



Cell and Molecular
Biology & Genetic Engineering

زیست‌شناسی سلولی، مولکولی و مهندسی ژنتیک

مؤلفان:

دکتر مجید مهدوی

(عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی دانشگاه تبریز)

دکتر سید محمدامین موسوی

(عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک تهران)

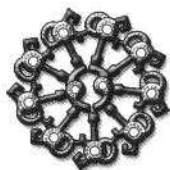
دکتر مجید صادقی زاده

(عضو هیات علمی گروه ژنتیک دانشگاه تربیت مدرس تهران)

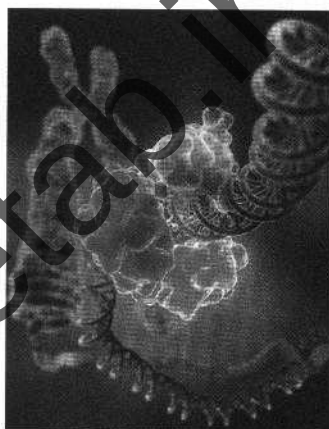
خازیت‌شناسی

۱۳۹۴

سرشناسه	: مهدوی، مجید، ۱۳۵۹-
عنوان و نام پدیدآور	: زیست‌شناسی سلولی، مولکولی و مهندسی ژنتیک
مشخصات نشر	: تهران - خانه زیست‌شناسی، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۳۸۴ ص. : مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ۲۲×۲۹ س.م.
شابک	: 3-35-978-600-6926-600
وضعیت فهرست‌نویسی	: فنیای مختصر
یادداشت	: این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: واژه‌نامه
شناسه افزوده	: موسوی، سیدمحمد امین، ۱۳۵۹-
شناسه افزوده	: صادقی زاده، مجید، ۱۳۴۲-
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۵۱۰۹۹



خانه زیست‌شناسی



زیست‌شناسی سلولی، مولکولی و مهندسی ژنتیک

نام کتاب:	 زیست‌شناسی سلولی، مولکولی و مهندسی ژنتیک
تألیف و تدوین:	 دکتر مجید مهدوی و همکاران
ناشر:	 خانه زیست‌شناسی
نوبت چاپ:	 اول / ۱۳۹۴
مروغی‌نی و صفحه‌آرایی:	 ناهید پیدایی - جواد جعفریان
طراح و گرافیکست:	 امید عرفانی - عارف آریافر
لیتوگرافی / چاپ / صماغی:	 فراز اندیش سبز
شابک:	 ۳ - ۳۵ - ۶۹۲۶ - ۶۰۰ - ۹۷۸
شمارگان:	 ۱۰۰۰ نسخه
قیمت:	 ۸۰۰۰ تومان

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

تلفن مرکز پخش: ۶۶۴۷۷۷۴۹ و ۶۶۴۷۷۷۴۲ و ۶۶۴۶۰۲۸۷

فروش اینترنتی: www.hbio.ir

امام صادق (ع) می‌فرماید:

«علم به زیادی آموختن نیست بلکه نوریست که خداوند تبارک و تعالی در قلب هر کس که بخواهد قرار می‌دهد»

ستایش خداوندی را که به ما راه و رسم زیستن آموخت. سپاس بیکران بر ذات مقدسش که بر ما منت نهاد تا بتوانیم این مجموعه را - با تمام کاستی‌ها و سستی‌ها - به پایان برسانیم. امید است قبول درگاهش افتد.

توجهی که مکتب انسان‌ساز اسلام به علم و فراگیری و نشر آن دارد، در میان همه ادیان و مکاتب غیر قابل مقایسه است. این موهبت عظیم الهی بر بشر، که بر پیامبر ما از آغاز بعثت تا پایان عمر گرانیامیه‌اش نازل شده است، با خواندن شروع شد. اما خواندن به نام رب، که اگر جز این باشد و آموختن با آموزش‌های ما جز برای رب و به نام رب باشد، همانند پرنده‌ای است که فقط یک بال دارد و می‌دانیم که جز با دو بال علم و ایمان، توأمًا، پرواز به سوی معبود میسر نیست.

حضرت علی (ع) می‌فرماید: «علم زیبایی عقل است و ایمان زیبایی روح». ما بر اساس چنین بینشی است که با قدردانی از زحمات اساتید بزرگ دانشگاهی و سایر دست‌اندرکاران این حرفه مقدس، بخصوص در زمینه تدوین، تألیف و ترجمه این کتاب، امیدواریم توانسته باشیم به یاری خداوند متعال گامی هر چند کوچک در راه خدمتگزاری به مشتاقان علم زیست‌شناسی سلولی و مولکولی و همچنین مهندسی ژنتیک برداشته باشیم. پیشرفت‌های این علوم در سال‌های اخیر به قدری سریع و چشم‌گیر بوده است که دانسته‌های گذشته ما در برابر آن ناچیز می‌باشد. مقالات پژوهشی و کتاب‌های متعددی در این زمینه انتشار یافته است که مطالعه آن برای ما و دانشجویان این علوم کمک بسیاری به افزایش دانسته‌های ما می‌کند. مؤلفان این کتاب با توجه به این نکات اقدام به تدوین و تألیف مجموعه حاضر در سه بخش زیست‌شناسی سلولی، زیست‌شناسی مولکولی و مهندسی ژنتیک نموده‌اند و آن را به دانشجویان علاقمند به این علوم و جامعه علمی کشور تقدیم می‌نمایند.

در چاپ‌های گذشته، این کتاب با در نظر گرفتن نظرات دانشجویان، اساتید و همه کارشناسان محترم تغییرات مورد نیاز، به روز در آوردن مطالب و نیز افزودن یک فصل (مسیرهای پیام سلولی) به کتاب انجام شد. در ویرایش جدید، مطالب کتاب مجدداً مورد بازبینی قرار گرفت و علاوه بر افزودن مطالب جدید به تمامی فصول، فصل دیگری به نام سرطان و اساس مولکولی آن نیز به کتاب اضافه شد.

جا دارد در اینجا از زحمات بی‌دریغ سرکار خانم نگار شاهرضا (کارشناسی ارشد میکروبیولوژی) به خاطر همکاری صمیمانه در ویرایش کتاب، سرکار خانم مهناز نوبرانی (کارشناسی ارشد بیوشیمی) به خاطر جمع‌آوری برخی مطالب و نیز بازخوانی این اثر و همچنین سرکار خانم فتنه قباخلو به خاطر تمام کمک‌هایی که در جمع‌آوری و بازنویسی مطالب نمودند تشکر و قدردانی نماییم. توفیق الهی و موفقیت در عرصه دانش و پژوهش را برای ایشان خواستاریم.

در پایان بجاست از زحمات بی‌شائبه همه دانشجویان و همکاران محترم این علوم که به نحوی ما را مساعدت نمودند تشکر و قدردانی نماییم. همچنین از مدیریت محترم انتشارات وزین خانه زیست‌شناسی، به جهت فراهم نمودن امکان چاپ و انتشار این اثر به شکل تمام رنگی و نیز آقایان عارف آریافر و جواد جعفریان و سرکار خانم ناهید پیدایی که با صبر و متانت طراحی و صفحه‌آرایی کتاب را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می‌نماییم. به یاری خداوند سعی داریم در چاپ‌های بعدی کتاب روند به روز در آوردن مطالب با در نظر گرفتن نظرات همه کارشناسان محترم (همان‌طور که تاکنون نیز لحاظ شده است) جهت ایجاد یک مجموعه کامل ادامه یابد. بر این اساس، با دیده منت پذیرای نظرات و پیشنهادات شما عزیزان خواهیم بود.

با تشکر فراوان

گروه مؤلفین

بهار / ۱۳۹۴

فهرست مطالب

بخش اول - بیولوژی سلولی

فصل ۱ - روش‌های مطالعه سلول

روش‌های میکروسکوپی مطالعه سلول ۴

- ۴ روش‌های تهیه نمونه برای مشاهده با میکروسکوپ نوری
- ۵ روش تهیه نمونه برای مطالعه در میکروسکوپ الکترونی (EM)
- ۵ انجماد و نمایان کردن در خلاء (Freeze Etching)
- ۶ انجماد همراه با شکستن (Freeze Fracture)
- ۷ میکروسکوپ نوری (Light Microscope)
- ۸ میکروسکوپ فاز کنتراست (Phase - Contrast Microscope)
- ۸ میکروسکوپ تداخلی (Interference Microscope)
- ۸ میکروسکوپ فلورسانس (Fluorescence Microscope)
- ۹ میکروسکوپ پلاریزان (Polarizing Microscope)
- ۹ میکروسکوپ کونفوکال (Confocal Microscope)
- ۱۰ میکروسکوپ الکترونی (Electron Microscope)
- ۱۰ میکروسکوپ الکترونی انتقالی یا گذاره (TEM)
- ۱۰ میکروسکوپ الکترونی روبنده یا نگاره (SEM)
- ۱۱ میکروسکوپ الکترونی با ولتاژ بالا (HVEM)

روش‌های بیوشیمیایی مطالعه سلول ۱۱

جداسازی اجزاء سلول ۱۱

کروماتوگرافی (Chromatography) ۱۳

- ۱۳ کروماتوگرافی فیلتراسیون ژلی (Gel Filtration Chromatography)
- ۱۳ کروماتوگرافی گرایشی (Affinity Chromatography)
- ۱۳ کروماتوگرافی تعویض یونی (Ion Exchange Chromatography)

الکتروفورز (Electrophoresis) ۱۵

سیتوشیمی (Cytochemistry) ۱۶

اتورادیوگرافی (Autoradiography) ۱۶

فلوسایتومتری (Flowcytometry) ۱۶

لکه گذاری یا بلاتینگ (Blotting) ۱۷

- ۱۸ ساترن بلاتینگ (Southern blotting)
- ۱۸ نورترن بلاتینگ (Northern blotting)
- ۱۸ وسترن بلاتینگ (Western blotting)
- ۱۹ طیف سلجی جرمی (Mass Spectrometry)

فصل ۲ - بیوشیمی سلول

مولکول‌های زیستی ۲۲

- ۲۳ پروتئین‌ها (Proteins)
- ۲۳ آمینو اسیدها
- ۲۵ ساختار پروتئین‌ها
- ۲۵ مارپیچ α (α - helix)
- ۲۶ صفحه β (β - sheet)
- ۲۶ خمش β (β - turn)
- ۲۸ کلاژن (Collagen)

اسیدهای نوکلئیک (Nucleic acids) ۲۹

- ۳۰ حالت توتومری بازهای آلی (Tautomerism)
- ۳۱ ساختار اسیدهای نوکلئیک

فرم B-DNA ۳۲

فرم A-DNA ۳۲

فرم Z-DNA ۳۲

ساختارهای غیرمعمول در DNA ۳۳

- ۳۳ DNA خمیده (DNA bending)
- ۳۴ ساختارهای سنجاق سری (Hairpin)
- ۳۴ DNA صلیبی
- ۳۵ DNA مکمل (C-DNA)
- ۳۵ DNA سه رشته‌ای (H-DNA)
- ۳۵ DNA چهار رشته‌ای
- ۳۵ DNA متحرک
- ۳۶ دناتوراسیون و رناتوراسیون
- ۳۷ کربوهیدرات‌ها (گلوکوسیدها) (Carbohydrates)
- ۳۸ پروتئوگلیکان‌ها
- ۳۹ لیپیدها (Lipids)
- ۴۰ رفتار مولکول‌های لیپیدی در آب
- ۴۱ آب و اهمیت زیستی آن
- ۴۲ نمک‌های کانی

فصل ۳ - غشاء، نقل و انتقالات و ماتریکس خارج سلولی

سیستم پروکاریوتی (Prokaryotic system) ۴۴

ویروس‌ها (Virus) ۴۵

پریون‌ها (Prions) ۴۵

ویروئیدها (Viroids) ۴۶

سیستم یوکاریوتی (Eukaryotic system) ۴۶

غشای سلولی (Cell membrane) ۴۷

پروتئین‌های غشاء ۴۷

پروتئین‌های ساختمانی (Structural Proteins) ۴۷

پروتئین‌های آنزیمی ۴۸

مطالعه پروتئین‌های غشای گلبول‌های قرمز ۴۸

لیپیدهای غشاء ۵۱

حرکات فسفولیپیدهای غشایی ۵۲

کربوهیدرات‌های غشاء ۵۳

فراساختار غشاء پلاسمایی ۵۳

دیواره سلولی گیاهان ۵۴

نقل و انتقالات غشایی (Membrane transport) ۵۴

انتقال‌های غیرفعال (Passive transport) ۵۴

انتقال فعال (Active transport) ۵۵

خانواده ATPase ها ۵۶

پمپ کلسیم ۵۷

پمپ سدیم- پتاسیم (Na^+/K^+ ATPase) ۵۸

پمپ پروتون (H^+) وابسته به ATP ۵۹

انتقال توأم (Cotransport) ۵۹

یونوفورها (Ionophores) ۶۰

یونوفورهای متحرک ناقل یونی (Mobile ion carrier) ۶۰

یونوفورهای کانالی (Channel forming) ۶۰

- پورین‌ها (Porins) ۶۱
اسمز (Osmosis) ۶۱
انتقال مواد در سلول‌های پروکاریوتی ۶۲
سیستم انتقال همسوی پروتون/لاکتوز (H⁺/lactose system) ۶۳
سیستم فسفوترانسفراز در باکتری‌ها ۶۳
اندوسیتوز و اگزوسیتوز (Endocytosis & Exocytosis) ۶۴
اندوسیتوز (Endocytosis) ۶۴
ترانسیتوز (Transcytosis) ۶۶
فاگوسیتوز (Phagocytosis) ۶۶
ماده بنیادی خارج سلولی (Extracellular Matrix) ۶۶
غشاء پایه (Basement membrane) ۶۷
مولکول‌های چسباننده سلولی (Cell Adhesion Molecules) ۶۸
کاده‌رین‌ها (Cadherines) ۶۹
کاتنین‌ها (Catenins) ۶۹
اینترگرین‌ها (Integrins) ۷۰
ابر خانواده ایمونوگلوبولین‌ها (Super Family Ig) ۷۱
سلکتین‌ها (Selectins) ۷۱
اتصالات سلولی (Cell Junctions) ۷۱
تقسیم‌بندی بر اساس وسعت ۷۱
تقسیم‌بندی بر اساس درجه سختی و عملکرد ۷۱
اتصالات سخت (Tight Junction) ۷۲
دسموزوم (Desmosome) ۷۳
دسموزوم کمربندی (Belt Desmosome) ۷۳
همی دسموزوم (Hemi Desmosome) ۷۴
اتصالات منفذدار (Gap Junction) ۷۵
- فصل ۴ - اندامک‌ها و اسکلت سلولی**
- ریبوزوم‌ها (Ribosomes) ۷۸**
ساختر ریبوزوم‌ها ۷۸
rRNAهای ریبوزومی (rRNA) ۷۹
ریبوزوم‌های کلروپلاستی و میتوکندریایی ۸۰
ریبوزوم‌های دو رگه (Hybride) ۸۰
شبکه اندوپلاسمی (Endoplasmic Reticulum) ۸۱
شبکه اندوپلاسمی خشن (RER) و صاف (SER) ۸۱
- ترکیب شیمیایی شبکه اندوپلاسمی ۸۲**
اعمال شبکه اندوپلاسمی ۸۲
سم‌زدایی (detoxification) ۸۲
دخالته در متابولیسم قندها ۸۳
- دخالته در متابولیسم لیپیدها ۸۵**
دخالته در متابولیسم پروتئین‌ها ۸۵
منشأ شبکه اندوپلاسمی ۸۶
دستگاه گلژی (Golgi Complex) ۸۶
ساختمان دستگاه گلژی ۸۶
وزیکول‌های پوشش‌دار (Coated vesicles) ۸۷
ترکیب شیمیایی و پراکنش آنزیمی در دستگاه گلژی ۹۰
اعمال دستگاه گلژی ۹۰
منشأ دستگاه گلژی ۹۲
میکروبادی‌ها (Microbody) ۹۲
پراکسیزوم (Peroxisome) ۹۲
گلی‌اکسیزوم (Glyoxysome) ۹۵
لیزوزوم (Lysosome) ۹۵
آنزیم‌های لیزوزومی ۹۶
ساختر ویژه غشاء در لیزوزوم‌ها ۹۶
- چگونگی شکل‌گیری لیزوزوم‌ها ۹۷
انواع لیزوزوم‌ها ۹۸
اعمال لیزوزوم‌ها ۹۹
بیماری‌های ناشی از اختلالات لیزوزومی ۹۹
واکول (Vacuole) ۱۰۰
میتوکندری (Mitochondria) ۱۰۱
ساختمان میتوکندری ۱۰۲
تغییر شکل در میتوکندری‌ها ۱۰۳
ترکیب شیمیایی میتوکندری‌ها ۱۰۳
وضعیت فضایی میتوکندری‌ها ۱۰۴
موقعیت و ترتیب قرار گرفتن ناقلین الکترون در غشای داخلی میتوکندری ۱۰۴
کمپلکس‌های انتقال الکترون ۱۰۶
بیوسنتز ATP ۱۰۷
نظریه شیمیواسموتیک ۱۰۸
میتوکندری سلول‌های گیاهی ۱۰۸
نقش‌های زیستی میتوکندری‌ها ۱۰۹
خاستگاه پروکاریوتی میتوکندری: نظریه همزیستی درونی ۱۱۰
پلاست‌ها (Plasts) ۱۱۱
ساختر کلروپلاست ۱۱۱
فتوسیستم‌ها (Photosystems) ۱۱۲
فتوسیستم I و II و زنجیره انتقال الکترون ۱۱۲
واکنش‌های نوری فتوسنتز ۱۱۲
واکنش‌های تاریکی فتوسنتز ۱۱۴
خاستگاه پروکاریوتی کلروپلاست ۱۱۵
اسکلت سلولی (cytoskeleton) ۱۱۶
میکروفیلان‌های اکتینی (actin filaments) ۱۱۶
ارتباط اکتین با پروتئین‌های مختلف ۱۱۸
نقش زیستی میکروفیلان‌های اکتین ۱۱۹
میکروویلی‌ها (Microvilli) ۱۱۹
انقباض عضلانی با دخالت رشته‌های اکتین و میوزین ۱۲۰
نقل و انتقال وزیکول‌های سلولی ۱۲۱
فیلانته‌های حدواسط یا تونوفیلانته‌ها (intermediate filaments) ۱۲۱
میکروتوبول‌ها (Microtubules) ۱۲۲
نقش زیستی میکروتوبول‌ها ۱۲۳
ساخترهای مشتق از میکروتوبول‌ها ۱۲۴
سانتریول (Centriole) ۱۲۶
نقش زیستی سانتریول‌ها ۱۲۷
منشأ سانتریول‌ها ۱۲۷
تازک و مژک (Flagella & Cilia) ۱۲۸
ساختر تازک و مژک ۱۲۸
حرکات مژک‌ها و تازک‌ها ۱۲۹
تازک باکتری ۱۳۰
- فصل ۵ - هسته، هستک و تقسیم سلولی**
- هسته (Nucleus) ۱۳۲**
ساختر هسته ۱۳۲
پوشش هسته‌ای (Nuclear envelope) ۱۳۳
کمپلکس منفذ هسته‌ای (Nuclear Pore Complex) ۱۳۳
فراساختر کمپلکس منفذ هسته (NPC) ۱۳۳
ورود و خروج مواد از کمپلکس منفذ هسته ۱۳۵
اسکلت هسته‌ای (Nucleoskeleton) ۱۳۶

۱۸۱ ساختار زیگزاگ (zigzag structure)

۱۸۲ انواع کروماتین

۱۸۳ کروموزوم و بخش‌های ساختاری آن

۱۸۵ انواع کروموزوم

۱۸۵ انواع کروموزوم از لحاظ تعداد سانترومر

۱۸۵ انواع کروموزوم از لحاظ محل سانترومر

۱۸۶ کروموزوم‌های غیر معمول

۱۸۶ مینی کروموزوم‌ها (Mini Chromosomes)

۱۸۶ کروموزوم‌های B (B Chromosomes)

۱۸۶ کروموزوم‌های پلی‌تن (Polytene)

۱۸۶ کروموزوم‌های لمپ براش (Lampbrush)

۱۸۷ ژنوم پروکاریوتی (Prokaryotic genome)

۱۸۸ پلاسمید (Plasmid)

فصل ۸ - همانندسازی (Replication)

۱۹۲ همانندسازی DNA (DNA replication)

۱۹۳ عوامل مورد نیاز برای همانندسازی

۱۹۳ پروتئین‌های دخیل در همانندسازی DNA

پروتئین DnaA

پروتئین DnaB و DnaC

پروتئین‌های SSBP (Single Strand Binding Protein)

پرایماز و پرایموزوم (Primase and Primosome)

آنزیم‌های دخیل در همانندسازی DNA

آنزیم‌های دخیل در رهایی هیستون‌ها از DNA

توپوایزومرازها (topoisomerases)

مهارکننده‌های توپوایزومرازها

هلیکازها (Helicases)

DNA لیگازها (DNA Ligases)

DNA پلی‌مرازها (DNA Polymerases)

DNA پلی‌مرازهای پروکاریوتی

DNA پلی‌مرازهای یوکاریوتی

مراحل و چگونگی همانندسازی DNA در سیستم‌های پروکاریوتی و

یوکاریوتی

آغاز و طول شدن همانندسازی

پایان همانندسازی (Termination)

مشکل پایان همانندسازی در ژنوم‌های خطی

همانندسازی کروماتین

همانندسازی در ویروس SV40

همانندسازی در مخمر ساکارومایسس سرویزیه

همانندسازی در آرکی‌آ

همانندسازی DNA میتوکندری (mtDNA)

همانندسازی به روش تتا (θ)

همانندسازی به روش دایره چرخان (Rolling Circle)

همانندسازی DNA فاژ لامبدا (λ)

همانندسازی DNA آدنوویروس‌ها

جهش در ساختار DNA

سیستم ترمیم DNA (DNA Repair)

ترمیم مستقیم آسیب

ترمیم به روش حذف نوکلئوتیدی (Nucleotide Excision Repair)

سیستم NER سلول پروکاریوتی

سیستم NER سلول یوکاریوتی

ترمیم به روش برش باز (Base Excision Repair)

شیره هسته (نوکلئوپلاسم یا کاریولنف)

ذرات هسته‌ای (nuclear particles)

هستک (nucleolus)

چرخه سلولی (cell cycle)

تنظیم چرخه سلولی

عامل پیش برنده میتوز: MPF (M-phase Promoting Factor)

تقسیم سلول (Cell division)

تقسیم میتوز (Mitosis)

پروفاز (Prophase)

متافاز (Metaphase)

آنافاز (Anaphase)

پروتئین‌های نگهدارنده ساختار کروموزومی (SMC)

تلفاز (Telophase)

سیتوکینز یا پلاسمودیرز (Cytokinesis)

تقسیم سیتوپلاسم در سلول‌های گیاهی

دوک میتوزی (mitotic spindle)

مهاجرت کروموزوم‌ها به قطبین

تقسیم میوز (Meiosis)

میوز I

میوز II

آمیزش هسته سلول‌ها (Nuclear fusion)

تقسیم سلولی در پروکاریوت‌ها

فصل ۶ - سرطان و اساس مولکولی آن

مروری بر سرطان

مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی یا آپتوز (apoptosis)

خانواده Bcl2

پروتئین‌های مهارکننده آپتوز (IAPs)

مسیرهای آپتوزی

مسیر خارجی آپتوز (extrinsic pathway)

مسیر داخلی آپتوز (intrinsic pathway)

مسیر داخلی آپتوز (اندوپلاسمیک)

آپتوز و پروتئین p53

روش‌های درمانی سرطان

شیمی درمانی (Chemotherapy)

پرتودرمانی (radiotherapy)

درمان هدفمند (target therapy)

استفاده از الیگنوکلئوتیدهای آنتی سنس (siRNA)

درمان ایمونولوژیک (immunotherapy)

سلول‌های بنیادی (stem cells)

ضرورت تحقیق و پژوهش در خصوص سلول‌های بنیادی چیست؟

کاربرد سلول‌های بنیادی

سلول درمانی و مهندسی بافت

منابع سلول‌های بنیادی

سلول‌های بنیادی سرطانی (cancer stem cells)

بخش دوم - بیولوژی مولکولی

فصل ۷ - ژنوم (Genome)

ژنوم یوکاریوتی

کروماتین (Chromatin)

فراساختار کروماتین

ساختار سلنوئید (solenoid structure)

فصل ۱۱ - پروتئین‌سازی یا ترجمه (Translation)

مرحله آغازی (initiation phase) ۲۶۴

شروع ترجمه در سیستم‌های پروکاریوتی ۲۶۴

اصلاح اشتباه (Proof Reading) ۲۶۶

شروع ترجمه در سیستم‌های یوکاریوتی ۲۶۶

مرحله طولیل شدن (elongation phase) ۲۶۸

مرحله پایانی (Termination phase) ۲۷۱

تنظیم سنتز پروتئین‌ها ۲۷۲

mRNA فاقد کدون خاتمه و یا کدون خاتمه نامحسوس ۲۷۲

انرژی مورد نیاز برای تشکیل پیوند پپتیدی ۲۷۴

مکانیسم‌های انتقال پروتئین‌ها به اندامک‌ها پس از ترجمه ۲۷۴

تغییرات پس از ترجمه (Post translational modifications) ۲۷۸

تاخوردن پروتئین‌ها (Protein Folding) ۲۷۹

تجزیه (Degradation) و مسیر یوبی کوئیتیلشن شدن (Ubiquitination) ۲۸۱

آنتی بیوتیک‌های مؤثر در مهار پروتئین‌سازی ۲۸۲

فصل ۱۲ - تنظیم بیان ژن

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها ۲۸۶

اپرون لاکتوز ۲۸۶

جهش در اپرون لاکتوز ۲۸۸

اپرون آرابینوز (Ara Operon) ۲۸۹

اپرون تریپتوفان (Trp Operon) ۲۹۰

تنظیم در شرایط دشوار (Stringent response) ۲۹۲

تنظیم بر پایه عامل سیگما (σ) ۲۹۲

حالت فاز لامبدا (λ) ۲۹۳

مسیر لیتیک و لیزوژنیک ۲۹۳

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها ۲۹۵

استرلاسیون کروماتین ۲۹۶

میلاسیون DNA ۲۹۷

تشکیل کمپلکس شروع رونویسی و تنظیم آن ۲۹۷

تجربه تعویض دمین‌ها در مخمر ۲۹۷

پروتئین‌های تنظیم‌کننده بیان ژن ۲۹۸

موتیف مارپیچ (HTH) ۲۹۹

پروتئین‌های هومئودومین (Homeodomain) ۲۹۹

موتیف انگشت روی (Zinc finger) ۲۹۹

موتیف زیپ لوسین (Leucine Zipper) ۳۰۰

موتیف مارپیچ - حلقه - مارپیچ (HLH) ۳۰۱

RNAها در تنظیم ژن ۳۰۲

RNA در رشته‌ای ۳۰۲

RNA اینترفیرانس با طول کوتاه (siRNA) ۳۰۲

میکرو RNAها (microRNA) ۳۰۲

ترانس کریپتاز معکوس و رتروویروس‌ها ۳۰۳

فصل ۱۳ - مسیرهای پیام سلولی (Cell signaling)

مولکول‌های پیام رسانی که از عرض غشا عبور می‌کنند ۳۰۶

گیرنده‌های سطح سلولی ۳۰۷

گیرنده‌های وابسته به کانال یونی ۳۰۸

گیرنده‌های وابسته به G - پروتئین‌ها ۳۰۸

گیرنده‌های وابسته به آنزیم ۳۱۳

مسیر فسفاتیدیل اینوزیتول ۳ کیناز / Akt / PI3-Kinase (Akt) ۳۱۳

مسیر MAP کیناز (MAP Kinase) ۳۱۴

مسیر JAK / STAT و TGF-β / smad ۳۱۵

ترمیم به روش جفت ناچور (mismatch DNA repair) ۲۱۹

ترمیم شکست دو رشته ۲۲۰

ترمیم به روش نوترکیبی همولوگ (homologous recombination repair) ۲۲۱

پاسخ SOS (SOS response) ۲۲۲

فصل ۹ - ژن (Gene)

تعریف ژن ۲۲۴

ساختار ژن ۲۲۴

ساختار ژن در پروکاریوت‌ها ۲۲۴

ساختار ژن در یوکاریوت‌ها ۲۲۶

اینترون‌ها (introns) و اکزون‌ها (exons) ۲۲۷

ترانسپوزون‌ها (transposones) ۲۲۸

رده‌های مختلف ژن ۲۳۰

توالی‌های تکراری پشت سر هم (tandemic) ۲۳۱

کد ژنتیکی (genetic code) ۲۳۱

فصل ۱۰ - رونویسی (Transcription)

رونویسی ۲۳۴

RNA پلی‌مرازهای یوکاریوتی ۲۳۶

مراحل رونویسی ۲۳۶

مرحله آغاز رونویسی (initiation) ۲۳۶

مرحله طولیل شدن (elongation) ۲۳۸

مرحله پایانی (termination) ۲۳۸

پایان رونویسی وابسته به فاکتور Rho ۲۳۹

پایان رونویسی مستقل از فاکتور Rho ۲۴۰

ترمیم در زمان رونویسی ۲۴۱

محصولات رونویسی ۲۴۲

mRNA (messenger RNA) ۲۴۲

کلاهک دار شدن (Capping) ۲۴۲

پای آدنیلایسون (Poly Adenylation) ۲۴۳

پروموتور ژن در یوکاریوت‌ها ۲۴۴

پروموتور ژن‌های کلاس I و رونویسی آنها ۲۴۴

پروموتور ژن‌های کلاس II و رونویسی آنها ۲۴۵

پروموتور ژن‌های کلاس III و رونویسی آنها ۲۴۷

پیرایش (Splicing) ۲۴۸

انواع اینترون‌ها ۲۴۹

پیرایش نوع III: تشکیل کمپلکس اسپلاسیزوم ۲۴۹

سیستم فرعی AU-AC ۲۵۱

سیستم پیرایش ترانس (Trans splicing) ۲۵۲

خود پیرایش نوع I ۲۵۲

خود پیرایش نوع II ۲۵۳

پیرایش متناوب (Alternative splicing) ۲۵۳

tRNA (transfer RNA) ۲۵۴

پردازش tRNA ۲۵۴

پیرایش tRNA (tRNA splicing) ۲۵۶

rRNA (ribosomal RNA) ۲۵۷

tmRNA (transfer-messenger RNA) ۲۵۹

iRNA (interference RNA) ۲۵۹

miRNA (microRNA) ۲۶۰

تفاوت مسیر siRNA و miRNA ۲۶۱

رونویسی از ژن‌های میتوکندری و کلروپلاست ۲۶۱

محل استقرار ژن کلون شده چگونه مطالعه می‌شود؟ ۳۴۸	مسیر پیام NF- κ B ۳۱۷
تعیین توالی DNA ۳۵۰	مسیر پیام Wnt ۳۱۷
روش سنجر - کالسون: نوکلئوتیدهای پایانه زنجیره ۳۵۱	مسیر پیام Notch و Hedgehog ۳۱۹
روش ماکسام - گیلبرت: تجزیه شیمیایی DNA ۳۵۲	بخش سوم - مهندسی ژنتیک
اجرای یک آزمایش تعیین توالی به روش ماکسام - گیلبرت ۳۵۲	فصل ۱۴ - کلون سازی ژن ها (Gene Cloning)
ساختن یک توالی DNA طولانی ۳۵۲	چرا کلون سازی تا این اندازه اهمیت دارد؟ ۳۲۴
استفاده از ژن کلون شده برای مطالعه ساختار ژنوم ۳۵۲	کلون سازی ژن ها ۳۲۴
تجزیه قطعات برشی با چندشکلی طولی (RFLP) ۳۵۳	ابزار و روش های مورد نیاز برای کلون سازی ژن ها ۳۲۵
کاربردهای روش تجزیه RFLP ۳۵۴	وکتورهای انتقال ژن ها (ناقل های کلون سازی) ۳۲۵
انگشت نگاری ژنتیکی (Genetic fingerprinting) ۳۵۴	ناقلین کلون سازی (cloning vectors) ۳۲۶
کاربرد انگشت نگاری ژنتیکی ۳۵۵	خصوصیات مفید pBR322 ۳۲۶
رد پای DNA (DNA footprinting) ۳۵۵	pUC8 یک پلاسمید انتخابی برای Lac ۳۲۷
واکنش زنجیره ای پلی مرارز (PCR) ۳۵۶	ناقل های همانند سازی بر مبنای باکتریوفاز M13 ۳۲۸
اثر فلات (Flat effect) ۳۶۲	ناقل های دو رگه پلاسمید M13 ۳۲۸
آلودگی های PCR ۳۶۲	ناقلین کلون سازی بر مبنای باکتریوفاز ۳۲۸
کلون سازی فرآورده های PCR ۳۶۲	ناقلین با ظرفیت بالا ۳۳۰
مقایسه تکثیر ژن از طریق کلون سازی با PCR ۳۶۳	ناقلین مناسب برای باکتری های دیگر ۳۳۱
کاربردهای PCR ۳۶۳	ناقلین کلون سازی برای موجوداتی غیر از باکتری ها ۳۳۱
انواع PCR ۳۶۴	ناقل های مخمر و قارچ های دیگر ۳۳۱
تکنیک های وابسته به PCR ۳۶۵	ناقلین کلون سازی در گیاهان عالی ۳۳۲
Real Time PCR ۳۶۶	ناقلین کلون سازی برای سلول های جانوری ۳۳۴
روش های شناسایی در Real Time PCR ۳۶۶	ناقلینی که بر مبنای بیان پروتئین به کار می روند ۳۳۴
منحنی ذوب ۳۶۷	ناقلین بیانی (expression vectors) ۳۳۴
آنالیزهای کمی در Real Time PCR ۳۶۷	پروموتور از اجزای حساس یک ناقل بیانی است ۳۳۵
روش منحنی استاندارد (مقایسه مطلق) ۳۶۷	ناقلین شاتل (shuttle vectors) ۳۳۶
روش مقایسه نسبی ۳۶۷	خالص کردن DNA از سلول زنده ۳۳۷
تشخیص پلی مورفیسم توسط Real time PCR ۳۶۷	جداسازی بر اساس اندازه ۳۳۸
نتیجه گیری ۳۶۷	جداسازی بر اساس شکل کلی ۳۳۸
فصل ۱۵ - بیوتکنولوژی	تپه DNA باکتریوفازها ۳۴۰
بیوتکنولوژی ۳۷۰	به کار بردن DNA خالص ۳۴۰
کلون کردن ژن ها در پزشکی ۳۷۲	انواع آنزیم های دستکاری DNA ۳۴۰
تولید داروهای نو ترکیب ۳۷۲	نوکلئازها ۳۴۰
ژن درمانی (Gene Therapy) ۳۷۲	پلی مرارها ۳۴۲
۱۶ - نانوتکنولوژی و نانوپزشکی	آنزیم های تعدیل کننده DNA (modifying enzymes) ۳۴۳
تاریخچه ۳۷۶	لیگازها ۳۴۳
کاربردهای نانوتکنولوژی در پزشکی ۳۷۶	توپوایزومرازها ۳۴۳
فصل ۱۷ - مقایسه ای اجمالی بر ژنومیک و پروتئومیک	آنزیم های برشگر یا محدود کننده ۳۴۳
ژنومیک و پروتئومیک ۳۸۰	نوع I آنزیم های برشگر یا محدود کننده ۳۴۴
اهمیت پروتئومیک ۳۸۱	نوع II آنزیم های برشگر ۳۴۴
پروژه ژنوم انسان (HGP: Human Genome Project) ۳۸۱	نوع III آنزیم های برشگر ۳۴۵
منابع ۳۸۳	آنزیم های برشگر خاص ۳۴۵
	اندونوکلیازهای برشگر (محدود کننده) متفاوت ۳۴۵
	پایانه های چسبنده و صاف ۳۴۵
	القای DNA نو ترکیب به درون سلول زنده ۳۴۷
	تغییر شکل یافتن یا ترانسفورماسیون (transformation) ۳۴۷
	تپه سلول های مستعد E. coli (competant) ۳۴۷
	شناسایی نو ترکیب ها ۳۴۷
	تغییر شکل سلول های غیر باکتریایی ۳۴۸
	بررسی ساختار ژن و ژنوم ۳۴۸