

دانشگاه ساری
په

کنترل متابولیسم

(رشته زیست‌شناسی)

دکتر بهزاد لامع‌راد دکتر رضا حاجی‌حسینی

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و کمک‌درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست مطالب کتاب

هجده	پیشگفتار
۱	فصل ۱. اصول و اهداف متابولیسم
۲	مروری بر متابولیسم
۲	اهداف اصلی متابولیسم
۳	انواع مسیرهای متابولیکی
۴	تبدیل متقابل سوخت‌های متابولیکی
۵	اشکال ذخیره‌ای و انتقالی
۵	ساخت مجدد شکل‌های انتقالی
۶	تبدیل‌های مجاز و غیرمجاز
۷	سازمان‌دهی در متابولیسم
۷	انواع واکنش‌های موجود در سلول
۸	عناصر اصلی برای تجمع مولکول‌های بزرگ
۸	ارتباط مسیرها از طریق شاخه
۹	مسیرهای بیوسنتز و تجزیه
۹	حاملین عمومی در مسیرهای کاتابولیک و آنابولیک
۱۰	مکانیسم‌های تنظیم مسیرهای متابولیک
۱۰	ویژگی متابولیکی اندام‌های اصلی
۱۱	کبد
۱۲	ماهیچه اسکلتی
۱۲	ماهیچه قلبی
۱۲	کلیه
۱۳	مغز و اعصاب
۱۳	بافت چربی
۱۳	گلبول‌های قرمز خون
۱۳	موقعیت اندام‌های سلولی چرخه‌های مهم

۱۷	فصل ۲. تنظیم متابولیسم
۱۸	مروری بر تنظیم متابولیسم
۱۹	آنزیم‌های تنظیمی
۲۰	انواع مکانیسم‌های تنظیمی
۲۰	تنظیم فعالیت آنزیم توسط برهمکنش‌های غیرکوالانی
۲۲	تنظیم آلوستریک
۲۲	منحنی‌های اشباع سوپسترا
۲۴	تعدیل کننده‌های آلوستریک
۲۵	برهمکنش‌های پروتئین - پروتئین
۲۶	تنظیم کوالانی فعالیت آنزیم
۲۷	فسفوریلاسیون و دفسفوریلاسیون
۲۸	پروتئولیز محدود
۲۹	آبشارهای آنزیمی
۲۹	بیان آنزیم
۳۰	آنزیم‌های بیان متغیر
۳۰	تنظیم مقادیر آنزیم
۳۱	هورمون‌ها، گیرنده‌ها و ارتباط بین سلول‌ها
۳۱	هورمون‌ها و عمل آنها در تنظیم متابولیسم
۳۲	گیرنده‌های درون سلولی
۳۳	گیرنده‌های سطح سلولی
۳۵	مسیر انتقال پیام توسط cAMP
۳۵	ساخت و تجزیه cAMP
۳۶	فعال‌سازی پروتئین کیناز A توسط cAMP
۳۷	خانواده پروتئین‌های G
۳۸	تقویت پیام در مسیر cAMP
۳۸	بیماری‌های ناشی از پروتئین‌های G غیرمعمول
۳۹	مسیر انتقال پیام فسفاتیدیل اینوزیتول
۳۹	ساخت دی آسیل گلیسرول (DAG) و اینوزیتول تری فسفات (IP_3)
۴۱	افزایش Ca^{2+} سیتوزولی از طریق IP_3
۴۱	فعال‌سازی پروتئین کیناز C از طریق DAG و Ca^{2+}
۴۱	مسیر انتقال پیام cGMP
۴۲	ساخت cGMP
۴۳	پروتئین کیناز وابسته به cGMP و پروتئین‌های هدف مربوط به آن
۴۵	فصل ۳. مروری بر متابولیسم کربوهیدرات: اهمیت تنظیم مقادیر گلوکز
۴۶	گلوکز: سوخت لازم برای سیستم عصبی مرکزی و گلبول‌های قرمز خون

۴۶	تنظیم مقادیر گلوکز خون از طریق انسولین و گلوکاگون
۴۷	تأثیر انسولین در تنظیم گلوکز خون
۴۸	تأثیر گلوکاگون در تنظیم گلوکز خون
۴۹	نواحی متابولیکی در کبد
۵۰	دیابت ملیتوس: وسیله‌ای برای مطالعه یکپارچگی متابولیسم
۵۰	نتایج متابولیکی نقص انسولین
۵۲	انواع دیابت‌ها
۵۲	تست تحمل انسولین
۵۳	سمیت گلوکز
۵۶	تعیین غلظت گلوکز در مایعات بدن
۵۹	فصل ۴. گلیکولیز: مسیر اصلی تجزیه گلوکز
۶۰	گلیکولیز: تعریف و عملکرد
۶۲	ورود و به دام افتادن گلوکز در سلولی‌ها
۶۴	مراحل گلیکولیز
۶۵	مرحله ۱: مصرف ATP و تبدیل گلوکز به گلیسرآلدهید ۳- فسفات
۶۵	مرحله ۲: تولید ATP و تبدیل گلیسرآلدهید ۳- فسفات به پیرووات
۶۸	گلیکولیز هوازی در مقایسه با گلیکولیز بی‌هوازی
۶۹	تنظیم گلیکولیز
۷۰	تنظیم PFK-1
۷۴	تنظیم پیرووات کیناز
۷۵	تنظیم هگزوکیناز و گلوکوکیناز
۷۵	پیرووات دهیدروژناز: آنزیم رابط بین گلیکولیز و چرخه TCA
۷۶	کمپلکس PDH
۷۸	تنظیم فعالیت PDH
۷۹	سایر کمپلکس‌های چند آنزیمی مشابه PDH
۸۰	سرنوشت سایر متابولیت‌های پیرووات
۸۱	احیای پیرووات به لاکتات
۸۱	ترانس آمیناسیون پیرووات به آلانین
۸۲	کربوکسیلاسیون پیرووات به اگزالواستات
۸۵	فصل ۵. متابولیسم گلیکوژن: ذخیره‌سازی و آزادسازی گلوکز
۸۶	خلاصه
۸۶	ساختار گلیکوژن
۸۸	عملکرد گلیکوژن

۸۸	سنتز گلیکوژن
۸۸	تبدیل گلوکز ۶- فسفات به گلوکز ۱- فسفات
۹۰	تشکیل UDP- گلوکز (گلوکز فعال شده)
۹۱	واکنش های طویل سازی و شاخه دار کردن گلیکوژن
۹۱	اتصال گلوکز به گلیکوژنین
۹۲	تنظیم گلیکوژن سنتاز
۹۴	تجزیه گلیکوژن
۹۴	کوتاه کردن زنجیره های گلیکوژن
۹۵	جدا کردن نقاط انشعاب
۹۶	تنظیم کووالانی گلیکوژن فسفوریلاز
۹۷	تنظیم آلوستریک گلیکوژن فسفوریلاز
۹۸	همزمانی انقباض ماهیچه و تجزیه گلیکوژن
۹۸	تنظیم هماهنگ متابولیسم گلیکوژن
۱۰۱	بیماری های مربوط به ذخیره گلیکوژن

۱۰۳	فصل ۶. گلوکونئوژنز: ساخت مجدد گلوکز و نقش آن در مهار هیپوگلیسمی
۱۰۴	اهمیت فیزیولوژیکی گلوکونئوژنز
۱۰۴	مروری بر گلوکونئوژنز
۱۰۴	اهمیت مهار هیپوگلیسمی
۱۰۶	گلوکونئوژنز
۱۰۶	بافت های تولید کننده گلوکز
۱۰۶	اندامک هایی که در آنها آنزیم های گلوکونئوژنز وجود دارند
۱۰۷	انتقال اگزالواستات به سیتوزول از طریق شاتل ملات
۱۰۷	بررسی مسیر گلوکونئوژنز از لحاظ انرژی
۱۰۸	تحریک گلوکونئوژنز با اکسیداسیون اسید چرب
۱۰۹	پیش سازهای گلوکونئوژنز
۱۰۹	تأمین گلیسرول توسط بافت چربی
۱۱۰	تأمین لاکتات توسط گلبول های قرمز خون و ماهیچه
۱۱۱	تأمین لاکتات توسط ماهیچه
۱۱۲	تأمین آمینو اسیدهای گلوکزینیک دیگر توسط ماهیچه
۱۱۴	آنزیم ها و واکنش های منحصر به فرد گلوکونئوژنز
۱۱۴	پیروات کربوکسیلاز
۱۱۵	فسفو انول پیروات کربوکسی کیناز (PEPCK)
۱۱۶	فروکتوز- بیس فسفاتاز- ۱ (FBPase-1)
۱۱۶	گلوکز- ۶- فسفاتاز (G6Pase)
۱۱۸	هماهنگی بین مسیرهای گلوکونئوژنز و گلیکولیز

۱۱۹	اثرات آلوستریک
۱۱۹	اثرات هورمونی کوتاه مدت
۱۲۰	القا و مهار ساخت آنزیم
۱۲۳	فصل ۷. مسیر پنتوز فسفات: تولید NADPH و پنتوزها
۱۲۴	عملکردها
۱۲۵	ویژگی ها
۱۲۵	تنظیم
۱۲۶	آنزیم های کلیدی تولید NADPH
۱۲۷	آنزیم های کلیدی برای بازیابی پنتوزهای اضافی
۱۲۹	نقش NADPH در گلبول قرمز خون
۱۲۹	تولید سوپر اکسید در گلبول قرمز خون
۱۳۰	سم زدایی آنیون سوپر اکسید و پراکسید هیدروژن
۱۳۲	نقص در G6PD و بیماری کم خونی
۱۳۲	احیای مت هموگلوبین به هموگلوبین
۱۳۳	نقش NADPH در سلول های فاگوسیت
۱۳۷	فصل ۸. تبدیل متقابل منوساکاریدها: گالاکتوز، فروکتوز، گلوکوز و قندهای آمینی
۱۳۸	خلاصه
۱۳۸	متابولیسم گالاکتوز
۱۳۸	آنزیم های کلیدی جذب گالاکتوز
۱۴۰	گالاکتوزمی (Galactosemia)
۱۴۱	ساخت لاکتوز
۱۴۲	متابولیسم فروکتوز
۱۴۳	آنزیم های کلیدی
۱۴۴	اثر تقویتی فروکتوز بر متابولیسم گلوکز
۱۴۴	سمیت فروکتوز
۱۴۵	اختلالات در متابولیسم فروکتوز
۱۴۶	نیاز اسپرم به فروکتوز
۱۴۷	متابولیسم گلوکوزونیک اسید
۱۴۸	ساخت گلوکوزونیک اسید
۱۴۸	موارد استفاده از گلوکوزونیک اسید
۱۴۹	قندهای آمینی و پیش سازهای آنها
۱۵۱	فصل ۹. گلیکوپروتئین ها و پروتئوگلیکان ها
۱۵۲	خلاصه

۱۵۲	گلیکوپروتئین‌ها
۱۵۳	نحوه اتصال کربوهیدرات به پروتئین
۱۵۴	ساخت الیگوساکاریدها با اتصال-N
۱۵۶	ساخت الیگوساکاریدها با اتصال-O
۱۵۷	آنتی‌ژن‌های گروه خونی
۱۵۷	ساختار گروه‌های خونی ABO
۱۵۸	ارتباط بین گروه‌های خونی، آنزیم‌ها و آنتی‌بادی‌ها
۱۵۸	پروتئوگلیکان‌ها و گلیکوز آمینو گلیکان‌ها
۱۶۰	طبقه‌بندی گلیکوز آمینو گلیکان‌ها
۱۶۲	ساخت پروتئوگلیکان‌ها
۱۶۳	تجزیه پروتئوگلیکان‌ها
۱۶۷	فصل ۱۰. ارتباط بین مسیرهای متابولیکی
۱۶۸	مقدمه
۱۶۸	نقاط انشعابی که موجب ارتباط بین مسیرهای متابولیسم کربوهیدرات‌ها می‌شوند
۱۶۸	گلوکز-۶- فسفات (G6P)
۱۷۱	پیروات
۱۷۲	تریوز فسفات‌ها
۱۷۳	نقاط انشعابی که متابولیسم کربوهیدرات را به لیپید ربط می‌دهند
۱۷۳	استیل کوآنزیم A
۱۷۴	سیترات
۱۷۴	گلیسرول-۳- فسفات
۱۷۴	اگزالواستات
۱۷۵	پیام‌های هورمونی متابولیسم کربوهیدرات، لیپید، و پروتئین را ادغام می‌کنند
۱۷۵	انسولین
۱۷۷	گلوکاگون
۱۷۷	کاتکول آمین‌ها
۱۷۹	فصل ۱۱. انتقال لیپید: ساختار، عملکرد و متابولیسم لیپوپروتئین
۱۸۰	لیپوپروتئین‌های پلاسما
۱۸۰	طبقه‌بندی لیپوپروتئین‌ها
۱۸۱	جداسازی لیپوپروتئین‌ها
۱۸۲	عملکرد آپو پروتئین‌ها
۱۸۵	منبع و عمل لیپوپروتئین‌ها
۱۸۵	ناهمگنی لیپوپروتئین‌ها

۱۸۶	متابولیسم لیپوپروتئین‌ها
۱۸۶	متابولیسم شیلومیکرون‌ها
۱۸۸	متابولیسم لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL)
۱۹۰	متابولیسم لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)
۱۹۶	متابولیسم لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)
۱۹۶	HDL ها و تبادل آپو پروتئین
۱۹۶	HDL و انتقال معکوس کلسترول
۲۰۰	ناهمگنی HDL
۲۰۱	فصل ۱۲. متابولیسم اسیدهای چرب
۲۰۲	خلاصه‌ای از متابولیسم اسید چرب
۲۰۲	ساخت و ذخیره از طریق انسولین انجام می‌شود
۲۰۳	گلوکاگون و اپی نفرین موجب به حرکت درآوردن و اکسیداسیون می‌شوند
۲۰۵	انتقال توسط آلبومین
۲۰۶	ساخت اسیدهای چرب
۲۰۶	سوبستراهای لازم برای ساخت اسیدهای چرب
۲۱۰	کمپلکس اسید چرب سنتتاز (fatty acid synthase complex)
۲۱۲	تغییر اسید پالمیتیک
۲۱۳	تنظیم ساخت اسید چرب
۲۱۵	ذخیره‌سازی و به حرکت درآوردن اسید چرب
۲۱۵	سلول‌های چربی
۲۱۵	بازگردش تری گلیسرید در سلول‌های چربی
۲۱۷	اکسیداسیون اسید چرب
۲۱۷	شاتل کارنی تین
۲۱۸	واکنش‌های اصلی β -اکسیداسیون
۲۲۱	اکسیداسیون اسیدهای چرب از لحاظ انرژی
۲۲۴	اکسیداسیون اسید چرب در پراکسی زوم
۲۲۵	متابولیسم اجسام کتون
۲۲۵	ساخت اجسام کتون توسط کبد
۲۲۶	مصرف اجسام کتون توسط بافت‌های غیرکبدی
۲۲۹	فصل ۱۳. متابولیسم کلسترول و استرول
۲۳۰	متابولیسم کلسترول
۲۳۱	نقش اصلی کبد در توازن کلسترول
۲۳۱	هضم، جذب و دفع کلسترول
۲۳۲	ساخت مجدد کلسترول

۲۳۷	تنظیم ساخت کلسترول
۲۳۹	متابولیسم استر کلسترول
۲۴۰	تجزیه کلسترول
۲۴۱	اسیدها و نمک‌های صفراوی
۲۴۱	اسیدهای صفراوی اصلی
۲۴۱	شکل‌های کانژوگه شده اسیدهای صفراوی
۲۴۱	ساخت نمک‌های صفراوی
۲۴۳	تشکیل اسیدهای صفراوی ثانویه در روده
۲۴۴	بازیابی اسیدهای صفراوی
۲۴۵	هورمون‌های استروئیدی
۲۴۵	هورمون‌های استروئیدی غده فوق کلیوی
۲۴۷	هورمون‌های جنسی

۲۴۹	فصل ۱۴. لیپیدهای مرکب: فسفولیپیدها، اسفنگولیپیدها و ایکوزانوییدها
۲۵۰	متابولیسم فسفولیپید
۲۵۰	ساختار، طبقه‌بندی و عملکرد فسفولیپیدها
۲۵۱	فسفولیپیدهای اصلی
۲۵۲	فسفولیپیدهای فرعی
۲۵۵	ساخت فسفولیپیدها
۲۵۶	تبدیل متقابل فسفولیپیدها
۲۵۷	منبع اسکلتی گلیسرول در فسفولیپیدها
۲۵۸	تجزیه فسفولیپیدها
۲۵۸	متابولیسم اسفنگولیپید و گلیکولیپید
۲۵۹	خصوصیات ساختاری مشترک اسفنگولیپیدها و گلیکولیپیدها
۲۶۰	طبقه‌بندی اسفنگولیپیدها
۲۶۲	اسفنگولیپیدها
۲۶۲	متابولیسم ایکوزانوییدها
۲۶۴	اسیدهای چرب ضروری
۲۶۴	ایکوزانوییدهای حلقوی: پروستاگلاندین‌ها و ترومبوکسان‌ها
۲۶۵	نام‌گذاری
۲۶۷	عملکردهای پروستاگلاندین‌ها و ترومبوکسان‌ها
۲۶۷	ایکوزانوییدهای خطی: لکوترین‌ها
۲۶۸	نام‌گذاری
۲۶۸	عملکردهای لکوترین‌ها
۲۶۹	ساخت ایکوزانوییدها
۲۷۱	مهار در ساخت ایکوزانوییدها

۲۷۳	فصل ۱۵. مسیرهای متابولیسم لیپید: تنظیم و هماهنگی
۲۷۳	جمع‌بندی مسیرهای متابولیسم لیپید
۲۷۴	مسیرهای سنتتیک
۲۷۷	مسیرهای اکسیداسیون لیپید
۲۸۰	تنظیم هورمونی و هماهنگی متابولیسم لیپید
۲۸۰	آزادسازی اسیدهای چرب از ذخایر تری گلیسریدی
۲۸۰	ورود اسیدهای چرب به بافت‌ها
۲۸۰	ساخت اسید چرب
۲۸۱	اکسیداسیون اسید چرب
۲۸۱	ساخت کلستریل
۲۸۲	ساخت و اکسیداسیون اجسام کتون
۲۸۳	فصل ۱۶. مقدمه‌ای بر متابولیسم آمینو اسیدها: هضم و جذب پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی
۲۸۴	خلاصه‌ای از متابولیسم نیتروژن
۲۸۴	نوسازی پروتئین
۲۸۵	آمینو اسیدهای ضروری
۲۸۵	تعادل نیتروژن و نیاز بدن به پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی
۲۸۶	تعادل مثبت نیتروژن
۲۸۶	تعادل منفی نیتروژن
۲۸۷	نیاز بدن به پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی
۲۸۷	ارزش زیستی پروتئین
۲۸۷	اثر مصرف کالری بر نیاز بدن به پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی
۲۸۸	مشکلاتی که در اثر کمبود پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی به وجود خواهد آمد
۲۸۸	تحلیل جسمانی
۲۸۸	دیستروپی تغذیه‌ای
۲۸۹	هضم پروتئین‌های موجود در رژیم غذایی
۲۸۹	هضم پروتئین‌ها در معده
۲۹۱	هضم پروتئین‌ها در داخل روده باریک
۲۹۲	ویژگی پروتئین‌های لوزالمعده
۲۹۳	آمینو پپتیدازها و دی پپتیدازهای روده‌ای
۲۹۳	جذب آمینو اسیدها از روده
۲۹۴	سیستم‌های اصلی انتقال آمینو اسیدها
۲۹۵	فصل ۱۷. کاتابولیسم آمینو اسیدها: دفع نیتروژن و اسکلت‌های کربنی
۲۹۶	خلاصه‌ای از کاتابولیسم آمینو اسیدها

۲۹۶	ارتباطات بین اندامی
۲۹۹	کوآنزیم‌های اصلی مورد نیاز برای متابولیسم آمینو اسیدها
۳۰۰	دفع گروه‌های آمینی
۳۰۱	واکنش‌های ترانس آمیناسیون
۳۰۱	استراتژی و ویژگی واکنش‌های ترانس آمیناسیون
۳۰۲	برگشت‌پذیری
۳۰۲	واکنش‌های دآمیناسیون
۳۰۳	سم‌زدایی آمونیاک توسط کبد
۳۰۶	مسیر ساخت اوره
۳۰۶	استوکیومتری
۳۰۹	انتقال نیتروژن آمینو اسیدها به اوره
۳۰۹	تنظیم چرخه اوره
۳۱۰	نقص ژنتیکی چرخه اوره
۳۱۱	دفع کربن‌های آمینو اسیدها
۳۱۱	آمینو اسیدهای کتوژنیک
۳۱۲	آمینو اسیدهای کتوژنیک و گلوکوژنیک
۳۱۲	آمینو اسیدهای گلوکوژنیک
۳۱۲	متابولیسم آمینو اسیدهای شاخه‌دار
۳۱۳	مسیرهای تجزیه BCAA
۳۱۵	جذب پروپیونیل کوآنزیم A به چرخه TCA
۳۱۷	انتقال نیتروژن آمینی از BCAA ها به اوره

۳۱۹	فصل ۱۸. متابولیسم ترکیبات تک کربنه و ساخت آمینو اسیدهای غیرضروری
۳۲۰	حاملین قطعات تک کربنه در متابولیسم
۳۲۰	بیوتین
۳۲۱	S-ادنوزیل متیونین (SAM)
۳۲۴	استراتژی‌های لازم برای ساخت آمینو اسیدهای غیرضروری
۳۲۴	ترانس آمیناسیون α -کتو اسیدها
۳۲۶	آمیداسیون گلوتامات و آسپاراتات
۳۲۷	ساخت سیستئین
۳۲۸	تبدیل متیونین به همو سیستئین
۳۲۸	تبدیل همو سیستئین به سیستئین
۳۲۹	بازیابی همو سیستئین به متیونین
۳۳۰	ناهنجاری در متابولیسم همو سیستئین
۳۳۱	ساخت تیروزین
۳۳۱	کمپلکس فنیل آلانین هیدروکسیلاز

۳۳۲	فنیل کتونوری (phenylketonuria) PKU
۳۳۳	ساخت بین اندامی آرژنین
۳۳۵	فصل ۱۹. محصولات تخصصی که از آمینو اسیدها حاصل می‌شوند
۳۳۶	آمینو اسیدها: پیش‌سازهای نوروترانسمیترها و هورمون‌ها
۳۳۸	کاتکول آمین‌ها
۳۴۱	سرتونین و ملاتونین
۳۴۲	هیستامین
۳۴۴	γ -آمینو بوتیریک اسید
۳۴۵	تیروزین متصل به پروتئین: پیش‌ساز هورمون‌های تیروئیدی
۳۴۵	برداشت و اکسیداسیون یدید
۳۴۵	یدیده شدن تیروزین
۳۴۵	اتصالات عرضی باقی‌مانده‌های تیروزین یددار شده
۳۴۶	آزادسازی T_3 و T_4 از تیروگلوبولین
۳۴۷	اثرات فیزیولوژیکی T_3 و T_4
۳۴۷	متابولیسم پورفیرین و هم (heme)
۳۴۸	مراحل کلیدی در ساخت هم (heme)
۳۵۱	تجزیه هم (heme)
۳۵۴	ناهنجاری‌های حاصل از متابولیسم هم
۳۵۴	محصولات تخصصی دیگر مشتق شده از آمینو اسیدها
۳۵۴	ملانین
۳۵۴	کراتین
۳۵۶	گلو تاتیون
۳۵۷	نیتریک اکسید
۳۶۱	فصل ۲۰. متابولیسم نوکلئوتید
۳۶۲	مقدمه
۳۶۲	ساختار نوکلئوزیدها و نوکلئوتیدها
۳۶۵	ساخت ریبونوکلئوتیدهای پورین
۳۶۶	ساخت اینوزین منو فسفات (IMP)
۳۶۹	ساخت ریبو نوکلئوتیدهای ادنین و گوانین از IMP
۳۷۰	تنظیم ساخت نوکلئوتید پورین
۳۷۲	ساخت ریبونوکلئوتیدهای پیریمیدین
۳۷۲	ساخت UMP
۳۷۴	ساخت UTP و CTP
۳۷۵	تنظیم ساخت نوکلئوتید پیریمیدین
۳۷۷	تشکیل داکسی ریبو نوکلئوتیدها

۳۷۷	تولید باقی مانده های داکسی ریبوز
۳۷۸	تنظیم ریبو نوکلئوتید ردوکتاز
۳۷۹	ساخت تیمیدلات
۳۷۹	تیمیدیلالات سنتاز و دی هیدرو فولات ردوکتاز
۳۷۹	عوامل ضد تومور که مانع ساخت dTMP می شوند
۳۸۱	تجزیه نوکلئوتیدها
۳۸۱	کاتابولیسم پورین ها
۳۸۳	کاتابولیسم پیریمیدین ها
۴۱۵	فهرست منابع
۳۸۵	پیوست ها

پیشگفتار

بیوشیمی بررسی اساس مولکولی حیات است. در طول تاریخ، یک فرد محقق در بیوشیمی به دنبال اساس شیمیایی و فیزیکی فرآیندهای انجام شده در موجود زنده است. موفقیت‌های به دست آمده حاکی از پیشرفت اطلاعات بی‌شمار در این علم است، هر چند که راه زیادی باقی است. اطلاعات ژنتیکی به دست آمده از موجودات مختلف موجب شد که در مورد بسیاری از بیماری‌ها و نقش پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و غیره در فرآیندهای بیوشیمیایی مشخص شوند. با توجه به این که این اطلاعات برای علوم مختلف بسیار زیاد است، نقش آموزش پیچیده‌تر می‌شود و نحوه ارائه و آموزش هر یک از علوم اهمیت می‌یابد. جمع‌آوری اطلاعات و نحوه ارائه آن به دانشجویان مشتاق علم می‌تواند کمک شایانی به پیشرفت علم نماید.

با رشد روزافزون علم بیوشیمی، این علم نیز مانند سایر علوم، ویژگی خاص خود را پیدا کرد و کتاب‌های آن نیز اختصاصی شدند. این کتاب به قسمت کوچکی از علم بیوشیمی اختصاص یافته و در مورد کنترل متابولیسم بحث می‌کند. کنترل متابولیسم موجود زنده آنقدر پیچیده است که ارائه این بحث با بیان ساده از اهداف اصلی نویسندگان این کتاب بوده و امیدواریم در این کار موفق شده باشیم. نشان دادن شکل‌ها به صورت ساده‌ترین نحوه ارائه آنها موضوع مهمی است که در تمام کتاب در نظر گرفته شد. دومین موضوعی که مورد توجه قرار گرفت، علاقه‌مندی دانشجویان و نقش کنترل هر یک از مسیرها و چرخه‌های متابولیسمی در موجودات زنده است. در این مسیر نیز

به علت پیچیدگی و اختلاف بین موجودات مختلف بیشتر به سمت کنترل متابولیسم در انسان مورد توجه قرار گرفت.

این کتاب برای دانشجویان رشته‌های مختلف مثل بیوشیمی، سلولی مولکولی، ژنتیک، بیوفیزیک، بیوتکنولوژی، میکروبیولوژی و تمام رشته‌های مربوط به پزشکی قابل استفاده است.

در خاتمه از تمام دانش‌پژوهان و علاقه‌مندان به علم بیوشیمی تقاضا داریم که مؤلفین این کتاب را در رفع نواقص این اثر و ارتقا سطح کیفی آن یاری نمایند و از اظهار نقطه‌نظرهای خود دریغ نکنند.

بهزاد لامع راد رضا حاجی حسینی

فصل ۱

اصول و اهداف متابولیسم

فهرست مطالب فصل ۱

- مروری بر متابولیسم
- اهداف اصلی متابولیسم
- انواع مسیرهای متابولیکی
- تبدیل متقابل سوخت‌های متابولیکی
- اشکال ذخیره‌ای و انتقالی
- ساخت مجدد شکل‌های انتقالی
- تبدیل‌های مجاز و غیرمجاز

سازماندهی در متابولیسم

- انواع واکنش‌های موجود در سلول
- عناصر اصلی برای تجمع مولکول‌های بزرگ
- ارتباط مسیرها از طریق شاخه
- مسیرهای بیوستتز و تجزیه
- حاملین عمومی در مسیرهای کاتابولیک و آنابولیک
- مکانیسم‌های تنظیم مسیرهای متابولیک

ویژگی متابولیکی اندام‌های اصلی

- کبد
- ماهیچه اسکلتی
- کلیه
- مغز و اعصاب
- بافت چربی
- گلبول‌های قرمز خون
- موقعیت اندام‌های سلولی چرخه‌های مهم

مروری بر متابولیسم

متابولیسم کلمه یونانی به معنای تغییر است و به مجموعه‌ای از تمام واکنش‌های شیمیایی گفته می‌شود که در سلول‌های زنده رخ می‌دهند. با وجود اینکه چندین هزار واکنش متفاوت کاتالیزوری به‌طور همزمان در محیط داخلی و خارجی سلول انجام می‌شوند، ولی شرایط محیطی هر دو به‌طور قابل توجهی ثابت باقی می‌ماند. واکنش‌ها طی جریان‌ها یا مسیرهای کارآمد خاصی، سازمان‌یابی می‌شوند و در آن محل محصول یک واکنش، سوبسترای واکنش بعدی می‌شود. هر ترکیبی که جزئی از مسیر باشد متابولیت گویند.

سؤال: با توجه به آنچه که در بالا گفته شد، تعریف متابولیسم چیست؟
پاسخ: متابولیسم یا فرایندهای متابولیکی، واکنش‌های شیمیایی انجام شده در سلول زنده که به‌وسیله آنزیم‌های مختلف کاتالیز می‌شوند را متابولیسم گویند (در اصطلاح عادی سوخت‌وساز سلولی نامیده می‌شود).

اهداف اصلی متابولیسم

همه مسیرهای متابولیکی موجود در سلول‌ها حول دو هدف بزرگ سازمان‌دهی می‌شوند که برای بقا و تکثیر سلول ضروری هستند. اولین هدف، آزاد کردن انرژی (ادنوزین تری فسفات یا ATP) و عوامل احیا کننده مثل NADPH (نیکوتین آمید ادنین دی نوکلئوتید فسفات احیا شده) از مواد غذایی است که می‌توانند برای ساخت

۳ اصول و اهداف متابولیسم

مولکول‌های پیچیده استفاده شوند. دومین هدف متابولیسم، تأمین مجموعه کوچکی از پیش‌سازها است که می‌توانند به گروه‌های مختلفی از مولکول‌های بزرگ‌تر مثل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، پلی‌ساکاریدها و فسفولیپازها تبدیل شوند.

انواع مسیرهای متابولیکی

مسیرهای متابولیکی موجود در سلول‌ها می‌توانند به سه بخش اصلی تقسیم شوند. این سه بخش عبارتند از کاتابولیسم، آنابولیسم و آمفی بولیسم.

مسیرهای کاتابولیکی

در مسیرهای کاتابولیکی با شکستن پیوندهای شیمیایی، مولکول‌های مرکب بزرگ به ترکیبات کوچک‌تری تبدیل می‌شوند. این مسیرها شامل فرآیندهای اکسیداتیو و رهاسازی انرژی است که به شکل ATP، شکل‌های احیا شده نیکوتین آمید ادنین دی نوکلئوتیدها (NADH و NADPH) ذخیره می‌شوند. گلیکولیز و اکسیداسیون اسیدهای چرب مثال‌هایی از مسیرهای کاتابولیکی هستند.

مسیرهای آنابولیکی

مسیرهای آنابولیکی تولید مولکول‌های بزرگ از مولکول‌های کوچک‌تر با تشکیل پیوندهای شیمیایی است. مسیرهای سنتتیک، فرآیندهای کاهشی هستند که به انرژی و ترکیبات احیا کننده نیاز دارند. گلوکونئوژنز و ساخت اسیدهای چرب مثال‌هایی از مسیرهای آنابولیکی هستند.

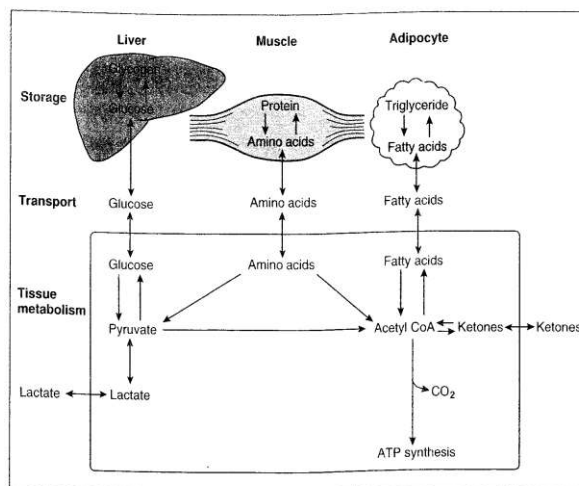
مسیرهای آمفی بولیک

مسیرهای آمفی بولیک، هم به صورت مسیرهای کاتابولیکی و هم به صورت آنابولیکی عمل می‌کنند. چرخه اسید تری کربوکسیلیک (TCA) مثالی است که در آن استیل کوآنزیم A (acetyl CoA) به دی اکسید کربن (CO_2) و آب اکسید می‌شود و همچنین ترکیبات حد واسط متعددی را دربر می‌گیرد که به عنوان سوبسترا برای مسیرهای سنتتیک عمل می‌کنند.

سؤال: فرایندهای متابولیکی انرژی‌زا (exergonic) و انرژی‌خواه (endergonic) جزء کدام یک از مسیرهای فوق هستند؟
 پاسخ: فرایندهای متابولیکی انرژی‌زا جزء مسیرهای کاتابولیسم و انرژی‌خواه جزء مسیرهای آنابولیسم هستند.

تبدیل متقابل سوخت‌های متابولیکی

هر رژیم غذایی به شکل خاصی سوخت بدن را تأمین می‌کند. مثلاً به شکل ذخیره‌ای، به شکل انتقالی یا چرخشی و بالاخره به شکل ترکیبات حد واسط سلولی که تمام آنها متمرکز شده و به صورت استیل کوآنزیم A درمی‌آیند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. تبدیل متقابل سوخت‌های متابولیکی. هر مرحله متابولیکی (شکل ذخیره‌ای، شکل انتقالی و متابولیت‌های بافتی با وزن مولکولی پایین) سوخت ویژه‌ای ایجاد می‌کند. پیکان‌ها (فلش‌ها) تبدیل متقابل را نشان می‌دهند. پیکان‌های دوطرفه، واکنش‌های برگشت‌پذیر و پیکان‌های یک‌طرفه واکنش‌ها یا مسیرهای برگشت‌ناپذیر را نشان می‌دهند.

سؤال: کدام یک از ترکیبات زیر محصول آنابولیسم است؟

الف) ATP

ب) NADH