احیا میشود بنابراین اکسیداسیون بر اساس از دست دادن الکترون همراه با از دست هیدروژن و گرفتن اکسیژن می باشد. هر اکسیداسیون همراه است با احیا ماده دیگر به مقدار مساوی به این دلیل اکسیداسیون و احیا را با هم به کار می برند . Oxidation-(Reduction)

گلیکولیز (اسید تری کربوکسیلیک)

گلوکز به صورت های مختلف تجزیه می شود که متداول ترین آنها گلیکولیز می باشد. مثلا مخمر برای تجزیه گلوکز از این طریق استفاده می کند. در این راه طی یک سلسله واکنش ها هر مولکول گلوکز به دو مولکول اسید پیرووِیک تجزیه می شود. جابجا شدن اتم ها در مولکول طی این تجزیه انرژی را که قبلا در سر تا سر مولکول پراکنده بود متراکم می سازدو سلول قادر است قسمت اعظم این انرژی را به صورت پیوندهای پر انرژی در ATP**ذخیره نماید.**

تنفس (respiration)

اکثر باکتری ها برای رشد احتیاج به دی اکسید کربن و اکسیژن دارند. اگر اکسیژن آزاد در فعل و انفعالات تنفسی آنها دخالت کند به آنها باکتری های بی هوازی می گویند. اگر باکتری ها بدون استفاده از اکسیژن قادر به زندگی باشند به آنها بی هوازی می گویند. بعضی از باکتری ها هم در مجاورت اکسیژن و هم در غیاب آن میتوانند رشد کنند که به آنها هوازی اختیاری گویند. بعضی در غلظت کم اکسیژن میتوانند رشد کنند که به آنها میکروایروفیل گویند. مثل کمپیلوباکتروژژونی که به معده حمله می کند و عفونت در معده و روده ایجاد می کند (گاستروآنتریت)

به طور کلی باکتری های هوازی و بی هوازی اختیاری می توانند از طریق تنفس انرژی لازم را کسب نمایند تنفس ممکن است به صورت کامل یا ناقص باشد.اگر در تنفس کامل ماده آلی مانند گلوکز اکسید شودحد نهایی اکسیداسیون معمولا CO_2**و**H_2O**است.**

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 68800\ cal$$

بسیاری از میکروبها قادرند انواع ترکیبات معدنی را اکسید کنند و انرژی به دست آورند.

$$2S + 2H_2 + 4O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

در تبدیل شراب(الکل)به سرکه (اسید استیک) یک اکسیداسیون یا تنفس ناقص انجام می شود. مقدار زیادی از انرژی الکل در اسید استیک باقی می ماند .این عمل توسط استو باکتر انجام می شود.

$$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O + 18000cal$$

پس تنفس به صورت مرحله ای از متابولیسم انرژی است که در آن مواد آلی یا ترکیبات معدنی احیا شده به عنوان الکترون دهنده عمل می کنند و مولکول اکسیژن به عنوان آخرین گیرنده الکترون عمل می کند. این تعریف شامل انواع متابولیسم های متابولیکی به جز تنفس بی هوازی می شود.

تنفس بی هوازی: یک ماده اکسید کننده معدنی به عوض اکسیژن به عنوان دریافت کننده الکترون عمل می کند رایج ترین این پذیرنده ها نیترات ها سولفات ها دی اکسید کربن یا کربنات ها می باشند. این نوع متابولیسم در غیاب اکسیژن انجام می شود.

$C_6H_{12}O_6 + 12KNO_3 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 12KNO_2 + 429000cal$

در باکتری های بی هوازی اختیاری منبع انرژی تخمیر یا تنفس بی هوازی است و دریافت کننده نهایی الکترون نیترات می باشد. در بی هوازی اجباری سولفات یا کربنات به عنوان آخرین پذیرنده الکترون عمل میکند و این دسته از باکتری ها نمی توانند به صورت هوازی برای تولید انرژی زندگی کنند. موضوع مهمی که در تنفس بایستی به آن توجه نمود وجود تعدادی از آنزیم ها به عنوان انتقال دهنده زنجیریاالکترون ها می باشند.سیتوکروم ها که ترکیبات آهن دار هستند و کو آنزیم NAD به کمک چند آپوآنزیم در میکروارگانیسم ها در انتقال الکترون ها نقش دارند. چگونگی تولید پیوند پر انرژی درATP در نتیجه عبور الکترونها و یونهای هیدروژن در طول زنجیره انتقال الکترونی به درستی شناخته نشده است. الکترونها هنگام جدا شدن از ماده در چرخه TCA(تری کربوکسیلیک اسید(کربس)) بایستی انرژی بالایی داشته باشند. الکترونها با عبور در طول زنجیره انرژی خود را از دست می دهند و انرژی آنها به پیوندهای پر انرژیATP انتقال پیدا می کند. تولید ATP در این فرآیند انتقال الکترونها را فسفریلاسیون اکسیداتیو می نامند.

چرخه کربس (TCA)

در شرایط هوازی در حضور اکسیژن گلوکز کاملا می سوزد و به CO_2 و H_2O تبدیل میشود و مولکول O_2 به عنوان آخرین پذیرنده الکترونی عمل می کند. گلوکز و قند های دیگر توسط مکانیزم های مختلف به اسید پیرووِیک تبدیل میشوند و اسید پیرووِیک طی اکسیداسیون و دکربولاسیون های متوالی و طی مراحل مختلف تغییر شکل می یابد که سیکل این تغییرات را سیکل TCA یا کربس می نامند و اسید سیتریک که واجد سه گروه کربوکسیل است اولین فرآورده در این چرخه می باشد.

تخمیرFermentation

به نوعی فرآیند تامین انرژی اطلاق می شود که در آن ماده تجزیه شدنی آلی هم به عنوان دهنده و هم به عنوان گیرنده هیدروژن عمل می کند. پس می توان گفت که ماده ای قابل تخمیر است که بتواند مواد اکسید شونده و احیا شونده هر دو را تولید کند و بهترین مواد قند ها هستند اما بعضی از اسیدهای آمینه و همچنین پورین ها نیز تحت شرایط معینی قابلیت فرمانته شدن را دارند. مسیر های بیو شیمیایی تخمیر مواد قندی نسبت به گروههای مختلف میکروبها متنوع است و محصولات تولید شده نیز متفاوت می باشد. ازقند ها نشاسته سلولز و کیتین/ از دی ساکاریدها ساکارز هگزوزها مانند گلوکز فروکتوز و گالاکتوز/ پنتوزها مانند آرابینوزو گریلوز/ قند های اسیدی مثل اسید گلکونیک پلی الکل ها مثل مانیتول می باشند.

قند گلوکز به وسیله کلیه ی موجوداتی که قادر به انجام عمل تخمیر هستند تخمیر می شود این ماده که منبع اصلی انرژی سلول هاست در تنفس و تخمیر به اسید پیرویک تجزیه می شود. اسید پیرویک به نوبه خودش مراحل تخمیر تغییر شکل پیدا می کند. در طی تخمیر

انرژی معادل دو مولکول ATP تولید می شود. مجموع فعل و انفعالاتی که منجر به تبدیل قند های شش کربنه به اسید پیرویک می گردد گلیکولیز نامیده می شود. در مواردی اسید پیرویک احیا و تبدیل به اسید لاکتیک می گردد. مهم ترین تخمیرها تخمیر الکلی و لاکتیک است. تخمیر لاکتیک توسط بعضی باکتری ها انجام می شود. تبدیل گلوکز به اسید لاکتیک با تغییر PH همراه بوده و منجر به ترش شدن مواد غذایی مانند شیر می گردد.

$C_6H_{12}O_6 \quad \longrightarrow \quad 2CH_3CHOHCOOH + E$