فصل ۵

تامین انرژی در یاخته

اکنون که در حال خواندن و مطالعه این درس هستید، یاخته های بدنتان انرژی مصرف می کنند. این انرژی از کجا و چگونه تامین می شود؟ چه اندامکی در تامین آن نقش دارد؟ منبع انرژی در ما و جانوران چیست؟ چرا ورزش و فعالیت های بدنی شدید، سبب می شوند تا احساس گرما کنیم و مقداری آب به شکل عرق از دست بدهیم؟ با همه تفاوت هایی که بین ما و این لارو وجود دارد، انرژی مورد نیاز ما به شکل یکسانی از غذایی که می خوریم تامین می شود. در این فصل به فرایندهای آزاد شدن انرژی از موادمغذی در یاخته ها می پردازیم.

گفتار ۱ : تامین انرژی

تنفس یاخته ای

به یاد دارید چرا به اکسیژن نیاز داریم؟ در فصل تبادلات گازی در کتاب زیست شناسی ۱، آموختید که نیاز ما به اکسیژن به علت انجام فرایندی به نام تنفس یاخته‌ای است؛ زیرا ATP مورد نیاز ما در این فرایند تولید می شود. مثلاً انرژی گلوکز در تنفس یاخته ای ، برای تشکیل مولکول ATP به کار می‌رود. رابطه زیر خلاصه ای از فرایند تنفس یاخته ای را نشان می دهد که در کتاب **زیست شناسی ۱** با آن آشنا شدید.

رابطه (۱)

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

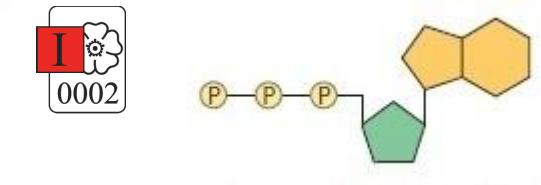
$$\text{گلوکز} + \text{اکسیژن} + ADP + \text{فسفات} \rightarrow \text{کربن‌دی‌اکسید} + \text{آب} + ATP$$

این واکنش **تنفس یاخته‌ای هوازی** را نشان می دهد؛ زیرا تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود. نوع دیگری از تنفس یاخته‌ای وجود دارد که در آن ATP بدون حضور اکسیژن تولید می‌شود. این نوع تنفس یاخته ای را **تنفس یاخته ای بی‌هوازی** می نامند.

ATP مولکول پرانرژی

هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند.حفظ هریک از ویژگی های جانداران به تامین و در اختیار داشتن ATP وابسته است.

ATP. مولکولی پرانرژی و شکل قابل استفاده انرژی در یاخته هاست که انرژی مورد نیاز برای جانداران را تأمین می‌کند.شکل ۱ ساختار این مولکول را به طور ساده نشان می دهد.



شکل ۱- ساختار مولکول ATP

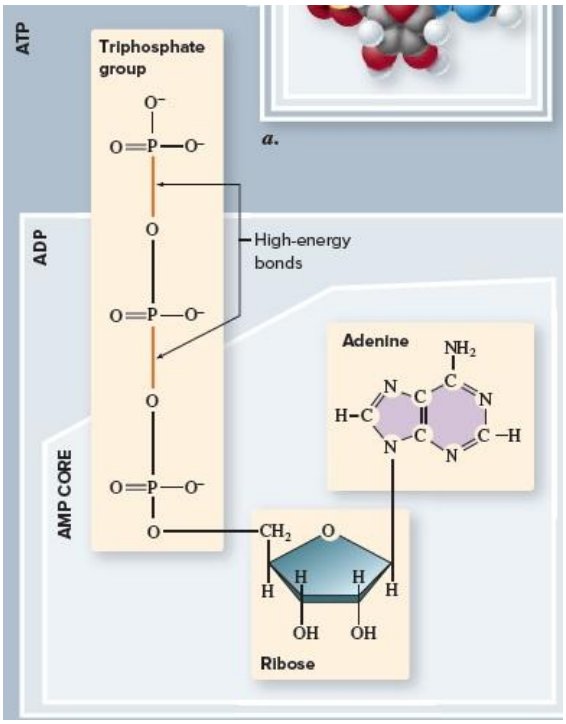
ATP نوکلئوتیدی است که از باز آلی آدنین و قند پنج کربنی ریبوز تشکیل و فسفات دار شده است.همان طور که در شکل ۲ می بینید، افزوده شدن فسفات به آدنین در سه مرحله روی می دهد. در نتیجه در ابتدا AMP ، سپس ADP و در نهایت ATP تشکیل می شود.

آدنوزین (آدنین و ریبوز) + گروه فسفات ⟵ AMP (آدنوزین مونوفسفات)

AMP + گروه فسفات ⟵ ADP (آدنوزین دی فسفات)

ADP + گروه فسفات ⟵ ATP (آدنوزین تری فسفات)

(این توضیح کنار شکل می آید)



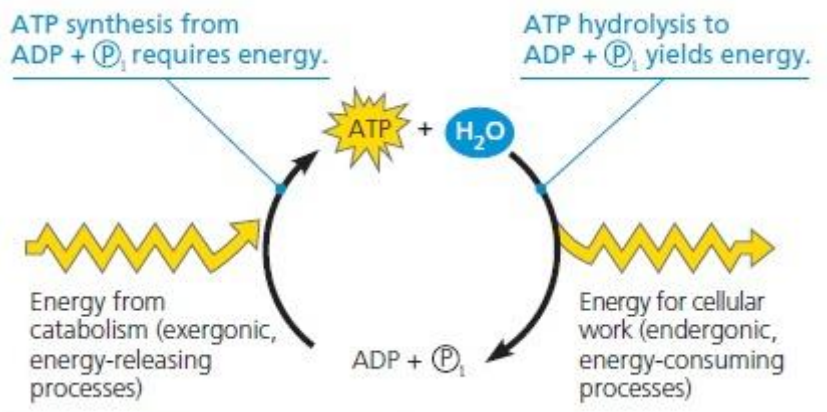
شکل ۲. ساخته شدن ATP

(حذف جزییات مولکولی مانند محل هیدروژن ها و ...

حذف تعداد باندها به شکل دایره های ساده می آید مانند شکل ۲)

0003

هنگام تشکیل مولکول ATP ، پیوندهای پرانرژی بین گروه‌های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوندها، انرژی ذخیره شده در آنها آزاد می‌شود (شکل ۳). به طور معمول ATP از ADP تشکیل و این دو مولکول به هم تبدیل می شوند.



شکل۳- تبدیل ATP و ADP به یک دیگر.(**شرح شکل فارسی می شود**)

0004

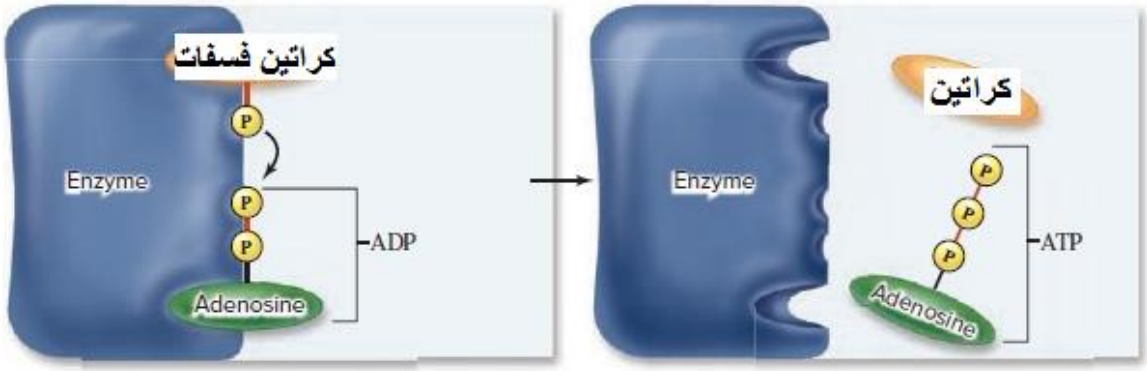
ساخته شدن ATP

0004

دیدیم که برای ساخته شدن ATP به فسفات نیاز هست.

یکی از روش‌های ساخته شدنِ ATP برداشته شدن گروه فسفات از یک ترکیب فسفات دار و افزودن آن به ADP است. به همین علت، این روش را **ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده** می نامند.

در سال گذشته با نمونه ای از ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده آشنا شدید. آیا آن را به یاد دارید؟ در کتاب "زیست شناسی ۲ " دانستید که ماهیچه ها برای انقباض به ATP نیاز دارند و یکی از راه های تامین آن در ماهیچه ها، برداشتِ فسفات از مولکولِ کرآتین فسفات و انتقال آن به ADP است (شکل٤).



0005

شکل٤- ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده. (به جای پپ ،کراتین فسفات می نویسیم)

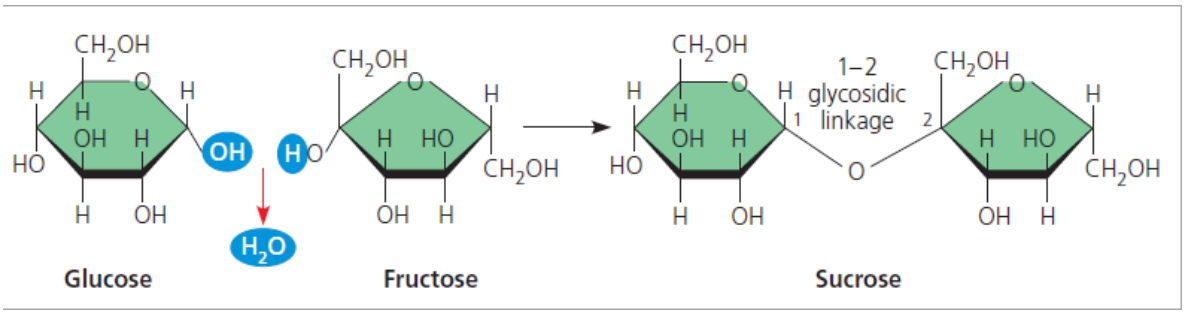
روش دیگر، ساخته شدن اکسایشی ATP است. در این روش ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون (H+) در میتوکندری هاساخته می‌شود.

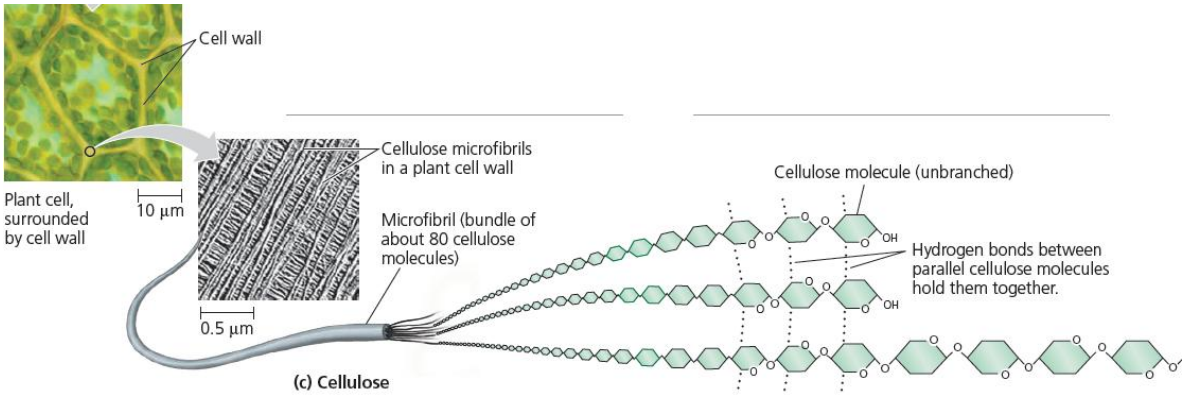
بیشتر بدانید

کربوهیدرات ها

کربوهیدرات ها دارای کربن ، هیدروژن و اکسیژن اند.فرمول کلی آنها رابه صورت $(CH_2O)_n$ نشان می‌دهند.نقش انرژی زایی کربوهیدرات‌ها به خوبی شناخته شده است.این ترکیبات به علت داشتن پیوندهای هیدروژن – کربن، انرژی فراوانی در خود ذخیره و هنگام اکسایش آزاد می‌کنند.

در یک نوع تقسیم بندی، کربوهیدرات ها را در سه گروه مونوساکاریدها(مانند گلوکز) ، دی‌ساکاریدها (مانند ساکارز) و پلی‌ساکاریدها (سلولز، نشاسته و گلیکوژن) قرار می‌دهند.قند و شکر از ساکارز تشکیل شده اند. این دی ساکارید از مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است.





(شکل فارسی می شود)

زیستن با اکسیژن

اغلب واژه تنفس یاخته‌ای را برای نوع هوازی به کار می‌برند؛ زیرا در جانوران اکسیژن مورد نیاز از طریق نفس کشیدن تامین می شود. در اینجا ما نیز **تنفس یاخته‌ای** را به جای تنفس یاخته‌ای هوازی به کار می‌بریم.

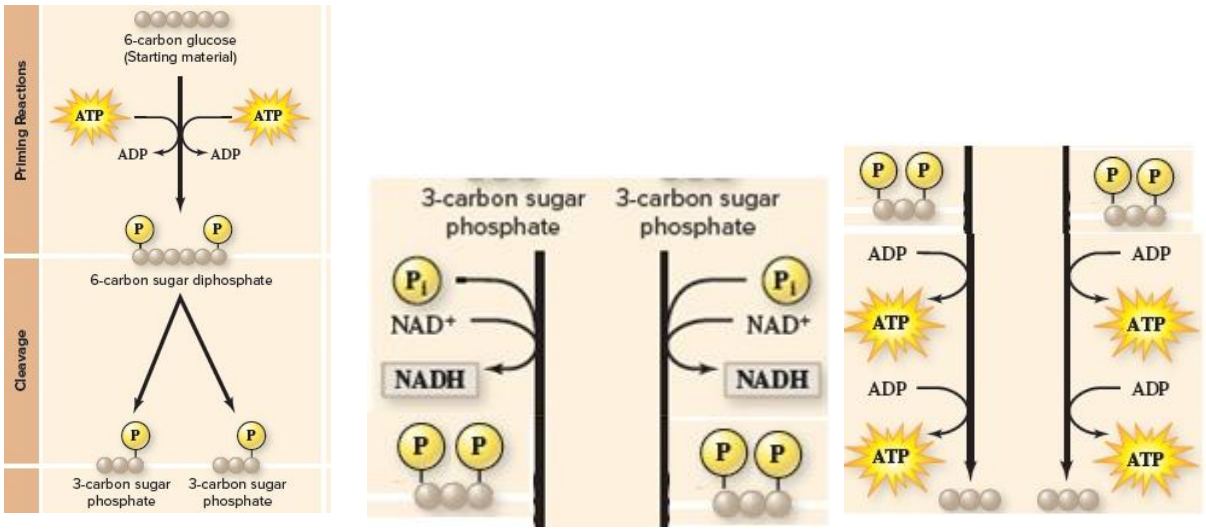
گلیکولیز : اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، **گلیکولیز** و به معنی تجزیهٔ گلوکز است که در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

تجزیه گلوکز در گلیکولیز، نه به صورت یکباره، بلکه به صورت مرحله‌ای انجام می‌شود. برای انجام واکنش های مربوط به تجزیه گلوکز ابتدا به مقداری انرژی نیاز هست . این انرژی از ATP تامین می شود.

همان طور که در شکل ۵ می‌بینید، گلوکز با گرفتن فسفات های ATP ، فسفات دار یا اصطلاحاً **فسفاته** می شود. از تجزیه گلوکز فسفاته شده ، دو قندسه کربنیِ فسفاته ایجاد می شود.

سپس هر یک از این قندها یک فسفات دیگر می گیرند و به این ترتیب دارای دو گروه فسفات می شوند.

هر یک از قندهای دو فسفاته بعد از طی مراحلی ،به مولکولی سه کربنی به نام پیرووات، که نوعی اسید است، تبدیل می شوند. در این تبدیل، مولکول های ATP نیز تشکیل می شوند(شکل ۵).



تشکیل پیروات　　تشکیل قندهای دو فسفاته　　تشکیل دو قند سه کربنی فسفاته

شکل ۵.تجزیه گلوکزدر سیتوپلاسم. **(شکل فارسی می شود)**

همان طور که در شکل ۵ می بینید، در افزوده شدن دومین فسفات به قند سه کربنی ،مولکول NADH (اِن اِی دی اچ)نیز تولید می شود. این مولکول حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و می تواند به NAD^+ (اِن اِی دی مثبت)تبدیل شود. NADH و NAD^+ با از دست دادن وگرفتن الکترون و پروتون، به هم دیگر تبدیل می شوند.

رابطه (۲)

$$NAD^+ + H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH$$

فعالیت

0007

همان طور که دیدید ، در واکنش های گلیکولیز ATP ساخته می شود. بر اساس روش هایی که در باره تولید ATP گفتیم، ساخته شدن ATP در گلیکولیز با کدام روش انجام می شود؟

در فرایند گلیکولیز از هر مولکول گلوکز که به پیروات تبدیل می شود چند مولکول ATP تولید و چند مولکول ATP مصرف می شود ؟

بیشتر بدانید

0008

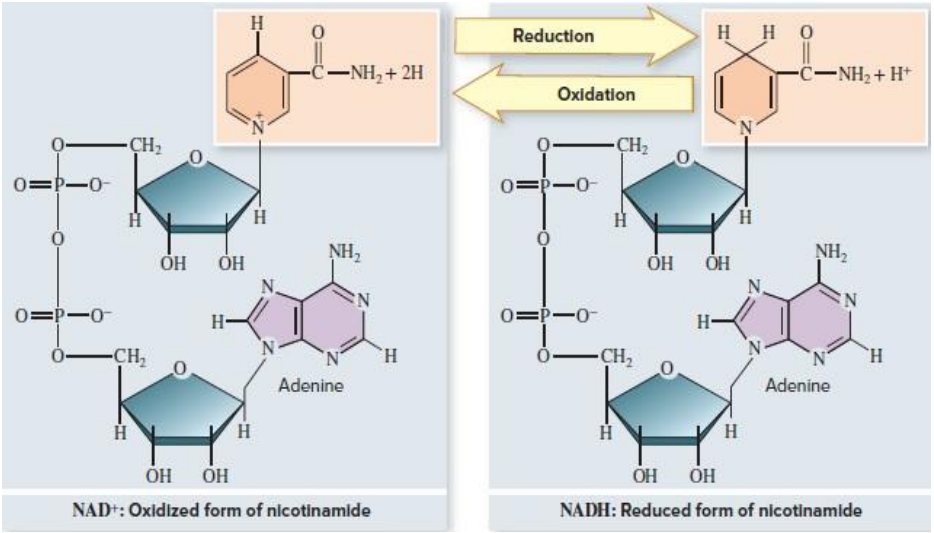
انرژی فعال سازی

برای انجام واکنش بین مولکول ها ، به انرژی فعال سازی نیاز هست.این انرژی مولکول را برای انجام واکنش آماده می کند. انرژی فعال سازی در واقع سطح انرژی مولکول را به سطح موردنیاز برای انجام واکنش می رساند.در آغاز گلیکولیز این انرژی از ATP تامین می شود.

بیشتربدانید

ساختار نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نوکلئوتید

(شکل فارسی می شود)



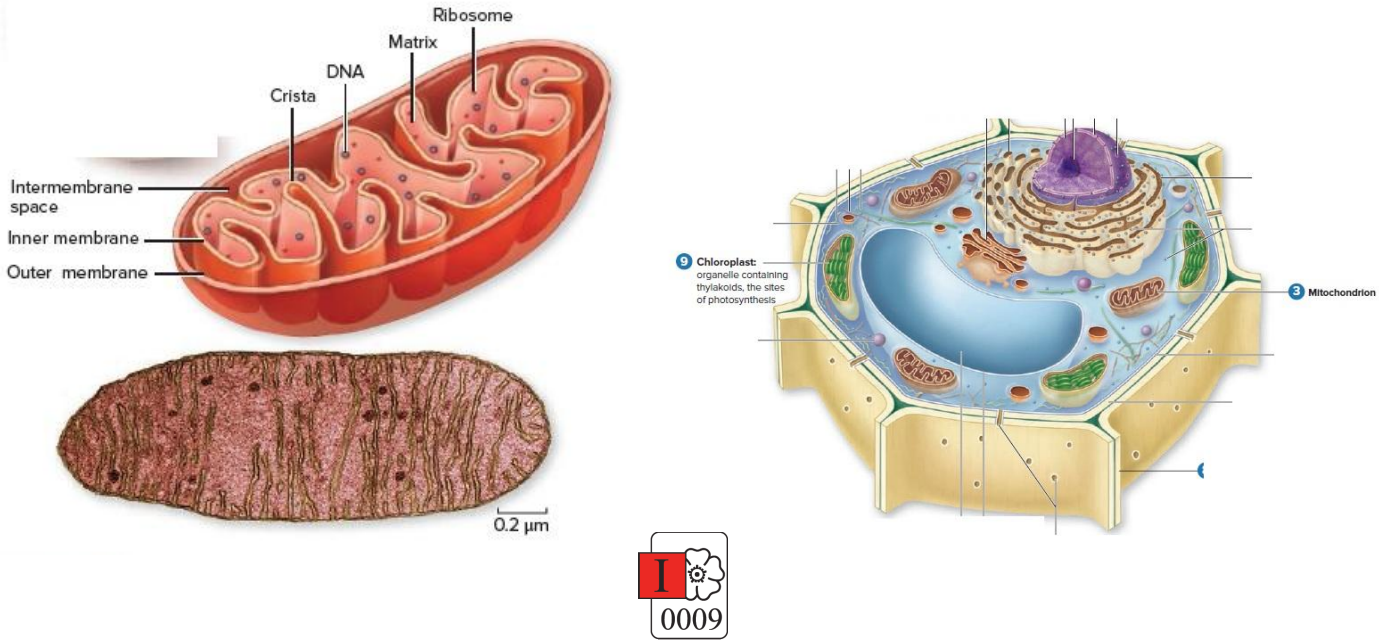
0008

مرحله دیگر تنفس یاختهای به اکسیژن نیاز دارد و در میتوکندریها انجام میشود.

میتوکندری دو غشا دارد(شکل٦). **غشای بیرونی** میتوکندری صاف، و **غشای درونی** آن به داخل میتوکندری چنین خورده است. درنتیجه فضای داخل میتوکندری به دو بخشِ **فضای داخلی** و **فضای بین دو غشا** تقسیم می شود. فضای داخلی **بستره** نام دارد و با غشای داخلی احاطه شده است.

جالب است که میتوکندری ها دارای دنای مستقل از هسته و ریبوزوم مخصوص به خود هستند و پروتئین سازی در آنها انجام می شود. در دنای میتوکندری، ژن های مربوط به اطلاعات مورد نیاز برای ساخته شدنِ تعدادی از پروتئین های مهم در تنفس یاخته ای وجود دارند.

میتوکندری می تواند مستقل از تقسیم یاخته ای ،تقسیم شود؛ اما نمی تواند ، در شرایط معمول مستقل از یاخته به زندگی خود ادامه دهد. همچنین برای انجام نقش خود در تنفس یاخته ای به آنزیم هایی وابسته است که ژن های آنها در هسته قرار دارند.



شکل ٦ . میتوکندری در یاخته های یوکاریوت وجود دارد.الف) میتوکندری در یاخته گیاهی ، ب) میتوکندری و ترسیمی از آن . شکل فارسی می شود

فعالیت

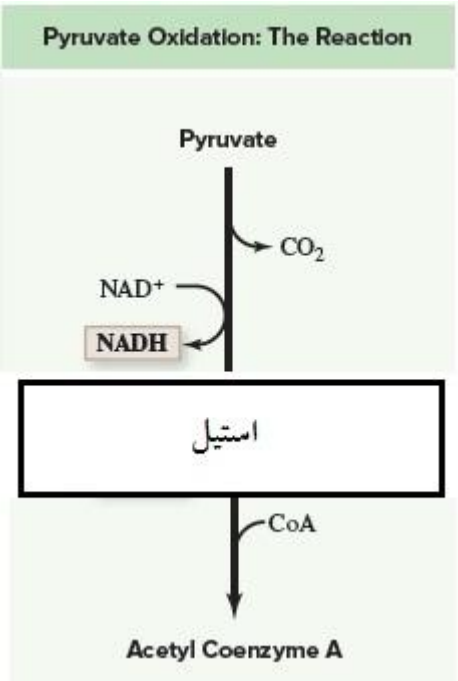
0010

گفت و گو کنید

مستقل بودن تقسیم میتوکندری از تقسیم یاخته چه اهمیتی دارد؟

گفتیم که در انتهای گلیکولیز ، پیرووات تشکیل می شود. این مولکول وارد میتوکندری می‌شود و در آن‌جا اکسایش می‌یابد. پیرووات در میتوکندری با از دست دادن یک کربن به بنیان استیل تبدیل و با اتصال آن به مولکولی به نام کوآنزیم A ، استیل کوآنزیم A تشکیل می شود. در اکسایش پیرووات NADH نیز به وجود می آید(شکل ۷).

اکسایش استیل کوآنزیم A در چرخه ای از واکنش های آنزیمی متفاوت ، به نام **چرخه کربس** ،در بستره میتوکندری انجام می گیرید که در گفتار بعدی به آن می پردازیم.



شکل۷.اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیمA

(شکل فارسی می شود)

I 0010

بیشتر بدانید

0011

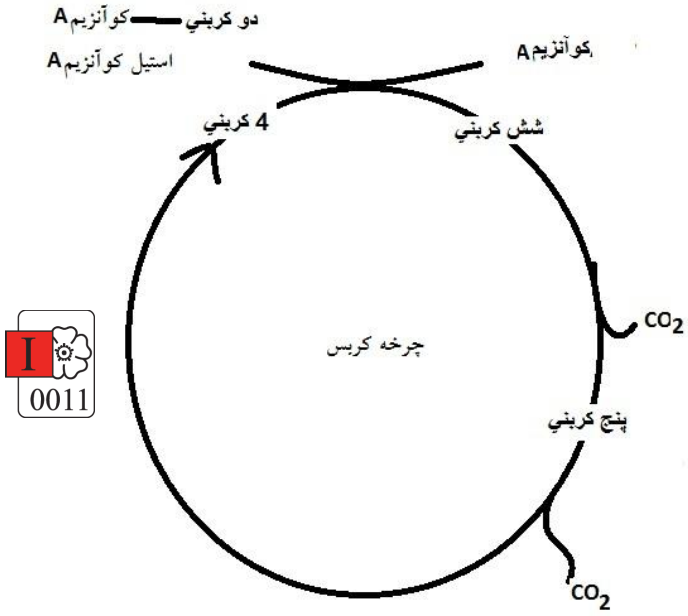
دانشمند موفق

هانس کربس دانشمند آلمانی برای کشف بسیاری از مراحل تنفس یاخته ای ، موفق به دریافت جایزه نوبل در سال ۱۹۵۳ شد.از نظر او دانشمند موفق، فردی است که مهارت های فنی و علمی لازم را برای کسب موفقیت های بیشتر با استفاده از امکانات موجود داشته باشد؛ همچنین در راه رسیدن به هدف ، سختی ها را تحمل و نتایج پژوهش را به روشنی ارائه دهد.

در فرایندهای متفاوت تنفس هوازی ، مولکول گلوکز تا حد تشکیل مولکول های CO_2 باید تجزیه شود. بخشی از این تجزیه در گلیکولیز و بخش دیگر آن در چرخه کربس انجام می شود.

چرخه کربس

شکل ۸ ترسیم ساده ای از وقایع کلی چرخه کربس را نشان می دهد. در این چرخه می بینید ضمن ترکیب استیل و مولکول چهارکربنی، کوآنزیم A جدا و مولکولی شش‌کربنی ، ایجاد می شود.پس از آن در طی واکنش های متفاوتی که در چرخه کربس رخ می دهد، استیل به طور کامل تجزیه و اتم های کربن به صورت CO_2 آزادمی شوند؛ همچنین ترکیب چهار کربنی برای گرفتن استیلی دیگر، بازسازی می شود.



شکل ۸. طرح ساده ای از چرخه کربس.

علاوه بر کربن دی اکسید، از اکسایش هر گروه استیل در واکنش های چرخه کربس، سه مولکول NADH ، یک مولکول $FADH_2$ و یک مولکول ATP تشکیل می شوند.این مولکول ها در محل های متفاوتی از چرخه تشکیل می شوند.

$FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار و همانند NADH حامل الکترون است. $FADH_2$ براساس رابطه (۳) از FAD^+ ساخته می شود.

رابطه (۳)

$$FAD + 2H^+ + 2e^- \rightarrow FADH_2$$

به این ترتیب با انجام گلیکولیز و چرخه کربس، مولکول گلوکز تا تشکیل مولکول‌های Co_2 تجزیه و انرژی آن صرف ساخته شدنِ ATP و مولکول های حامل الکترون می‌شود.

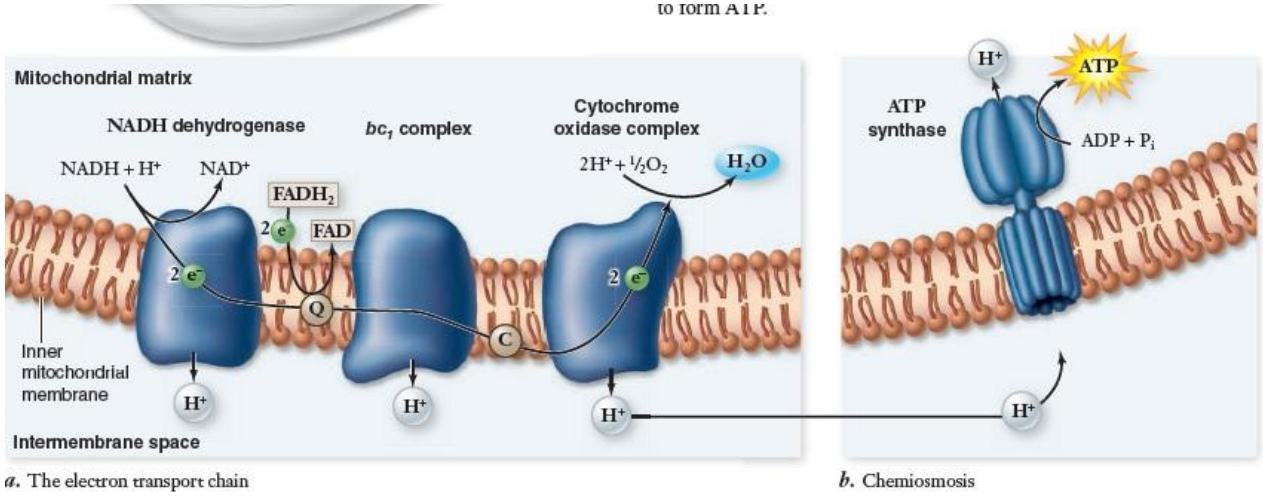
تشکیل ATP بیشتر

تا اینجا دیدیم که در تنفس یاخته ای ATP به وجود می آید. مولکول های NADH و $FADH_2$ که در گلیکولیز و چرخه کربس تولید می شوند، نیز ATP تولید می کنند.

همچنین، بر اساس رابطه کلی تنفس یاخته ای می دانیم که در این فرایند آب نیز تشکیل می شود. اکنون پرسش این است که چگونه انرژی مولکول های حامل الکترون برای تولید ATP به کار می رود و آب چگونه تولید می شود ؟ پاسخ این پرسش ها در **زنجیره انتقال الکترون** در میتوکندری نهفته است.

غشای درونی میتوکندری جایگاه زنجیره

زنجیره انتقال الکترون از تعدادی مجموعه مولکولی تشکیل شده است که در غشای داخلی میتوکندری قرار دارند.درجه اکسایش هرمجموعه با گرفتن الکترون کاهش ، و با از دست دادن الکترون افزایش می یابد. همان‌طور که در شکل ۹ می‌بینید، الکترون‌های NADH و$FADH_2$ به وسیله یکی از این مجموعه ها گرفته و به مجموعه های دیگر منتقل می شوند.



شکل ۹. زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری. تعدادی پروتون در بستره اضافه می شود **(شکل فارسی می شود)**

در این زنجیره می بینید که الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند. اکسیژن با گرفتن الکترون به شکل فعال اکسیژن ، یعنی O^{--} (اتم اکسیژن با دو بار منفی) درمی آید.

اکسیژن های فعال، شدیدا اکسید کننده اند و در ترکیب با پروتون هایی که در بستره قرار دارند ، مولکول های آب را تشکیل می دهند.

$$\frac{1}{2}O_2 + 2e \rightarrow O^{--} + 2H^{+} + \rightarrow H_2O$$

اگر به شکل ۹ توجه کنید، می بینید که پروتون ها (یون های H^+) به وسیله هر یک از این مجموعه ها به فضای بین دو غشا وارد می شوند. عبور الکترون در زنجیره انتقال الکترون ، انرژی لازم برای انتقال پروتون ها از بستره به فضای بین دوغشا را فراهم می کند.

منشا این پروتون ها واکنش های متفاوتی اند که در چرخه کربس رخ می دهند(در شکل ۹ باید).

به نظر شما ادامه ورود پروتون ها به فضای بین دو غشا چه نتیجه‌ای در پی دارد؟ شاید درست حدس زده باشید. تراکم پروتون‌ها در فضای بین دو غشا، نسبت به بستره افزایش می‌یابد. پروتون‌ها براساس شیب غلظت،تمایل دارند که به سمت بستره برگردند؛ اما تنها راه پیش‌روی پروتون‌ها برای برگشتن به بستره، آنزیمی به نام **آنزیم ATP ساز** است. این آنزیم در واقع یک موتور مولکولی است . پروتون‌ها هنگام عبور از این آنزیم ، انرژی موردنیاز برای تشکیل ATP از ADP وگروه فسفات را فراهم می کنند.

فعالیت

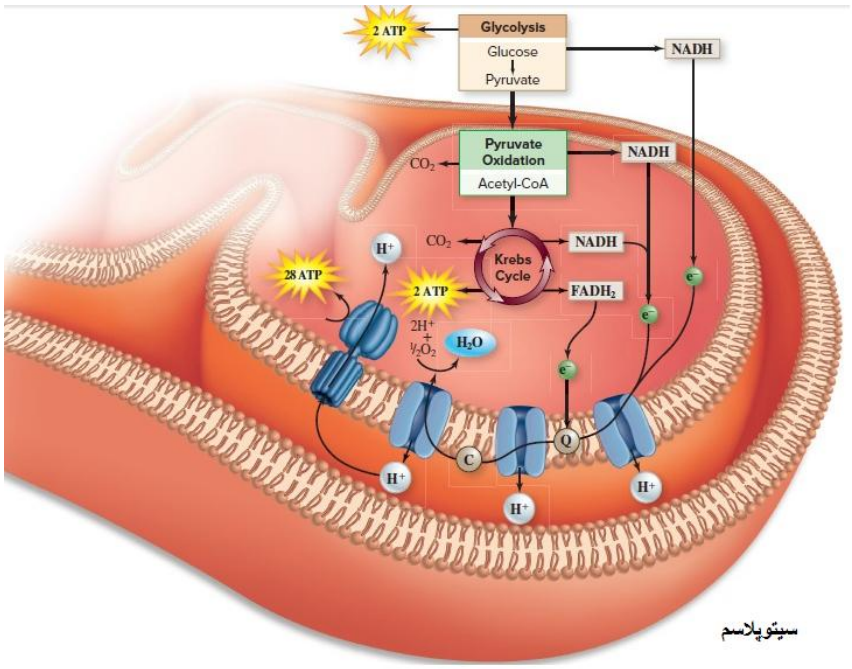
الف) توضیح دهید چرا ساخته شدن ATP در زنجیره انتقال الکترون ، از نوع ساخته شدن اکسایشی ATP است؟

ب) با توجه به نقش غشای داخلی در تنفس یاخته‌ای، چین خورده بودن آن چه ارزشی برای یاخته دارد؟

مروری بر تنفس هوازی

خلاصه‌ای از تنفس هوازی را در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنید. همان‌طور که می‌بینید در فرایندگلیکولیز از گلوکز پیرووات ایجاد می شود . پیرووات به میتوکندری می رود و در آنجا به استیل کوآنزیمA اکسایش می‌یابد. استیل کوآنزیمA وارد چرخه کربس می شود تا باقی مانده پیرووات به طور کامل اکسایش یابد.

در این واکنش ها علاوه بر آزاد شدن مولکول های کربن دی اکسید، ATP ، NADH و $FADH_2$ نیز تولید می شوند.



شکل ۱۰. خلاصه ای از تنفس هوازی. (سی و کیو حذف می شود) شکل فارسی می شود.

فعالیت

ارائه دهید

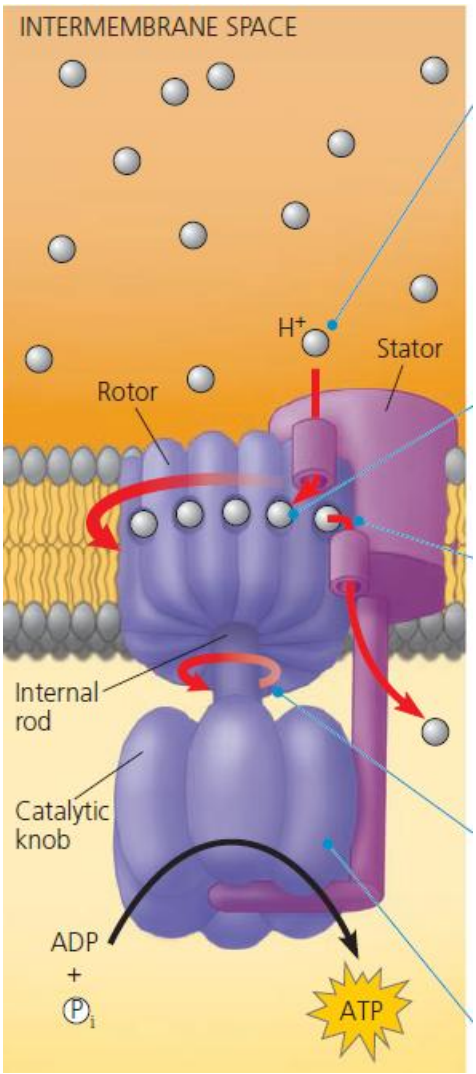
با استفاده از شکل ده ، به طور گروهی طرحی تصویری و نوشتاری از تنفس یاخته ای هوازی تولید کنید. سعی کنید حداقل واژه ها را به کاربرید. هر گروه طرح خود را در کلاس ارائه دهد.این طرح را می توانید با استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای ، نقاشی ، ... و به صورت های متفاوت تولید کنید.

بیشتر بدانید

موتورچرخنده

آنزیم ATP ساز در واقع یک موتور چرخنده است. این موتور از سه بخش **سر**، **پایه** و **چرخنده** تشکیل شده است. کانالی که پروتون ها می توانند از آن عبور کنند ، از دو نیمه تشکیل شده و به شکلی در غشا قرار دارد که دو نیمه آن در یک امتداد نیستند. پروتون وارد یک نیمه کانال می‌شود. پروتون از زیر واحدی به

زیر واحدی دیگراز بخش چرخنده متصل و باعث چرخش آن می شود. این چرخش به سر منتقل و سبب می شود که سر در وضعیت مناسب برای ساختن ATP قرارگیرد. در واقع انرژی مکانیکی حاصل از چرخش بخش چرخنده، سر را در وضعیت مناسب برای ساختن ATP قرار می‌دهد (شکل i).



شکل فارسی می شود

I 0014

p 0019 **بازده انرژیایی تنفس هوازی**

دانستیم که از مولکول های NADH و $FADH_2$ در زنجیره انتقال الکترون ATP تولید می شود.اکنون پرسش این است که به ازای هر NADH و $FADH_2$ چه مقدار ATP تولید می‌شود.

اندازه‌گیری‌های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می‌دهند که مقدار ATP تولید شده به ازای هر NADH ۲/۵ و به ازای هر $FADH_2$ ۱/۵ است. انتقال هر NADH از سیتوپلاسم به میتوکندری به یک ATP نیاز دارد، بنابراین درازای تجزیهٔ کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ATP ۳۰ تولید می‌شود. باید توجه داشت که تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با شرایط فیزیولوژیک فرق می‌کند. بنابراین نمی‌توان به سادگی به این پرسش پاسخ داد که در ازای تجزیه هر مقدار گلوکز چه مقدار ATP در یاخته ها تولید می‌شود.

بیشتر بدانید

0020

انرژی در دسترس

مقدار انرژی آزاد شده از اکسایش گلوکز 686 Kcal/mol و انرژی قابل استفاده (آزاد) در هر پروتون حدود 7.3 Kcal/mol است. بنابراین انرژی قابل دسترس برای یک یاخته هوازی یوکاریوت حدود $(7/3 \times 30) /686 = 32\%$ است.

گفت‌وگو کنید

باکتری‌ها میتوکندری ندارند؛ بنابراین در باکتری‌های هوازی گلیکولیز و چرخهٔ کربس در سیتوپلاسم آنها انجام می‌شوند. به ازای اکسایش هر مولکول گلوکز در باکتری‌ها 32ATP تولید می‌شود. آیا می‌دانید چرا؟

تنظیم تنفس هوازی: تولیدی اقتصادی

0021

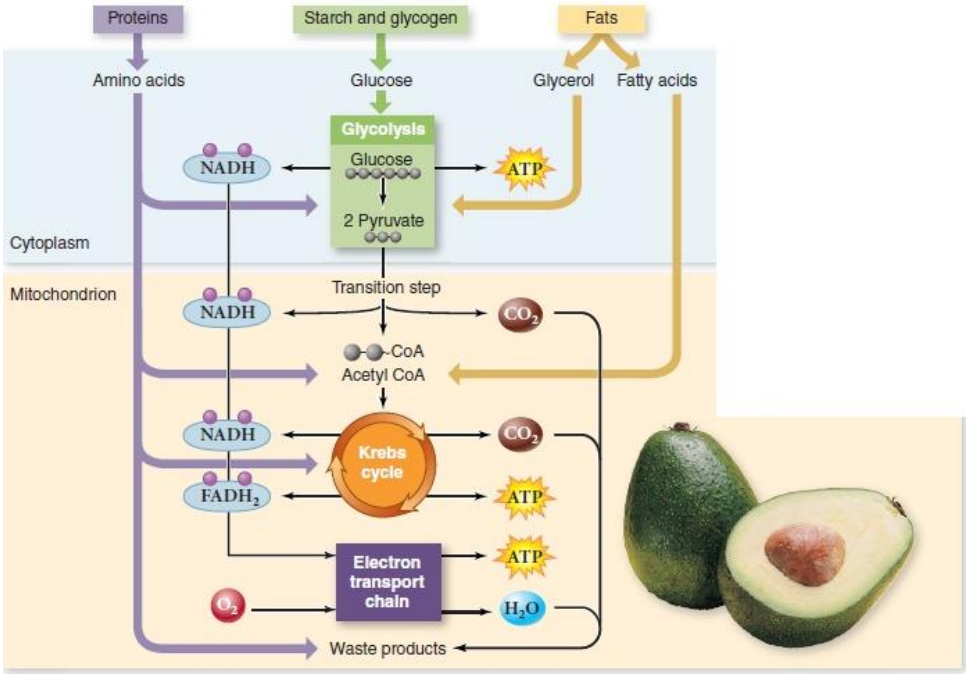
به نظر شما اگر مقدار ATP در یاخته زیاد باشد، واکنش‌های گلیکولیز و چرخهٔ کربس، به همان میزانی انجام می‌شوند که در شرایط کمبود ATP است؟ مشخص شده که تولید ATP تحت کنترل میزان ATP و ADP است. اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در گلیکولیز و چرخهٔ کربس مهار می‌شوند تا تولید ATP کم شود. در صورتی که مقدار ATP کم و ADP زیاد باشد، این آنزیم‌ها فعال و تولید ATP افزایش می‌یابد. این تنظیم مانع از هدر رفتن منابع یاخته می‌شود.

یاخته های بدن به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد برای تامین انرژی استفاده می کنند. درصورتی که این منابع کافی نباشند ، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیه پروتئین ها و لیپیدها می روند.به همین علت تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه ها از عوارض فقر غذایی شدید و طولانی مدت در افرادی است که رژیم غذایی نامناسب دارند یا اینکه به دلایل متفاوت غذای کافی دراختیار ندارند.

بیشتر بدانید

اگر کربوهیدرات ها کافی نباشند

همان طور که در شکل می بینید پروتئین ها وچربی ها نیز برای تامین انرژی به کار می روند.از این مولکول ها نیز در نهایت استیل کوآنزیمA تولید می شود.



فارسی می شود

فعالیت

شاید دیده باشید که در دانه های خشک و بدون آب مانند نخود و لوبیا ، حشرات و لارو آنها رشد ونمو می کند. با توجه به اینکه این دانه ها خشک اند و تقریبا آبی ندارند، آب مورد نیاز این جانوران چگونه تامین می شود؟

گفتار۳: زیستن مستقل از اکسیژن

تنفس بی‌هوازی

دیدیم که در تنفس هوازی، اکسیژن گیرندهٔ نهایی الکترون است . آیا تجزیه گلوکز و تامین انرژی ، همیشه وابسته به حضور اکسیژن است؟ آیا در محیط هایی که اکسیژن ندارند یا اکسیژن اندکی دارند، حیات وجود ندارد؟

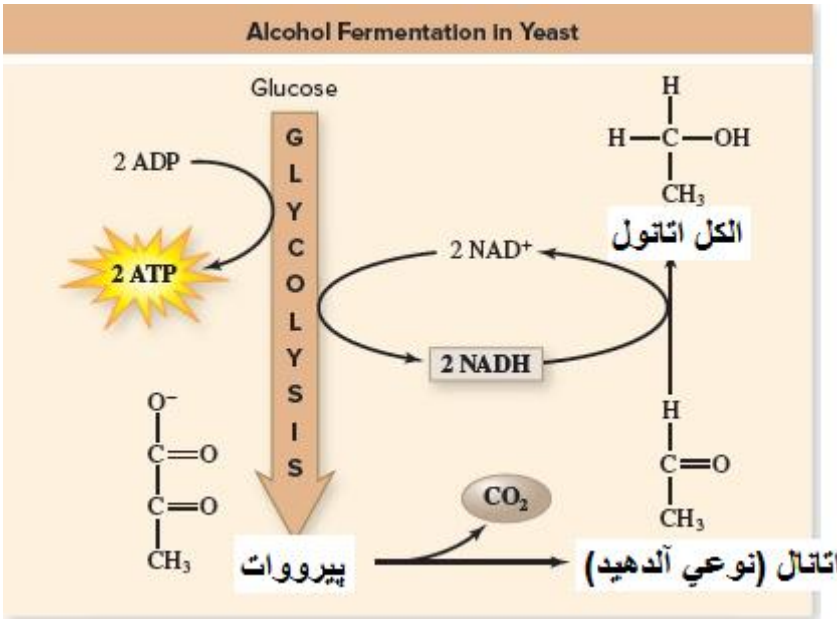
یکی از راه های تامین ATP در چنین شرایطی ، تنفس بی‌هوازی است. در این نوع تنفس، به جای اکسیژن ترکیات دیگری گیرنده نهایی الکترون هستند.

تخمیر از روش های تامین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در انواعی از جانداران رخ می دهد. تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی انواعی از تخمیرند که در صنایع متفاوت از آنها بهره می بریم.

تخمیر الکلی و لاکتیکی مانند تنفس هوازی با گلیکولیز آغاز می شوند و تا تشکیل پیرووات ادامه می یابند.بعد از تشکیل پیرووات ، الکترون های NADH به ماده ای به جز اکسیژن منتقل می شوند. در ادامه با این دو نوع تخمیر بیشتر آشنا می شویم.

تخمیر الکلی

ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است. شکل ۱۱ طرح ساده ای از مراحل این نوع تخمیر را نشان می دهد.در این فرایند پیرووات حاصل از گلیکولیز با از دست دادن CO_2 ، به ترکیبی دوکربنی تبدیل می‌شود. این ترکیب با گرفتن الکترون‌های NADH به اتانول تبدیل و به این ترتیب NAD^+ مورد نیاز برای انجام گلیکولیز نیز فراهم می‌شود. اگر NAD^+ بازسازی نشود، گلیکولیز متوقف می شود و در نتیجه تخمیر الکلی انجام نمی شود.



شکل ۱۱. تخمیر الکلی.

شکل فارسی می شود.

بیشتر بدانید 0025

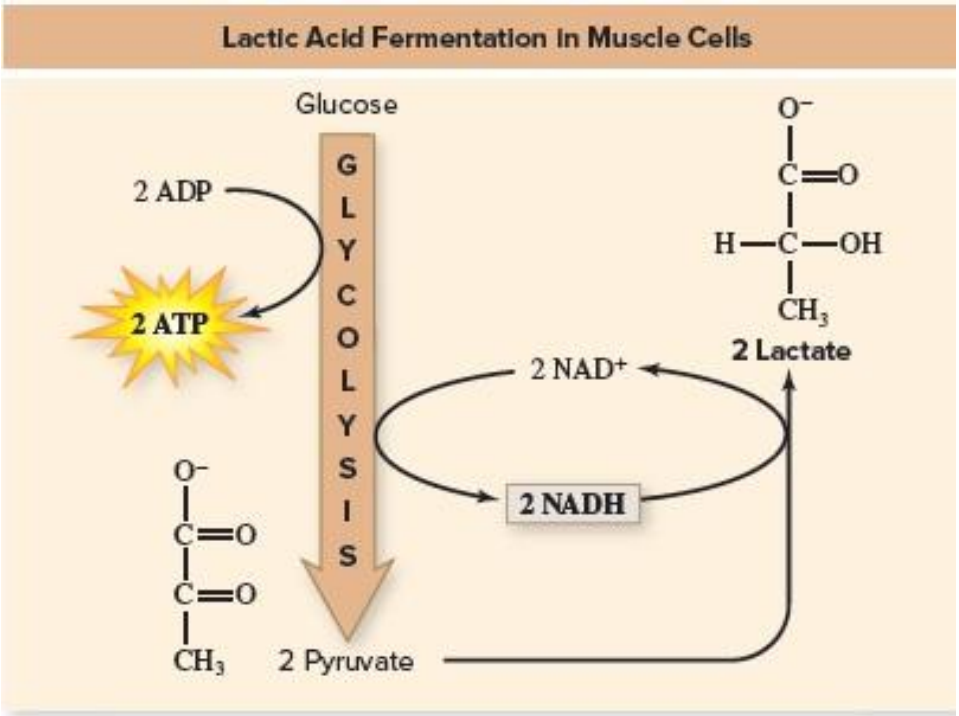
تخمیر الکلی در پخت نان

Saccharomyces cervisiae قارچی تک یاخته ای است که نشاسته را تجزیه می کند. درفرایند پخت نان، این قارچ به خمیر اضافه و خمیر در شرایط مناسب نگه داری شود. CO_2 حاصل از تخمیر الکلی در خمیر حباب هایی ایجاد می کند که سبب **ورآمدن یا رسیدن خمیر** می شود. اتانول تولید شده در خمیر بر اثر حرارت، تبخیر می شود.

تخمیر لاکتیکی 0026

در سال گذشته خواندید، ماهیچه‌ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه ها تجمع می یابد. اما لاکتات با چه ساز و کاری ایجاد می شود؟

فعالیت شدید ماهیچه‌ها به اکسیژن فراوان نیاز دارد. اگر اکسیژن کافی نباشد، پیرووات حاصل از گلیکولیز وارد میتوکندری‌ها نمی‌شود ، بلکه با گرفتن الکترون‌های NADH به لاکتات تبدیل می‌شود(شکل ۱۲).



I 0017

شکل ۱۲. تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر لاکتیک اسید است. **شکل فارسی می شود**

انواعی از باکتری ها تخمیرلاکیتکی را انجام می دهند. بعضی از این باکتری ها ، مانند آنچه در ترش شدن شیر رخ می دهد، سبب فساد غذا می‌شوند؛ اما انواعی از آنها در تولید فراورده های غذایی به کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فراورده‌های لبنی و خوراکی هایی مانند خیارشور به کار می رود.

فعالیت
p 0027

گفت و گو کنید

انواعی از باکتری ها می توانند ، با استفاده از تنفس غیر هوازی انرژی را از مواد مغذی به دست آورند. مثلا پذیرنده نهایی الکترون در باکتری های متانزا (متانوژن) که در خاک و دستگاه گوارش نشخوارکنندگان زندگی می کنند، ، کربن دی اکسید است. در این فرایند گاز متان نیز تشکیل می شود. این باکتری ها می توانند با تجزیه فاضلاب، آن را تصفیه کنند. از طرفی، گاز متان از گازهای گلخانه ای و افزایش دهنده دمای کره زمین است. چه پیشنهادی برای حل مشکل تولید گاز متان دارید؟

سلامت بدن : پاداکسنده ها
p 0028

در درس شیمی آموختید که رادیکال های آزاد به علت داشتن الکترون های جفت نشده در ساختار خود، واکنش پذیری بالایی دارند و می توانند در واکنش با مولکول های تشکیل دهنده بافت های بدن، به آنها آسیب برسانند.در فرایند تنفس هوازی ، امکان تشکیل رادیکال آزاد از مولکول اکسیژن وجود دارد.اما چگونه؟

دیدیم که مولکول اکسیژن با پذیرش الکترون‌ها در پایان زنجیره انتقال الکترون ، به یون دو بارمنفی اکسیژن(O^{--}) یا یون اکسید تبدیل می‌شود. یون های اکسید با یون های هیدروژن (H^{+}) ترکیب و در نتیجه مولکول آب به وجود می آید. اما گاه پیش می‌آید که یون های اکسید وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند و به صورت رادیکال های آزاد باقی می‌مانند.رادیکال‌های آزاد، الکترون‌ها را از مولکول‌های زیستی(کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها) می گیرند و ساختار کربنی آنها را تخریب می‌کنند.

بارها شنیده اید که خوردن میوه ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارند. این موادغذایی دارای پاداکسنده هایی مانند کاروتنوئیدها هستند. پاداکسنده ها با گرفتن الکترون های اضافی از رادیکال های آزاد مانع از حمله رادیکال ها به مولکول های زیستی و درنتیجه تخریب بافت های بدن می شوند.

تجمع رادیکال های آزاد

0029

آیا خنثی سازی رادیکال های آزاد همیشه با موفقیت انجام می شود؟ اگر به هر علت سرعت تشکیل رادیکال های آزاد بر خنثی سازی آنها بیشتر باشد، چه اتفاقی را پیش بینی می کنید ؟

مشخص است که در چنین شرایطی ، رادیکال های آزاد در میتوکندری تجمع می یابند و آن را تخریب می کنند ، در نتیجه یاخته هم تخریب می شود.

عوامل فراوانی ، از جمله تغذیه ای و ژنی می توانند، میتوکندری را در خنثی سازی رادیکال های آزاد با مشکل روبه‌رو کنند. مثلاً الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد میتوکندری در خنثی سازی رادیکال های آزاد مشکل ایجاد می کنند.

مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال های آزاد اکسیژن را افزایش می دهد و مانع از عملکرد میتوکندری در جهت کاهش آنها می‌شود. رادیکال‌های آزاد به DNA میتوکندری حمله و بعد از مرگ میتوکندری، سبب مرگ یاخته‌ای و در نتیجه بافت مردگی (نکروز) کبد می شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و ازکار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

گاه نقص در ژن های مربوط به پروتئین های زنجیره انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین های معیوب می انجامد. میتوکندری با این پروتئین های معیوب در خنثی سازی رادیکال ها ضعیف عمل می کند.

مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی، باعث مرگ می‌شوند. سیانید یکی از این ترکیب‌هاست که واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به O_2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود.

از زیست شناسی سال دهم به یاد دارید که گازمونواکسیدکربن با اتصال به هموگلوبین، مانع از اتصال اکسیژن به آن می شود و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی شود، ظرفیت حمل اکسیژن در خون را کاهش می دهد. اکنون می دانید این عملکرد مونواکسیدکربن ، در واقع در انجام تنفس یاخته ای اختلال ایجاد می کند. مونواکسید کربن به شکل دیگری نیز بر تنفس یاخته ای اثر می گذارد. این گاز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن می‌شود. دود خارج شده از خودروها و سیگار از منابع دیگر تولید مونواکسیدکربن‌اند.

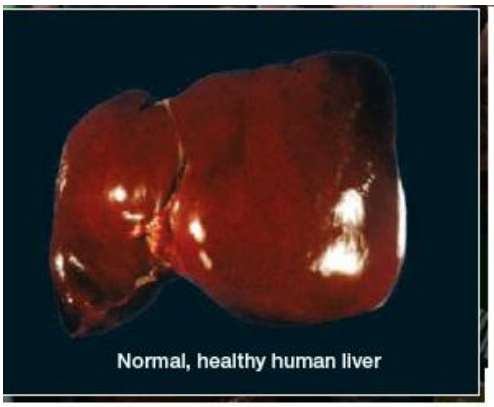
بیشتربدانید

0030

الکل و سرطان کبد

سیروز کبدی از عوارض دیگر مصرف طولانی مدت الکل است. الکل بر تجزیه چربی ها اثر منفی دارد بنابراین، مصرف الکل سبب تجمع چربی ها در یاخته های کبدی و ممانعت از عملکرد آن می شود.سیروز کبدی احتمال ابتلا به سرطان کبد را افزایش می دهد.

کبد سیروزی



کبد سالم

0018