

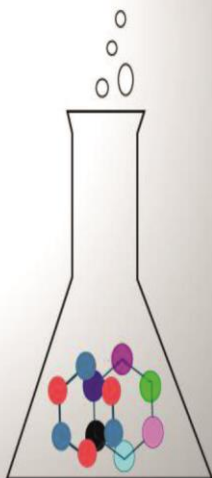
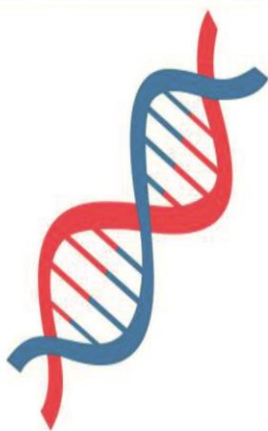
مبانی زیست شیمی

مؤلف:

ملیکا ملک آرا

ویراستاران:

الهام خورسند - گیسو مرادمند - فرزانه شہسوار



مبانی زیست شیمی

www.iranlib.ir

مبانی زیست شیمی

مؤلف:

ملیکا ملک آرا

ویراستاران:

الهام خورسند - گیسو مرادمند - فرزانه شهبسوار

چاپ دوم ویرایش اول

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scientificdata/

زیست شیمی، مطالعه‌ی شیمیایی موجودات زنده، زمینه‌ی گسترده و هیجان‌انگیزی است که در آن هر روز اکتشافات مهمی در مورد چگونگی تداوم حیات و علّت بیماری‌ها به عمل می‌آید. خصوصاً در این زمینه که سلول‌های زنده چگونه مولکول‌های مورد نیاز برای زندگی را می‌سازند و آنها را به کار می‌برند پیشرفت سریعی صورت گرفته است. این امر در تشخیص و درمان بیماری‌ها مفید بوده است و هم زمینه‌ی جدیدی موسوم به زیست‌فناوری را باز کرده است. در زیست‌فناوری از طبیعت به عنوان «ماشینی» برای ساخت مواد مفید استفاده می‌شود. برای مثال انسولین یک زیست مولکول پیچیده است که در بدن برای تنظیم سوخت و ساز قند به کار می‌رود. بدن بیماران مبتلا به دیابت به اندازه‌ی کافی انسولین ندارد و آنها باید با تزریق یا روش‌های دیگر انسولین بدن خود را تأمین کنند. در گذشته انسولین از بافت حیوانات تهیه می‌شد. ولی درک بهتر فرآیندهای زیست

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scientificdata/

شیمیایی «کشت» انسولین را میسر ساخته است. یاد گرفته‌ایم که «دستورات» مربوط به ساخت انسولین را به سلول‌های باکتری‌هایی چون اِیکولای بدهیم تا این باکتری هنگام رشد انسولین تولید کند؛ این انسولین را می‌توان برای استفاده‌ی بیماران دیابتی «درو» کرد. محصولات دیگری، از جمله حشره‌کش‌های طبیعی، نیز با روش‌های زیست‌فناوری تولید می‌شوند.

فهم زیست شیمی امکان تولید غذاهای سالم‌تر را نیز ممکن کرده است.

سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، فسفر، گوگرد، و کلر نیز به مقدار نسبتاً زیادی در بدن وجود دارند. اولین ردیف فلزهای واسطه هرچند به مقدار بسیار ناچیزی در بدن وجود دارند، ولی برای کارکرد درست بسیاری از آنزیم‌ها (کاتالیزگرهای زیستی) لازم هستند.

کوچک‌ترین واحد سازنده‌ی موجودات زنده سلول است که

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

ویژگی‌های مشخصه‌ی حیات، مثل تولید مثل، سوخت و ساز، جهش، و پاسخ به تحریک‌های خارجی را از خود نشان می‌دهد.

تجمع سلول‌ها بافت را تشکیل می‌دهند، و هر اندام یک موجود زنده‌ی پیچیده از یک مجموعه بافت تشکیل می‌شود. پس برای درک چگونگی تداوم حیات و بازتولید موجودات زنده باید ببینیم سلول‌ها چگونه در سطح مولکولی رفتار می‌کنند. این مهم‌ترین موضوع زیست شیمی است.

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

عناصر ضروری و کارکردهای عمده‌ی آنها

| عنصر | درصد جرمی وزن | کارکرد |
|---------|---------------|------------------------------------------------------|
| بدن | | |
| اکسیژن | ۶۵ | در آب و بسیاری از ترکیب‌های آلی |
| کربن | ۱۸ | در تمام ترکیب‌های آلی |
| هیدروژن | ۱۰ | در آب و بسیاری از ترکیب‌های آلی و غیر آلی |
| نیتروژن | ۳ | هم در ترکیب‌های آلی و هم در ترکیب‌های غیر آلی |
| کلسیم | ۱/۵ | استخوان، ضروری برای بعضی آنزیم‌ها و عملکرد ماهیچه‌ها |
| فسفر | ۱/۲ | ضروری در غشاء سلول و انتقال انرژی در سلول |
| پتاسیم | ۰/۲ | کاتیون مایع سلول |
| کلر | ۰/۲ | آنیون در داخل و خارج سلول |
| گوگرد | ۰/۲ | در پروتئین |
| سدیم | ۰/۱ | کاتیون در مایع سلول |
| منیزیم | ۰/۰۵ | ضروری برای بعضی آنزیم‌ها |
| آهن | کمتر از ۰/۰۵ | در مولکول‌های منتقل کننده و ذخیره کننده‌ی اکسیژن |
| روی | کمتر از ۰/۰۵ | ضروری برای بسیاری از آنزیم‌ها |
| کبالت | کمتر از ۰/۰۵ | |
| | | در ویتامین B _{۱۲} |
| ید | کمتر از ۰/۰۵ | در هورمون‌های تیروئید |
| فلورنر | کمتر از ۰/۰۱ | در دندان و استخوان |

می‌دانیم که بسیاری از مواد مصنوعی مفید بسیار هستند. تعداد بسیاری از مواد طبیعی نیز بسیار هستند: نشاسته، مو،

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scienceopen

ابریشم، و الیاف پنبه و سلولز گیاهان چوب‌دار تنها تعداد اندکی از این موادند.

در این بخش یک دسته از بسپارهای طبیعی موسوم به پروتئین را معرفی می‌کنیم که حدود ۱۵٪ بدن ما را تشکیل می‌دهند و جرم مولی آنها در گستره‌ی ۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ گرم است. پروتئین‌ها نقش زیادی در بدن انسان دارند. پروتئین‌های فیبری صلابت ساختاری بسیاری از بافت‌ها را تأمین می‌کنند و بخش اصلی ماهیچه، مو، و غضروف را تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های دیگر، که به خاطر شکل کروی‌شان پروتئین‌های گلبولی نامیده می‌شوند، کارگرهای بدن هستند و این‌ها اکسیژن و مواد غذایی را حمل و ذخیره می‌کنند، برای هزاران واکنش حیاتی نقش کatalیزگر را دارند. با اجسام خارجی می‌جنگند، در بسیاری از سامانه‌های تنظیمی بدن شرکت دارند، و برای فرآیند پیچیده‌ی سوخت مواد غذایی الکترون حمل می‌کنند.

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scienceopen

در این ساختار R می‌تواند نشان دهنده ی H ، CH_3 ، یا جانشین‌های پیچیده‌تر دیگر باشد. این مولکول‌ها به این خاطر آلفا - آمینو اسید خوانده می‌شوند که گروه آمینو (NH_2) - همیشه به آلفا - کربن متصل است، آلفا - کربن کربن پهلوی گروه کربوکسیل ($COOH$) - است. ۲۰ آمینو اسیدی که بیشتر از بقیه در پروتئین‌ها دیده می‌شوند نشان داده شده‌اند.

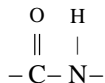
نشان می‌دهد که آمینو اسیدها براساس ترکیب گروه‌های R (که زنجیره‌های جانبی نیز نامیده می‌شوند) به دو دسته‌ی قطبی و غیر قطبی تقسیم می‌شوند. زنجیره‌های جانبی غیر قطبی عمدتاً از اتم‌های کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند؛ زنجیره‌های جانبی قطبی اتم‌های نیتروژن و اکسیژن دارند. این تفاوت بسیار مهم است، زیرا زنجیره‌های جانبی قطبی آبدوست و زنجیره‌های جانبی غیر قطبی آبگریز هستند. این ویژگی بر ساختار سه بعدی پروتئین حاصل اثر می‌گذارد، زیرا

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

پروتئین‌ها در بدن موجودات زنده در محیط‌های آبی قرار دارند.

بسیار پروتئینی از واکنش بین آمینو اسیدها تشکیل می‌شود. برای نمونه دو آمینو اسید می‌توانند به صورت زیر ا ترکیب شوند و با حذف آب یک پیوند C-N تشکیل دهند. اصطلاح پپتید از ساختار زیر گرفته شده است.



که شیمی دان‌ها آن را پیوند پپتیدی می‌نامند. پیشوند دی نشان می‌دهد که دو آمینو اسید به هم متصل شده‌اند. واکنش‌های دیگر می‌توانند زنجیر را طولانی‌تر کرده یک پلی‌پپتید و سرانجام یک پروتئین به وجود آورند. ۲۰ آمینو اسید را می‌توان به هر ترتیبی کنار هم قرار داد و به این ترتیب تعداد بسیار زیادی پروتئین ساخت. این تنوع پروتئین‌های مختلف مورد نیاز اندام‌های مختلف را به دست

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scientificdata/

می‌دهد.

ترتیب یا توالی آمینو اسیدهای یک زنجیر پروتئینی ساختار اولیه نامیده می‌شود. برای مشخص کردن ساختار اولیه از رمزهای سه حرفی آمینواسیدها استفاده می‌کنیم، با این قرارداد که گروه کربوکسیل انتهایی در سمت راست و گروه آمینوی انتهایی در سمت چپ قرار دارد.

نمونه‌ی بارز اهمیت ساختار اولیه پلی‌پپتیدها را می‌توان در تفاوت‌های بین اکسی‌توسین و وازوپرسین مشاهده کرد. اکسی‌توسین هورمونی است که انقباض رحم و تراوش شیر را آغاز می‌کند. وازوپرسین فشار خون را بالا می‌برد و کار کلیه را تنظیم می‌کند. هر دوی این‌ها پلی‌پپتیدهای نه‌تایی هستند و تنها در دو آمینواسید با هم تفاوت دارند؛ ولی در بدن انسان کارهای کاملاً متفاوتی انجام می‌دهند.

تا اینجا ساختار اولیه‌ی پروتئین‌ها - یعنی توالی آمینواسیدهای زنجیر را در نظر گرفته‌ایم. دیگر وضعیت ساختاری پروتئین

مبانی زیست شیمی

آرایش فضایی زنجیر بلند مولکولی است. این را ساختار ثانویه پروتئین می‌نامند.

یک ساختار ثانویه متداول شیه پلکان مارپیچی است. این ساختار مارپیچی را مارپیچ آلفا می‌نامند. ساختار ثانویه مارپیچی به پروتئین ویژگی کشسانی (فبری) می‌دهد و در پروتئین‌های فیبری چوب، مو، و رباطها دیده می‌شود. دیگر ساختار ثانویه ساختار صفحه‌ای پلیسه‌ای است. آرایش پروتئین ابریشم پلیسه‌ای است و باعث می‌شود تارهای آن قابل انعطاف ولی بسیار محکم و مقاوم در برابر کشش باشد. ساختار پلیسه‌ای در فیبرهای ماهیچه نیز یافت می‌شود.

همان‌طور که ممکن است تصوّر کرده باشید، مولکولی به بزرگی یک پروتئین می‌تواند بسیار قابل انعطاف باشد و شکل‌های بسیار متنوعی به خود بگیرد. کاری که از پروتئین انتظار می‌رود بر شکل آن تأثیر می‌گذارد. برای ساختارهای بلند و نازک مثل مو، پشم و ابریشم، و همچنین رباطها یک

مبانی زیست شیمی

شکل کشیده لازم است. این شکل ممکن است یک ساختار ثانویه مارپیچ آلفا باشد، مثل شکلی که کراتین آلفا در مو و پشم، و کولاژن در رباط دارد، یا ساختار ثانویه پلیسه‌ای، مثل آنچه در ابریشم یافت می‌شود. بسیاری از پروتئین‌های بدن که کارکرد ساختاری ندارند (مثل آنزیم‌ها) گلبولی هستند. میوگلوبین یکی از این‌هاست که یک مولکول O_2 جذب می‌کند و آن را برای استفاده‌ی سلول نگه می‌دارد. توجه کنید که ساختار ثانویه میوگلوبین در اصل مارپیچی است. ولی در محل‌هایی که زنجیر برای دادن شکل کروی به پروتئین خم می‌شود، مارپیچ آلفا می‌شکند تا پروتئین بتواند «پیچ را دور بزند».

ساختار سومی پروتئین:

شکل کلی پروتئین، باریک و بلند یا کروی، ساختار سومی نامیده می‌شود. ساختار ثانویه پروتئین میوگلوبین مارپیچی است، با این تفاوت که در نواحی خمیدگی روی خودش

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

برمی‌گردد تا یک ساختار سومی فشرده (کروی) به خود بگیرد. اگر خمیدن‌ها نبود، ساختار سومی یک لوله‌ی بلند (لوله‌ای) می‌شد. در هر دو آرایش سومی (کروی و لوله‌ای) ساختار ثانویه‌ی پروتئین همان مارپیچی است.

آمینواسید سیستین (cys) نقشی خاص در پایداری ساختار سومی بسیاری از پروتئین‌ها دارد، زیرا گروه $-SH$ دو سیستین می‌توانند پیوند $S-S$ تشکیل دهند که پیوند دی‌سولفید نامیده می‌شود.

تشکیل یک پیوند دی‌سولفید می‌تواند دو بخش یک زنجیر پروتئینی را به هم ببندد و زنجیر را خمیده نگه دارد. یک کاربرد شیمیایی پیوندهای دی‌سولفید درست کردن موادی است که برای فر دایم مو به کار می‌رود. پیوندهای $S-S$ پروتئین مو توسط یک عامل کاهنده شکسته می‌شود. سپس مو طوری تغییر می‌کند که ساختار سومی پروتئین شکل مطلوب را به خود بگیرد. استفاده از یک عامل اکساینده باعث

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

می‌شود پیوندهای S-S جدیدی تشکیل شود و پروتئین مو ساختار جدید را حفظ می‌کند.

کارکرد پروتئین‌ها:

ساختار سه بعدی پروتئین نقشی حیاتی در کارکرد آن دارد. فرآیند شکسته شدن این ساختار تقلیب (تغییر ماهیت) نام دارد. برای مثال گرما باعث تقلیب پروتئین‌های تخم‌مرغ در هنگام پخته شدن می‌شود. هر منبع انرژی می‌تواند باعث تقلیب پروتئین شود و بنابراین برای موجود زنده بسیار خطرناک است. مثلاً نور فرابنفش، تابش پرتوی X، یا پرتوهای هسته‌ای می‌تواند ساختار پروتئین را بشکند و باعث سرطان یا آسیب ژنتیکی شود. سرب و جیوه که میل ترکیبی شدیدی با گوگرد دارند با شکستن پیوندهای دی‌سولفید باعث تقلیب پروتئین می‌شوند.

تنوع عظیم و سطوح مختلف ساختاری پروتئین امکان می‌دهد که یک پروتئین بتواند ساختار مناسب برای خدمت

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

معنی را به خود بگیرد.

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scientificdata/

کارکردهای متداول پروتئین‌ها:

| کارکرد | توضیح - مثال |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ساختاری | پروتئین به رباط‌ها، استخوان‌ها و پوست استحکام می‌دهد. غضروف، مو، ناخن و پنجه عمدتاً از پروتئین تشکیل شده‌اند. ویروس‌ها نیز یک لایه‌ی خارجی پروتئینی دارند. |
| حرکت | پروتئین‌ها بخش اصلی ماهیچه‌ها را تشکیل می‌دهند و عامل مستقیم توانایی انقباض عضلانی هستند. |
| کاتالیز | تقریباً تمام واکنش‌هایی که در اندام‌های زنده رخ می‌دهد با کاتالیزگر آنزیمی صورت می‌گیرند، آنزیم‌ها تقریباً همیشه پروتئین هستند. |
| حمل | اکسیژن توسط پروتئین هموگلوبین گلبول‌های سرخ خون از شش به بافت‌ها حمل می‌شود. |
| ذخیره‌سازی تبدیل انرژی | پروتئین فریتین آهن را در کبد، طحال، و مغز استخوان ذخیره می‌کند. سیتوکروم پروتئینی است که در تمام سلول‌ها یافت می‌شود این پروتئین انرژی را از مولکول‌های غذا، با انتقال الکترونی در یک رشته واکنش اکسایش - کاهش، می‌گیرد. |
| حفاظت | پادتن‌ها پروتئین‌های خاصی هستند که در پاسخ به مواد و سلول‌های خارجی، مثل باکتری‌ها، ساخته می‌شوند. اینها به مواد و سلول‌های خارجی می‌چسبند و ما را در برابر بیماری‌ها محافظت می‌کنند. اینترفرون یک پروتئین کوچک است که هنگام قرار گرفتن سلول‌ها در معرض ویروس ساخته می‌شود و سلول را در برابر بیماری حفظ می‌کند. پروتئین‌های انعقاد خون از خون‌ریزی جلوگیری می‌کنند. |
| کنترل | بسیاری از هورمون‌ها پروتئین‌هایی هستند که در بدن تولید می‌شوند و نقش مؤثری در فعالیت اندام‌ها دارند. |
| یافر | چون پروتئین‌ها در زنجیره‌های جانبی خود هم گروه‌های اسیدی دارند و هم گروه‌های بازی، می‌توانند هم اسیدها و هم بازها را خنثی کنند و به این ترتیب عمل یافر را در خون و بافت‌ها انجام می‌دهند. |

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

آنزیم:

آنزیم پروتئینی است که واکنش‌های زیستی مشخصی را کatalیز می‌کند. بدون چند درصد آنزیمی که تاکنون شناخته‌ایم، زندگی ناممکن است. تقریباً تمام واکنش‌های زیست شیمیایی حیاتی در دمای معمولی بدن موجودات زنده بسیار کند رخ می‌دهند. آنزیم‌ها ویژگی کatalیزگری شگفت‌انگیزی دارند (قدرت کatalیزگری آنزیم‌ها ۱ تا ۱۰ میلیون برابر کatalیزگرهای غیر آلی است) و بسیار گزیننده عمل می‌کنند (آنها به هزاران مولکولی که در مایعات بدن وجود دارند و نباید در واکنش شرکت کنند «کاری ندارند»).

هرچند مکانیسم فعالیت آنزیم پیچیده و در غالب موارد ناشناخته است، یک نظریه‌ی سده موسوم به مدل قفل و کلید برای بسیاری از آنزیم‌ها مناسب می‌نماید. در این مدل چنین عنوان می‌شود که مولکول واکنش‌کننده (جزء مورد عمل) و شکل آنزیم به نحوی است که مثل قفل و کلید در هم جفت

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

می‌شوند. جزء مورد عمل و آنزیم به نحوی به هم متصل می‌شوند که بخشی از جزء که باید واکنش در آن رخ دهد طرف فعال آنزیم را می‌گیرد. پس از رخ دادن واکنش فرآورده‌ها رها و آنزیم آماده‌ی کار با یک جزء مورد عمل دیگر می‌شود. می‌توانیم کاتالیزگری آنزیم را با مراحل نشان دهیم:

پس از رها شدن فرآورده، آنزیم می‌تواند در واکنش دیگری شرکت کند.

چون این فرآیند بسیار سریع رخ می‌دهد مقدار بسیار اندکی آنزیم کافی است.

در بعضی موارد ماده‌ای غیر از جزء مورد عمل می‌تواند با طرف فعال آنزیم جفت شود. وقتی این اتفاق می‌افتد می‌گوییم آنزیم بی‌اثر شده است. اگر بی‌اثر شدن دائمی باشد، می‌گوییم آنزیم غیر فعال شده است. بسیاری از زهرهای قوی با بی‌تثر یا غیر فعال کردن آنزیم‌های کلیدی عمل می‌کنند.

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

چون آنزیم‌ها برای زندگی ضروری هستند و چون امیدواریم بتوانیم از کارشان در بهبود کاتالیزگرهای صنعتی الگو بگیریم، مطالعه‌ی آنها بخش فعالی از تحقیقات شیمیایی به حساب می‌آید.

کربوهیدرات‌ها:

کربوهیدرات‌ها یک دسته‌ی مهم دیگر مولکول‌های زیستی هستند. کربوهیدرات‌ها برای اکثر ارگانیسم‌ها غذا به حساب می‌آیند و ماده‌ی ساختمانی گیاهان هستند. فرمول تجربی بسیاری از کربوهیدرات‌ها CH_2O است، به همین خاطر در ابتدا تصور می‌شد که اینها هیدرات‌های کربن (C, H_2O) هستند، و نامشان از همین گرفته شده است.

کربوهیدرات‌ها نیز مثل پروتئین‌ها تنوع گنج‌کننده‌ای دارند. بسیاری از مهم‌ترین کربوهیدرات‌ها بسیار هستند یعنی مولکول‌های بزرگ که با اتصال زنجیری تعداد زیادی مولکول کوچک‌تر به‌وجود آمده‌اند. دیدیم که پروتئین‌ها نیز بسپارهای

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

تشکیل شده از آمینواسیدها هستند. کربوهیدرات‌ها بسیاری از مولکول‌هایی به نام قندهای ساده، یا به طور دقیق‌تر مونوساکاریدها تشکیل شده‌اند. مونوساکاریدها آلدئیدها یا کتون‌هایی هستند که چند جانشین هیدروکسیل ($-OH$) دارند. فروکتوز با ساختار زیر نمونه‌ای از مونوساکاریدها است.

ده برتر مصرف قند در کشورها

| کشور | کیلوگرم، هر نفر در سال |
|----------------------|------------------------|
| ۱. سوازیلند | ۳۳۰ |
| ۲. بلژ | ۲۸۰ |
| ۳. رژیم اشغالگر قدس | ۲۷۶ |
| ۴. ریونیون | ۲۶ |
| ۵. کاستاریکا | ۲۵۱ |
| ۶. زلاندنو | ۲۴۲ |
| ۷. باربادوس | ۲۳۸ |
| ۸. برزیل | ۲۳۱ |
| ۹. ترینیداد و توباگو | ۲۲۵ |
| ۱۰. مالزی | ۲۲۳ |

فروکتوز قندی است که در عسل و میوه یافت می‌شود. تعداد اتم‌های کربن مونوساکاریدها می‌تواند بسیار متفاوت باشد، و نام آنها براساس تعداد اتم‌های کربنشان و افزودن پیشوند به

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

ریشه‌ی وز ساخته می‌شود. توجه کنید که فروکتوز یک کتون شش کربنی با پنج جانشین OH - است. فروکتوز عضوی از خانواده‌ی هگوز است - پیشوند هگز به معنی شش است. مهمترین مونوساکاریدهای موجود در موجودات زنده پنتوز و هگوز هستند.

هرچند مونوساکاریدها را به عنوان مولکول‌های راست زنجیر نشان داده‌ایم، ولی این‌ها معمولاً در محلول‌های آبی ساختار حلقه‌ای دارند. توجه کنید که پیوند جدید بین اکسیژن یک‌گروه هیدروکسیل و کربن گروه کتون تشکیل می‌شود. فراکتوز در ساختار حلقه‌ای یک حلقه‌ی پنج عضوی شامل یک پیوند C-O-C دارد. گلوکز یک هگوز آلدهیدی است که یک ساختار حلقه‌ای شش عضوی تشکیل می‌دهد.

مبانی زیست شیمی

بسپارهای بزرگ متشکل از تعداد زیادی مونوساکارید پلی ساکارید نامیده می شوند و هنگامی تشکیل می شوند که هر حلقه دو پیوند گلیکوزیدی، بسازد. نشاسته، سلولز، و گلیکوژن سه پلی ساکارید مهم هستند. تمام این مواد بسپارهای گلوکز هستند؛ تفاوت اینها در نحوه‌ی اتصال حلقه‌های گلوکز است.

نشاسته معدن کربوهیدرات گیاهان است. گیاه گلوکز را به صورت نشاسته ذخیره می کند تا بتواند بعداً آن را به عنوان سوخت سلولی به کار برد؛ حیوانات گیاه‌خوار نیز می توانند از گلوکز موجود در نشاسته استفاده کنند.

سلولز، بخش ساختاری اصلی گیاهان چوبی و فیبرهای طبیعی مانند پنبه، نیز یک بسپار گلوکزی است. ولی نحوه‌ی اتصال حلقه‌های گلوکز در سلولز با نحوه‌ی اتصال حلقه‌ها در نشاسته تفاوت دارد. تفاوت اتصال نتایج بسیار مهمی دارد. دستگاه گوارش انسان آنزیم‌هایی دارد که می تواند شکست

مبانی زیست شیمی

پیوندهای گلیکوزیدی بین مولکول‌های گلوکز نشاسته را کاتالیز کند. این آنزیم‌ها بر پیوندهای گلیکوزیدی سلولز تأثیری ندارند، شاید به این خاطر که تفاوت ساختاری نمی‌گذارد طرف فعال آنزیم با کربوهیدرات جفت و جور شود. جالب این که آنزیم‌های لازم برای شکستن پیوندهای گلیکوزیدی سلولز در باکتری‌های موجود در لوله‌ی گوارشی موریانه، گوزن و بسیاری از حیوانات دیگر وجود دارد. این حیوانات برخلاف انسان می‌توانند مواد غذایی موجود در سلولز چوب، کاه، و مواد مشابه دیگر را به کار برند. گلیکوژن منبع اصلی کربوهیدرات حیوانات است. گلیکوژن در اکثر ماهیچه‌ها وجود دارد و در آنجا می‌تواند به واحدهای گلوکزی شکسته شده، انرژی لازم برای فعالیت‌های بدنی را تأمین کند.

اسید:

حیات تنها به این خاطر ممکن شده است که هر سلول وقتی

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/science

تقسیم می‌شود، می‌تواند اطلاعات اساسی راجع به هدف بودنش را به نسل بعدی سلول‌ها انتقال دهد. زمان زیادی است که می‌دانیم این فرآیند توسط کروموزوم‌های موجود در هسته‌ی سلول انجام می‌شود. ولی از ۱۹۵۳ به بعد اساس مولکولی این توانایی سلولی اسرارآمیز معلوم شد. ماده‌ای که اطلاعات ژنتیکی را ذخیره و نمی‌کند بسیاری موسوم به داکسی‌ریبونوکلیئیک اسید (DNA) است، نولکول عظیمی که جرم مولی آن چند بیلیون گرم است. DNA به همراه نوکلئیک اسیدهای مشابهی به نام ریبونوکلیئیک اسید (RNA) اطلاعات مورد نیاز برای سنتز پروتئین‌های مختلف مورد نیاز سلول برای انجام وظایف حیاتی‌اش را حمل می‌کند. مولکول‌های (RNA) که در سیتوپلاسم بیرون هسته‌ی اتم قرار دارند، بسیار کوچکتر از بسپارهای DNA هستند و جرم مولی‌شان تنها ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ گرم است. هم DNA و هم RNA بسپارند آنها با اتصال واحدهای

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/science

متعدد کوچکتر تشکیل می‌شوند. واحد اصلی این بسپارها نوکلئوتید نامیده می‌شود. هر نوکلئوتید سه بخش دارد:

۱- یک باز آلی نیتروژن دار

۲- یک قند پنج کربنی

۳- یک گروه فسفات

در بسپار DNA، قند پنج کربنی داکسی‌ریبوز است؛ ولی در بسپار RNA این قند ریبوز است. این تفاوت مولکول قند نام DNA (داکسی‌ریبونوکلئیک اسید) و RNA (ریبونوکلئیک اسید) را برای آنها به همراه داشته است.

توجه کنید که بعضی از این بازها تنها در DNA، بعضی تنها در RNA، و بعضی در هر دو یافت می‌شوند. برای تشکیل بسپارهای DNA و RNA، نوکلئوتیدها به هم متصل می‌شوند. بسپار DNA می‌تواند تا یک بیلیون نوکلئوتید داشته باشد.

کلید عملکرد DNA در ساختار مارپیچ دوگانه و بارهای

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/science

مکمل دو رشته‌ی آن است. بارهای مکمل با هم پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند. توجه کنید که ساختارهای سینوسین و گوانین آنها را به شریک‌های کاملی برای پیوند هیدروژنی تبدیل می‌کند و به همین خاطر است که این دو همیشه به صورت زوجی در دو رشته‌ی DNA دیده می‌شوند. تیامین و آدنین نیز زوج‌های پیوند هیدروژنی مناسبی تشکیل می‌دهند.

شواهد بسیاری حاکی از این هستند که دو رشته‌ی DNA هنگام تقسیم سلول از هم باز می‌شوند و رشته‌های مکمل جدیدی روی رشته‌های باز شده ایجاد می‌شود. چون بازها روی رشته‌ها همیشه به یک ترتیب جفت می‌شوند - سیتوسین با گوانین و تیامین با آدنین - هر رشته‌ی باز شده به صورت الگویی برای اتصال بارهای مکمل (و بقیه‌ی نوکلئوتید آن) به شمار می‌رود. این فرآیند دو ساختار ماریچ دوگانه‌ی جدید مشابه با ساختار اصلی به دست می‌دهد. هر

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scientificdata/

DNA دو رشته‌ای جدی از یک رشته‌ی DNA قبلی و یک رشته‌ی سنتز شده‌ی جدید تشکیل می‌شود. این همانندسازی DNA است که امکان انتقال اطلاعات ژنتیکی به سلول‌های جدید را فراهم می‌کند.

DNA و سنتز پروتئین:

دومین کار عمده‌ی DNA، بعد از همانندسازی، سنتز پروتئین است. پروتئینی که یک اندام به عنوان غذا مصرف می‌کند معمولاً آن پروتئینی نیست که اندام برای حفظ حیات خود لازم دارد. پروتئین غذا به آمینواسیدهای تشکیل دهنده‌ی پروتئین تقسیم می‌شود؛ سپس این آمینواسیدها برای ساخت پروتئین‌های مورد نیاز اندام به کار می‌روند. اطلاعات مربوط به ساخت پروتئین مورد نیاز یک اندام در DNA آن اندام قرار دارد. بخشی از DNA که ژن نام دارد رمز یک پروتئین خاص را دربر دارد. این رمز ساختار اولیه‌ی پروتئین (رشته‌ی آمینواسیدها) به «دستگاه» سازنده‌ی

مبانی زیست شیمی

www.nature.com/scienceopen/subjects/biochemistry

پروتئین سلول منتقل می‌شود.

DNA اطلاعات ژنتیکی را ذخیره می‌کند و DNA مسئول انتقال این اطلاعات به اجزایی از سلول است که ریبوزوم نامیده می‌شود و سنتز پروتئین در آنها صورت می‌گیرد. در این فرآیند ابتدا یک مولکول RNA خاص موسوم به RNA پیام‌رسان (mRNA) ساخته می‌شود. mRNA در هسته‌ی سلول ساخته می‌شود که در آن بخش خاصی از DNA (یک ژن) به عنوان الگو به کار می‌رود. سپس mRNA از هسته به سیتوپلاسم می‌رود و در آنجا به کمک ریبوزوم پروتئین را سنتز می‌کند.

بخش‌های کوچکی از RNA که مولکول‌های RNA انتقالی (tRNA) نامیده می‌شوند، خود را به آمینواسیدهای خاصی می‌چسبانند و آنها را مطابق الگویی که در mRNA تعبیه شده، به زنجیر پروتئین می‌رسانند.

مبانی زیست شیمی

WWW.FARSIPOUR.COM

لیپید:

لیپیدها دسته‌ای از مواد هستند که برحسب مشخصات انحلال پذیری شان تعریف می‌شوند. آنها مواد نامحلول در آب هستند و می‌توان با حلال‌های آلی، مثل بنزن، از سلول‌ها جدایشان کرد. لیپیدهای بدن اسنان را می‌توان براساس ساختار مولکولی‌شان به چهار دسته تقسیم کرد: چربی‌ها، فسفولیپیدها، موم‌ها، و استروئیدها.

متداول‌ترین چربی‌ها استرهای مرکب از تری‌هیدروکسیل الکل (که گلیسرول نامیده می‌شوند) و کربوکسیل اسیدهای بلند زنجیر (که اسیدهای چرب نامیده می‌شوند) هستند. چربی‌هایی که استرهای گلیسرول هستند تری‌گلیسرید نامیده می‌شوند و ساختار عمومی‌شان به صورت زیر است.

مبانی زیست شیمی

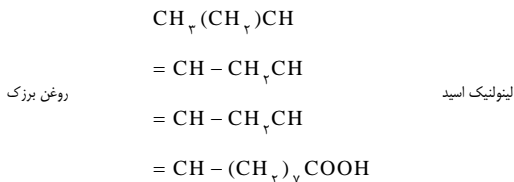
www.konarak.ir

چند اسید چرب متداول و منابع اصلی آنها:

| منبع اصلی | فرمول | نام |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| روغن بادام زمینی | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$ | سیر شده آراشیدیک اسید |
| کره | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$ | بوتیریک اسید |
| کره | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9 - \text{COOH}$ | کاپروئیک اسید |
| روغن نارگیل | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$ | لاریک اسید |
| روغن‌های حیوانی و نباتی | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$ | استئاریک اسید |
| | | سیر نشده |
| روغن ذرت | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 - \text{CH}$ $= \text{CH}(\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$ | اولئیک اسید |
| روغن بزرک | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 - \text{CH}$ $= \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}$ $= \text{CH}(\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$ | لینولئیک اسید |

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com



که در آن سه گروه R می‌توانند یکسان یا متفاوت، و سیر شده یا سیر نشده باشند. روغن‌های نباتی سیر نشده هستند و معمولاً به صورت مایع هستند؛ اکثر روغن‌های حیوانی سیر شده هستند (تنها پیوندهای یگانه‌ی C-C دارند) و در دمای اتاق جامدند.

تری‌گلیسیریدها را می‌توان با محلول آبی سدیم هیدروکسید تجزیه کرد. فرآورده‌های این تجزیه گلیسرول و نمک‌های اسید چرب هستند؛ نمک‌های اسیدهای چرب را صابون می‌نامند. این فرآیند را صابونی شدن می‌نامند.

اکثر چرکی‌های چرب غیر قطبی هستند. برای مثال گریس عمدتاً از هیدروکربن‌های بلند زنجیر تشکیل شده است. ولی

مبانی زیست شیمی

آب که متداول‌ترین حلال است، بسیار قطبی است و نمی‌تواند لکه‌های چربی را حل کند. باید چیزی به آب بیفزاییم که هم با آب قطبی سازگار باشد و هم با چربی غیر قطبی. آنیون‌های اسید چرب برای این کار کاملاً مناسب هستند، زیرا یم دم بلند غیر قطبی و یک سر قطبی دارند.

این یون‌ها می‌توانند در آب پراکنده شوند زیرا تشکیل میسل می‌دهند. در این تجمع آنیون‌های اسید چرب، دم‌های ناسازگار با آب در داخل قرار دارند؛ بخش‌های آنیونی (سرهای قطبی) فه طرف بیرون هستند و با مولکول‌های قطبی آب ترکیب می‌شوند. در یک محلول صابون آنیون‌های اسید چرب به صورت انفرادی پراکنده نیستند، بلکه گروه‌های یونی (میسل) تشکیل می‌دهند.

صابون مولکول‌های چربی را به طرف بخش غیر قطبی، یعنی درون میسل می‌کشد این ترتیب امکان زدودن آنها توسط آب را فراهم می‌کند. پس صابون کاری می‌کند که

مبانی زیست شیمی

چربی ناسازگار با آب بتواند به صورت معلق در آب درآید. به خاطر این توانایی، یعنی کمک به آب در معلق کردن مواد غیر قطبی، به صابون عامل ترکنده، یا فعال در سطح می‌گویند.

یک مشکل عمده این است که آنیون‌های صابون در آب سخت رسوب می‌کنند (آب سخت آبی است که مقدار زیادی یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} دارد). این رسوب‌ها به این خاطر تشکیل می‌شوند که یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} با آنیون‌های صابون مواد جامد نامحلول تشکیل می‌دهند. این رسوب‌ها باعث کدر شدن پارچه می‌شود و به شدت از میزان تمیز کنندگی صابونمی‌کاهد. برای رفع این مشکل صنعت بزرگ صابون‌های مصنوعی، یعنی پودرهای رختشویی، درست شده است. پودرها از این لحاظ که دم‌های دراز غیر قطبی و سرهای یونی دارند به صابون شبیه‌اند. ولی مزیت

مبانی زیست شیمی

این پودرها این است که آنیون‌هایشان با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} جامد نامحلول تشکیل نمی‌دهند.

فسفولیپیدها ساختاری شبیه چربی‌ها دارند، از این لحاظ که استرهای گلیسرول هستند. ولی برخلاف چربی‌ها تنها دو اسید چرب دارند. سومین گروه متصل به گلیسرول یک گروه فسفاتی است که باعث می‌شود فسفولیپید دو بخش مجزا داشته باشد: «دم» دراز غیرقطبی و «سر» قطبی که یک فسفات جانشین است.

موم‌ها دسته‌ی دیگری از لیپیدها هستند. موم‌ها نیز مثل فسفولیپیدها و. چربی‌ها استر هستند، ولی برخلاف آنها به جای گلیسرول مونوهیدروکسیل الکل دارند. برای مثال موم زنبور، ماده‌ای که از غدد موم‌ساز زنبور ترشح می‌کن، اساساً یک مایریسیل پلامینات است.

موم‌ها مواد جامدی هستند که پوشش ضد آب روی برگ و

مبانی زیست شیمی

www.konarak.com

میوه، و پوست و پر پرندگان را تشکیل می‌دهند. مومها ارزش تجاری زیادی نیز دارند. برای مثال روغن وال عمدتاً از موم ستیل پالمیتات تشکیل شده است. این ماده در محصولات زیادی مانند مواد آرایشی و شمع به کار می‌رود، طوری که شکار بی رویه‌ی وال آبی این موجود را تا آستانه‌ی انقراض پیش برده است.

استروئیدها دسته‌ای از لیپیدها هستند که ساختار حلقه‌ای کربن آنها به صورت زیر است.

استروئیدها چهار دسته‌اند: کلسترول، هورمون‌های آدرنوکورتیزوئید، هورمون‌های جنسی، و اسید صفرا.

کلسترول تقریباً در تمام ارگانیسم‌ها یافت می‌شود و ماده‌ی اولیه‌ی تشکیل بسیاری از مولکول‌های مبتنی بر استروئید دیگر، مثل ویتامین D.

کلسترول برای زندگی انسان ضروری است، ولی عامل تشکیل پلاک در دیواره‌ی شریان‌ها به حساب می‌آید

مبانی زیست شیمی

فرآیندی که تصلب شراین نامیده می‌شود) و می‌تواند نهایتاً به گرفتگی شریان منجر شود. این اثر در سرخرگ‌هایی که خون را از قلب به اندام‌های مختلف می‌رساند بسیار مهم محسوب می‌شود. گرفتگی این شریان‌ها به قلب آسیب می‌رساند و با حمله‌ی قلبی منجر به مرگ می‌شود. هورمون‌های آدرنوکورتیزوئید، مثل کورتیسول در غدد آدرنال (فوق کلیه) تولید می‌شوند و کارهای تنظیمی بسیاری را به عهده دارند.