



آنزیم شناسی

تألیف:

دکتر امیر آراسته

استادیار بیوشیمی و عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۱۳۹۹

سرشناسه	: آراسته، امیر، ۱۳۵۸ .
عنوان و نام پدیدآور	: آنزیم‌شناسی/تالیف امیر آراسته.
مشخصات نشر	: رشت: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۳۰۲ص.: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۱/۵×۱۴/۵اس.م.
شابک	: 978-964-10-6185-4، ۵۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۹۸.
موضوع	: آنزیم‌شناسی
موضوع	: Enzymology
موضوع	: آنزیم‌ها - سینتیک
موضوع	: Enzyme kinetics
موضوع	: آنزیم‌ها - تجزیه و آزمایش
موضوع	: Enzymatic analysis
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. واحد رشت
شناسه افزوده	: Islamic Azad university. Rasht branch
رده بندی کنگره	: (۲۶۱)
رده بندی دیویی	: ۵۴/۱۰۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۱۷۰۳

➤ عنوان کتاب	آنزیم‌شناسی
➤ تألیف	امیر آراسته
➤ نوبت چاپ	اول ۱۳۹۹
➤ ویراستار ادبی	دکتر اکرم رحمانی
➤ ویراستار علمی	دکتر مراد ریبه
➤ شمارگان	۱۰۰۰ نسخه
➤ قطع کتاب	وزیری
➤ ناشر	دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
➤ لیتوگرافی، چاپ و صحافی	مرکز رسانه و نشر علمی دانشگاه آزاد اسلامی
➤ حروفچینی و صفحه‌آرایی	هنر و اندیشه
➤ شماره شابک	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۶۱۸۵-۴
➤ قیمت کتاب	۵۵۰۰۰ تومان
➤ ارتباط الکترونیکی	arasteh@iaurasht.ac.ir

(کلیه حقوق برای ناشر و مؤلف محفوظ است)

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
---------------	---

فصل اول: مقدمه‌ای بر آنزیم‌ها

آنزیم‌ها چه هستند؟.....	۱۱
تاریخچه مختصر آنزیم‌ها.....	۱۱
نام‌گذاری طبقه‌بندی آنزیم‌ها.....	۱۲
۱- سنت طبقه‌بندی چیست؟.....	۱۲
۲- سیستم کمیته آنزیمی (E C) در طبقه‌بندی.....	۱۳
۳- توصیه‌های کمیته آنزیمی در نام‌گذاری.....	۱۳
۴- شش دسته اصلی آنزیم‌ها.....	۱۴

فصل دوم: ساختار و ویژگی‌های پروتئین‌ها

مقدمه.....	۱۹
اسیدهای آمینه.....	۲۰
مبنای ساختاری پروتئین.....	۲۱
۱- سطوح ساختاری پروتئین.....	۲۱
۲- پیوندهای مؤثر در تشکیل و حفظ ساختار پروتئین.....	۲۲
بررسی ساختار پروتئین‌ها در محلول.....	۲۴
ویژگی‌های پروتئین‌ها.....	۲۵
۱- ویژگی‌های شیمیایی پروتئین‌ها.....	۲۵
۲- ویژگی اسید - باز در پروتئین‌ها.....	۲۶
۳- حلالیت پروتئین‌های کروی.....	۲۸

فصل سوم: عمل‌کرد اختصاصی آنزیم‌ها

انواع عمل‌کرد اختصاصی.....	۳۳
جایگاه فعال.....	۳۴
فرضیه قفل و کلید فیشر.....	۳۶
فرضیه جورشدن القایی.....	۳۶
فرضیه کششی و پایدارسازی حالت‌گذار.....	۳۸
نظرات دیگر در مورد عمل‌کرد اختصاصی آنزیم‌ها.....	۳۹

فصل چهارم: آنزیم‌های مونومری و الیگومری

آنزیم‌های مونومری	۴۱
سرین پروتئازها	۴۱
سایر آنزیم‌های مونومری	۴۳
آنزیم‌های الیگومری	۴۴
لاکتات دهیدروژناز	۴۴
لاکتوز سنتاز	۴۵
تریپتوفان سنتاز	۴۶
پیررات بیدروژناز	۴۶

فصل پنجم: مقدمه‌ای بر سینتیک و کاتالیز

فاکتورهای مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی	۴۹
۱- نظریه‌ی تصادم	۴۹
۲- انرژی فعال‌سازی و نظریه‌ی حالت گذار	۴۹
۳- کاتالیز	۵۱
سینتیک واکنش‌های شیمیایی کاتالیز شده	۵۲
۱- قانون اثر جرم و درجه واکنش (مرتبه واکنش)	۵۲
۲- مورد استفاده سرعت اولیه	۵۳
سینتیک واکنش‌های کاتالیز شده با آنزیم	۵۴
روش‌های بررسی سینتیکی واکنش‌های آنزیمی	۵۶
۱- تعیین سرعت اولیه	۵۶
۲- تکنیک‌های واکنش سریع	۵۸
ماهیت کاتالیز آنزیمی	۵۹

فصل ششم: سینتیک واکنش‌های آنزیمی تک سوبسترا

ارتباط بین سرعت اولیه و غلظت سوبسترا	۶۱
معادلات هنری و میکائلیس-منتن	۶۱
تغییر معادله میکائلیس-منتن توسط بربجز و هالدان	۶۳
اهمیت معادله میکائلیس-منتن	۶۵
نمودار لاین و پور-برک	۶۶
نمودارهای ایدی-هافستی و هانس	۶۷

۶۸.....	معادله آیزنتال - کورنیش - بودن
۶۹.....	رابطه هالدان برای واکنش های برگشت پذیر (دوطرفه)
۷۱.....	سینتیک واکنش سریع
۷۵.....	سینتیک سستی
۷۷.....	روش کینگ و آلتمن

فصل هفتم: مهار آنزیمی

۸۱.....	مقدمه
۸۱.....	مهار برگشت پذیر
۸۱.....	۱- مهار رقابتی
۸۸.....	۲- مهار غیر رقابتی
۹۱.....	۳- مهار نارقابتی
۹۴.....	۴- مهار مخلوط
۹۸.....	۵- مهار جزئی
۹۹.....	۶- مهار سوبسترای
۱۰۱.....	۷- مهار آلوستریک
۱۰۲.....	مهار برگشت ناپذیر

فصل هشتم: سینتیک واکنش های آنزیمی بند سوبسترای

۱۰۵.....	مثال هایی از مکانیزم های احتمالی
۱۰۵.....	مکانیزم پینگ پونگی
۱۰۶.....	مکانیزم ترتیب تصادفی
۱۰۷.....	مکانیزم ترتیب اجباری
۱۰۷.....	سینتیک حالت ایستا
۱۰۷.....	۱- معادله سرعت عمومی آلبرتی
۱۰۸.....	۲- نمودار مکانیزم هایی که از معادله سرعت عمومی آلبرتی تبعیت می کنند
۱۱۰.....	۳- معادله سرعت عمومی دالزیل
۱۱۱.....	۴- ثابت های سرعت و ثابت های آلبرتی و دالزیل
۱۱۳.....	بررسی مکانیزم واکنش با روش های حالت ایستا
۱۱۳.....	۱- استفاده از نمودارهای اولیه
۱۱۵.....	۲- استفاده از مهارکننده هایی که با سوبسترا در اتصال به جایگاه اتصال روی آنزیم رقابت می کنند

- ۱۲۱ بررسی مکانیزم واکنش با روش هایی غیر از حالت ایستا
- ۱۲۱ ۱- تعویض ایزوتوپ در حالت تعادل
- ۱۲۳ ۲- مطالعات واکنش سریع

فصل نهم: بررسی ساختار جایگاه فعال آنزیم

- ۱۲۵ شناسایی جایگاه اتصال و جایگاه کاتالیزی
- ۱۲۵ ۱- به دام اندازی کمپلکس آنزیم-سوبسترا
- ۱۲۶ ۲- استفاده از آنالوگ های سوبسترای
- ۱۲۸ ۳- تغییر آنزیم با روش های شیمیایی که روی زنجیره ی جانبی اسیدهای آمینه مؤثرند
- ۱۳۳ ۴- حیر آنزیمی به وسیله تیمار با پروتئازها
- ۱۳۴ ۵- تاثیر آنزیم با ایجاد وتاسیون در محل
- ۱۳۴ ۶- اثر تغییر pH
- ۱۴۱ بررسی ساختار سه بعدی جایگاه های فعال

فصل دهم: بررسی شیمیایی فرایند کاتالیز

- ۱۴۵ مقدمه ای بر مکانیزم های واکنش در محلول آبی
- ۱۴۸ مکانیزم های کاتالیز
- ۱۴۸ ۱- کاتالیز اسید- باز
- ۱۴۹ ۲- کاتالیز الکتروستاتیک
- ۱۴۹ ۳- کاتالیز کوالانسی
- ۱۵۰ ۴- کاتالیز آنزیمی
- ۱۵۲ مکانیزم واکنش های آنزیمی بدون کوفاکتور
- ۱۵۲ ۱- کیموترپسین
- ۱۵۴ ۲- ریبونوکلئاز
- ۱۵۵ ۳- لیزوزیم
- ۱۵۸ ۴- تریوز فسفات ایزومراز
- ۱۵۹ آنزیم های فعال شده با فلز و متالو آنزیمها
- ۱۶۰ ۱- فعال سازی با یون های فلزی قلیایی (سدیم و پتاسیم)
- ۱۶۱ ۲- فعال سازی با کاتیون های فلزی قلیایی خاکی (کلسیم و منیزیم)
- ۱۶۲ ۳- فعال سازی با کاتیون های فلزی واسطه (کاتیون های کبالت، آهن، مولیبدن، روی و مس)
- ۱۶۴ وجود کوآنزیم ها در واکنش های کاتالیز شده با آنزیم

- ۱- نیکوتین آمید نوکلئوتیدها (NAD^+ و $NADP^+$) ۱۶۵
- ۲- فلاوین نوکلئوتیدها (FMN و FAD) ۱۶۸
- ۳- آدنوزین فسفات‌ها (ATP ، ADP و AMP) ۱۷۲
- ۴- کوآنزیم A ($CoASH$) ۱۷۴
- ۵- تیامین پیرفسفات ۱۷۴
- ۶- پیریدوکسال فسفات ۱۷۷
- ۷- بیوتین ۱۷۹
- ۸- هیدرولات ۱۸۱
- ۹- کوآنزیم B_{12} ۱۸۲

فصل یازدهم: اتصال لیگاند به پروتئین‌ها

- مقدمه ۱۸۵
- اتصال لیگاند به پروتئین با یک جایگاه اتصال لیگاند ۱۸۵
- اثر تعاونی ۱۸۷
- اثر تعاونی هموتروپیک مثبت و معادله هیل ۱۸۷
- معادله ادایر برای اتصال یک لیگاند به پروتئین با دو جایگاه اتصال برای آن لیگاند ۱۹۱
- ۱- ملاحظات عمومی ۱۹۱
- ۲- در کجا هیچ اندرکنشی بین جایگاه‌های اتصال وجود ندارد؟ ۱۹۲
- ۳- کجا اثر تعاونی هموتروپیک مثبت وجود دارد؟ ۱۹۵
- ۴- کجا اثر تعاونی هموتروپیک منفی وجود دارد؟ ۱۹۵
- معادله ادایر برای اتصال یک لیگاند به یک پروتئین با سه جایگاه اتصال برای آن لیگاند ۱۹۶
- معادله ادایر برای اتصال یک لیگاند به یک پروتئین با چهار جایگاه اتصال برای آن لیگاند ۱۹۷
- بررسی اثرات تعاونی ۱۹۷
- ۱- محاسبه رابطه بین Y و $[S]$ ۱۹۷
- ۲- بررسی ارتباط بین V_0 و $[S_{0.5}]$ ۱۹۹
- ۳- نمودار اسکاچارد و تکنیک‌های دیالیز تعادلی ۱۹۹
- اتصال اکسیژن به هموگلوبین ۲۰۱

فصل دوازدهم: سینتیک سیگموئیدی و اهمیت آن در آنزیم‌ها

- مقدمه ۲۰۵
- مدل MWC ۲۰۶

۲۰۶.....	۱- معادله MWC
۲۰۹.....	۲- مدل MWC چگونه اثرات تعاونی را توجیه می‌کند؟
۲۱۰.....	۳- مدل MWC و تنظیم آلوستریک
۲۱۲.....	۴- مدل MWC و معادله هیل
۲۱۴.....	مدل KNF
۲۱۴.....	۱- مدل KNF برای یک پروتئین دیمری
۲۱۷.....	۲- مدل KNF برای آنزیم‌های الیگومری
۲۱۷.....	۳- مدل KNF و تنظیم آلوستریک
۲۱۷.....	تفاوت بین مدل‌ها در اتصال تعاونی
۲۱۸.....	سیستیک سیگموند: در غیاب اتصال تعاونی
۲۱۸.....	مدارک اتصال لیگاند در مقابل مدارک سینتیکی
۲۱۹.....	مکانیزم فردیناند
۲۲۰.....	مکانیزم‌های رایج و مقایسه‌ای

فصل یازدهم: بررسی آنزیم‌ها در فراورده‌های زیستی

۲۲۳.....	انتخاب نوع فراورده زیستی برای رسم ریوگ‌های آنزیم
۲۲۴.....	اندازه‌گیری فعالیت آنزیم
۲۲۵.....	۱- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم با تعیین سینتیک فعالیت کاتالیتیکی
۲۲۹.....	۲- تعیین فعالیت آنزیم‌های کوپل شده
۲۳۲.....	۳- روش RIA در آنزیم‌ها
۲۳۳.....	بررسی جایگاه قرارگیری آنزیم‌ها در سلول
۲۳۳.....	۱- بررسی شیمی آنزیم‌ها در بافت
۲۳۵.....	۲- استفاده از سانتریفوژ
۲۳۸.....	۳- بررسی آنزیم‌های مربوط به بخش‌های مختلف سلول

فصل چهاردهم: کاربرد آنزیم‌ها

۲۴۱.....	الف) کاربرد آنزیم‌ها در فرایندهای آنالیزی
۲۴۱.....	ارزش آنزیم‌ها به‌عنوان معرف‌های آنالیزی
۲۴۲.....	اصول آنالیز آنزیمی
۲۴۲.....	۱- روش‌های مبتنی بر نقطه پایانی
۲۴۵.....	۲- روش‌های سینتیکی

۲۴۹	۳- روش های ایمنی شناسی در آنالیز
۲۵۲	کار با آنزیم ها و کوآنزیم ها
۲۵۳	ب) کاربرد آنزیم ها در پزشکی
۲۵۳	سنجش فعالیت آنزیم های پلاسما
۲۶۰	آنزیم ها و اختلالات متابولیکی مادرزادی
۲۶۳	ج) کاربرد آنزیم ها در صنعت
۲۶۵	۱- استفا از آنزیم ها در صنایع غذایی و نوشیدنی
۲۶۶	۲- ماده از آنزیم ها در سایر صنایع
۲۶۷	د) کاربرد آنزیم ها در بیوتکنولوژی
۲۶۷	تولید و تخلیص آنزیم ها
۲۶۹	آنزیم های تثبیت شده
۲۶۹	۱- تهیه آنزیم های تثبیت شده
۲۷۷	۲- ویژگی های آنزیم های تثبیت شده
۲۸۰	۳- کاربرد آنزیم های تثبیت شده

فصل پانزدهم: روش های سنجش فعالیت آنزیم ها

۲۸۳	مقدمه
۲۸۳	روش مانومتری
۲۸۴	روش طیفسنجی مرنی
۲۸۵	اسپکتروفلوریمتری
۲۸۷	روش های الکتروشیمیایی
۲۹۰	تعیین میزان آنالیزی
۲۹۱	روش های رادیوشیمیایی
۲۹۲	تکنیک های معرف خشک
۲۹۳	آنالیز آنزیم ها با استفاده از دستگاه های خودکار
۲۹۴	روش های زمان ثابت
۲۹۵	روش های غلظت ثابت
۲۹۶	روش های مبتنی بر نظارت مداوم
۲۹۶	روش های سنجش فعالیت با توان عملیاتی بالا (HTA)
۲۹۸	منابع و مآخذ

پیشگفتار

سپاس بی کران خداوندی را که توفیق تالیف کتاب حاضر را عنایت فرمود. کتاب آنزیم شناسی مطالب جالبی را در مورد آنزیم ها ارائه می دهد.

این کتاب در پانزده فصل، ساختار و عملکرد آنزیم ها، سینتیک و مکانیزم های شیمیایی واکنش های آنزیمی را در دسترس دارد. آنزیم شناسی را معرفی می کند. اهمیت معرفی و طبقه بندی آنزیم ها باعث شد تا در فصل اول مولف به بیان گروه های اصلی شش گانه آنزیم ها بپردازد. فصل دوم نیز شامل بررسی کلی ساختار و ویژگی های پروتئین ها است. فصل سوم به بررسی عملکرد اختصاصی آنزیم ها پرداخته و در فصل چهارم به بررسی آنزیم های مونومری و الیگومری معرفی شده است. از فصل پنجم آشنایی دانشجویان با سینتیک آغاز می شود و در فصل ششم دانشجویان با سینتیک آنزیم های تک سوبستری و در فصل هفتم فرایندهای آنزیمی و اشکال مختلف آن مطرح می گردد. در فصل هشتم دانشجویان با سینتیک واکنش های چند سوبستری و در فصل نهم با ساختار جایگاه فعال و در فصل دهم با طبیعت شیمیایی کاتالیز آنزیمی آشنا می شوند. در فصل یازدهم و دوازدهم فرایندهای اتصال تعاونی و سینتیک سیگموندی در آنزیم ها مورد بحث قرار می گیرند. فصل سیزدهم به بررسی آنزیم ها در فراورده های زیستی می پردازد و در فصل چهاردهم دانشجویان با کاربردهای مختلف آنزیم ها آشنا می شوند. فصل پانزدهم نیز به بررسی روش های سنجش فعالیت آنزیم ها می پردازد.

امیدوارم مجموعه ای که گرد آوری شده برای دانشجویان و پژوهشگران محترم مناسب و قابل استفاده باشد. در نهایت خداوند متعال را شاکرم که این توفیق را عطا کرد تا در آسان نمودن راه تحقیق و پژوهش گامی هر چند کوچک بردارم. از خدای متعال موفقیت تمام پویندگان راه علم را خواستارم.