«بسم الله الرحمن الرحیم»

▼ زیست شناسی (۳) پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه ۱۱۲۲۱۶ چاپ دوم ۱۳۹۸

کتاب درسی و درس جامع - فصل اول: مولکول های اطلاعاتی

ویژه کنکور ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

۱- یکی از پرسش هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟

۲- پاسخ این سوال، به ظاهر شاید ساده باشد ولی برای رسیدن به آن، پژوهش ها و آزمایش های زیادی انجام شد که در حال حاضر هم ادامه دارد.

۳- در این فصل مطالب در قالب زنجیره ای از آزمایش ها توضیح داده می شود که نتایج آنها آ گاهی ما را از ژن و مولکول های مرتبط به آن یعنی دنا (DNA)، رنا (RNA) و پروتئین بیشتر می کند.

۴- آشنا شدن با ساختار این مولکول ها مقدمه ای است برای فهم بهتر فصل های دیگر این کتاب.

۵- در کنار این مباحث با سازوکار مولکولی و چگونگی ذخیره و انتقال اطلاعات وراثتی آشنا می شویم.

۶- هریک از یاخته های بدن ما ویژگی هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی ها تحت فرمان هسته هستند.

۷- دستورالعمل های هسته در حین تقسیم از یاخته ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود.

۸- اطلاعات و دستورالعمل فعالیت های یاخته در چه قسمتی از هسته ذخیره می شود؟

۹- فام تن ها در هسته قرار دارند و در ساختار آنها دنا (DNA) و پروتئین مشارکت می کنند.

۱۰- کدام یک از این دو ماده، ذخیره کننده اطلاعات وراثتی است؟

۱۱- پاسخ این سوال مشخص شده است. این ماده دنا است که به عنوان ماده ذخیره کننده اطلاعات وراثتی عمل می کند. اما دانشمندان چگونه به این پاسخ رسیده اند؟

۱۲- اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت ها و آزمایش های باکتری

شناسی انگلیسی به نام گریفیت به دست آمد.
۱۳- گریفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند. در آن زمان تصور می شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.
۱۴- گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد.
۱۵- نوع بیماری زای آن که پوشینه دار (کپسول دار) است در موش ها سبب سینه پهلو می شود ولی نوع بدون پوشینه آن موش ها را بیمار نمی کند.
۱۶- گریفیت در انجام آزمایش ها مشاهده کرد تزریق باکتری های پوشینه دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آنها می شود؛ در حالی که تزریق باکتری های بدون پوشینه به موش های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی شود.
۱۷- گریفیت در آزمایش دیگری باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما را به موش ها تزریق و مشاهده کرد که موش ها سالم ماندند. گریفیت نتیجه گرفت وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش ها نیست.
۱۸- گریفیت مخلوطی از باکتری های پوشینه دار کشته شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش ها مردند.
۱۹- گریفیت در بررسی خون و شش های موش های مرده، تعداد زیادی باکتری های پوشینه دار زنده مشاهده کرد. مسلما باکتری های مرده، زنده نشده اند بلکه تعدادی از باکتری های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه دار شده اند.
۲۰- از نتایج این آزمایش ها مشخص شد که ماده وراثتی می تواند به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.
۲۱- عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است.
۲۲- عامل موثر در انتقال این صفت تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت همچنان ناشناخته ماند. تا اینکه نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش عامل موثر در آن را مشخص کرد.
۲۳- ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین های موجود را تخریب کردند. به نظر شما چگونه این کار انجام شد؟
۲۴- ایوری و همکارانش سپس باقی مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می گیرد؛ پس می توان

نتیجه گرفت که پروتئین ها ماده وراثتی نیستند.

۲۵- در آزمایش دیگری عصاره استخراج شده از باکتری های کشته شده پوشینه دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. با اضافه کردن هریک از لایه ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه ای که در آن دنا وجود دارد انجام می شود.

۲۶- نتایج این آزمایش ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و موثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

۲۷- در آزمایش های دیگری عصاره باکتری های پوشینه دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپید ها، نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت می گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب کننده دنا است.

۲۸- نوکلئیک اسیدها که شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک اسید (رنا) هستند، همگی بسپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید هستند.

۲۹- هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج کربنه، یک باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.

۳۰- قند پنج کربنه در دنا، دئوکسی ریبوز و در رنا، ریبوز است.

۳۱- دئوکسی ریبوز یک اکسیژن کمتر از ریبوز دارد.

۳۲- باز آلی نیتروژن دار می تواند پورین باشد که ساختار دو حلقه ای دارد؛ شامل آدنین (A) و گوانین (G) یا می تواند پیریمیدین باشد که ساختار تک حلقه ای دارد؛ شامل تیمین (T) سیتوزین (C) و یوراسیل (U).

۳۳- در دنا باز یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن تیمین وجود دارد و در رنا به جای تیمین، باز یوراسیل وجود دارد.
۳۴- برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار و گروه یا گروه های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می شوند.
۳۵- نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.
۳۶- نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفو دی استر به هم متصل می شوند و رشته پلی نوکلئوتیدی را می سازند.
۳۷- در تشکیل پیوند فسفو دی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می شود
۳۸- رشته های پلی نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می سازند، مثل رنا، یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می سازند.
۳۹- مولکول های دنا از دو رشته پلی نوکلئوتید و مولکول های رنا از یک رشته پلی نوکلئوتید تشکیل می شوند.
۴۰- دو انتهای رشته های پلی نوکلئوتید نیز می توانند با پیوند فسفو دی استر به هم متصل شوند و نوکلئیک اسید حلقوی را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در باکتری ها به صورت حلقوی است.
۴۱- در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنای خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.
۴۲- در ابتدا تصور می شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده اند.
۴۳- دانشمندان انتظار داشتند که مقدار ۴ نوع باز آلی در تمامی مولکول های دنا از هر جانداری که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد.
۴۴- مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می کند.

۴۵- تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.
۴۶- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصاویری تهیه کردند.
۴۷- ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویر پرتو ایکس از مولکول های دنا، در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله اینکه دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد.
۴۸- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از تصاویر پرتو ایکس از مولکول های دنا ابعاد مولکول ها را نیز تشخیص دادند.
۴۹- واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند.
۵۰- نتایج حاصل از این تحقیقات با پژوهش های امروزی مورد تایید قرار گرفته اند.
۵۱- هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دو رشته ای را ایجاد می کند.
۵۲- این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ خورده مقایسه می شود.
۵۳- ستون های این نردبان را قند و فسفات و پله ها را بازهای آلی تشکیل می دهند.
۵۴- بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفو دی استر، و بین باز های روبه روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است.
۵۵- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می شوند.
۵۶- آدنین (A) با تیمین (T) روبه روی هم قرار می گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می شوند. به این جفت بازها بازهای مکمل می گویند.
۵۷- بینC و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود.
۵۸- قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک حلقه ای در مقابل یک باز دو حلقه ای قرار می

گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می شود.

۵۹- نتیجه دیگر جفت شدن بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند؛ مثال اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته ATGC باشد ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

۶۰- اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آنها به مولکول دنا حالت پایدارتری می دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون اینکه پایداری آنها به هم بخورد.

۶۱- نوع دیگری از نوکلئیک اسید ها، رنا است.

۶۲- مولکول رنا تک رشته ای است و از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود.

۶۳- رنای پیک (mRNA): اطلاعات را از دنا به رناتن ها می رساند. رناتن با استفاده از اطلاعات رنای پیک، پروتئین سازی می کند.

۶۴- رنای ناقل (tRNA): آمینواسیدها را برای استفاده در پروتئین سازی به سمت رناتن ها می برد.

۶۵- رنای رناتنی (rRNA): در ساختار رناتن ها علاوه بر پروتئین، رنای رناتنی نیز شرکت دارد.

۶۶- رناها نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن نیز دارند.

۶۷- طبق آزمایش های ایوری و همکارانش، اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می شوند. این اطلاعات در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده اند.

۶۸- ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می تواند به تولید رنا یا پلی پپتید بینجامد.

۶۹- نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار دنا و رنا نقش های اساسی دیگری نیز در یاخته برعهده دارند.

۷۰- نوکلئوتید آدنین دار ATP (آدنوزین تری فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی

در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند.

۷۱- نوکلئوتیدها در ساختار مولکول هایی وارد می شوند که در فرآیندهای فتوسنتز و تنفس یاخته ای نقش حامل الکترون را بر عهده دارند.

۷۲- با توجه به اینکه دنا به عنوان ماده وراثتی، حاوی اطلاعات یاخته است، این پرسش مطرح می شود که هنگام تقسیم یاخته، این اطلاعات، چگونه بدون کم و کاست به دو یاخته حاصل از تقسیم می رسند؟

۷۳- این کار با همانندسازی دنا انجام می شود.

۷۴- به ساخته شدن مولکول دنای جدید از روی دنای قدیمی همانند سازی می گویند.

۷۵- با توجه به مدل واتسون و کریک و وجود رابطه مکملی بین بازها تا حد زیادی همانندسازی دنا قابل توضیح است؛ گرچه طرح های مختلفی برای همانندسازی دنا پیشنهاد شده بود.

۷۶- همانندسازی حفاظتی: در این طرح هر دو رشته دنای قبلی (اولیه) به صورت دست نخورده باقی مانده، وارد یکی از یاخته های حاصل از تقسیم می شوند، دو رشته دنای جدید هم وارد یاخته دیگر می شوند. چون دنای اولیه به صورت دست نخورده در یکی از یاخته ها حفظ شده است به آن همانندسازی حفاظتی می گویند.

۷۷- همانندسازی نیمه حفاظتی: در این طرح در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دنای اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دنای قبلی وجود دارد، به آن نیمه حفاظتی می گویند.

۷۸- همانندسازی غیر حفاظتی (پراکنده): در این طرح هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.

۷۹- مزلسون و استال با به کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردند. آنها فرضیه های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته های دنای نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتید هایی که ایزوتوپ سنگین

نیتروژن (۱۵N) دارند، نشانه گذاری کردند.

۸۰- مزلسون و استال با به کارگیری روش علمی پاسخ این پرسش را به دست آوردند. آنها فرضیه های متعدد ارائه شده را در نظر گرفتند و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند تا بتوانند به پاسخ قانع کننده ای برسند. برای شروع کار، آنها باید بتوانند رشته های دنای نوساز را از رشته های قدیمی تشخیص دهند. آنها با این هدف دنا را با استفاده از نوکلئوتید هایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (۱۵N)دارند، نشانه گذاری کردند.

۸۱- دناهایی که با (۱۵N) ساخته می شوند نسبت به دنای معمولی که در نوکلئوتیدهای خود (۱۴N) دارد چگالی بیشتری دارند. بنابراین، به وسیله گریزانه با سرعت بسیار بالا می توان آنها را از هم جدا کرد.

۸۲- آنها ابتدا باکتری ها را در محیط دارای (۱۵N)کشت دادند. (۱۵N) در ساختار بازهای آلی نیتروژن دار که در ساخت دنای باکتری شرکت می کنند، وارد شدند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دنای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند.

۸۳- سپس این باکتری ها را به محیط کشت دارای (۱۴N) منتقل کردند. با توجه به اینکه تقسیم باکتری ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد در فواصل ۲۰ دقیقه ای باکتری ها را از محیط کشت جدا و بررسی کردند.

۸۴- برای سنجش چگالی دناها در هر فاصله زمانی، دنای باکتری را استخراج و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند؛ در نتیجه مواد بر اساس چگالی در بخش های متفاوتی از محلول در لوله قرار گرفتند.

۸۵- نتایج این آزمایش نشان داد که همانندسازی دنا، نیمه حفاظتی است.

۸۶- با مشخص شدن اینکه همانندسازی به صورت نیمه حفاظتی انجام می شود، سوال دیگری مطرح شد: دو رشته دنا چگونه از یکدیگر باز می شوند؟ آیا هر دو رشته کاملا از یکدیگر جدا می شوند و سپس همانندسازی انجام می شود یا جدا شدن دو رشته تدریجی و همراه با آن همانندسازی انجام می شود؟

۸۷- تحقیقات نشان داده است در محلی که قرار است همانندسازی انجام شود دو رشته از هم بازمی شوند. بقیه قسمت ها بسته هستند و به تدریج باز می

شوند.

۸۸- در همانندسازی عوامل متعددی موثرند که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

۸۹- - مولکول دنا به عنوان الگو

۹۰- - واحدهای سازنده دنا که بتوانند در کنار هم نسخه مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای آزاد داخل یاخته و سه فسفاته هستند که در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتید در حال ساخت، دو فسفات خود را از دست می دهند.

۹۱- - آنزیم های لازم برای همانندسازی که ضمن بازکردن دو رشته نوکلئوتید ها را به صورت مکمل روبه روی هم قرار می دهد و با پیوند فسفو دی استر به هم وصل می کند.

۹۲- مراحل همانندسازی: قبل از همانندسازی دنا باید پیچ وتاب دنا باز و پروتئین های همراه آن یعنی هیستون ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود. این کارها با کمک آنزیم هایی انجام می شود. سپس آنزیم هلیکاز مارپیچ دنا و دو رشته آن را از هم باز می کند.

۹۳- به نظر شما برای باز شدن دو رشته دنا آنزیم هلیکاز چه پیوند هایی را از هم باز می کند؟

۹۴- انواع دیگری از آنزیم ها با همدیگر فعالیت می کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود.

۹۵- یکی از مهم ترین آنها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می کند دنابسپاراز (DNA پلی مراز) است.

۹۶- با توجه به اینکه در محل همانندسازی، همانندسازی در دو جهت انجام می شود؛ به آن همانندسازی دو جهتی نیز می گویند.

۹۷- دو راهی همانندسازی: در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند به وجود می آید که به هریک از آنها دو راهی همانندسازی می گویند.

۹۸- در فاصله بین این دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند.

۹۹- همچنین دو ساختار، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته از هم گسیخته و دو رشته از یکدیگر باز شده اند.

۱۰۰- همچنین پیوندهای فسفو دی استر جدیدی در حال تشکیل هستند.
۱۰۱- دنابسپاراز نوکلئوتیدها را به انتهای رشته در حال تشکیل اضافه می کند. اضافه شدن یک نوکلئوتید به نوع بازی بستگی دارد که در نوکلئوتید رشته الگو قرار دارد.
۱۰۲- هر نوکلئوتید باید با نوکلئوتید روی رشته الگو مکمل باشد. هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفاته به انتهای رشته پلی نوکلئوتید دو تا از فسفات های آن از مولکول جدا می شوند و نوکلئوتید به صورت تک فسفاته به رشته متصل می شود.
۱۰۳- فعالیت های آنزیم دنابسپاراز: همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود؛ این دقت تا حدود زیادی مربوط به رابطه مکملی بین نوکلئوتیدها است.
۱۰۴- اگرچه آنزیم دنابسپاراز، نوکلئوتیدها را براساس رابطه مکملی مقابل هم قرار می دهد ولی گاهی در این مورد اشتباهی هم صورت می گیرد؛ بنابراین آنزیم دنابسپاراز پس از برقراری هر پیوند فسفو دی استر، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند که رابطه آن درست است یا اشتباه؟
۱۰۵- اگر اشتباه باشد آن را برداشته و نوکلئوتید درست را به جای آن قرار می دهد. برای حذف نوکلئوتید نادرست باید بتواند پیوند فسفو دی استر را بشکند و نوکلئوتید نادرست را از دنا جدا کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت بسپارازی نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفو دی استر می شکند.
۱۰۶- بنابراین آنزیم دنابسپاراز، هم فعالیت (پلیمرازی) دارد که در آن پیوند فسفو دی استر را تشکیل می دهد و هم فعالیت نوکلئازی که در آن پیوند فسفو دی استر را برای رفع اشتباه می شکند.
۱۰۷- فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز را که باعث رفع اشتباه ها در همانندسازی می شود، ویرایش می گویند.
۱۰۸- همانند سازی در پروکاریوت ها: در پروکاریوت ها (پیش هسته ای ها) که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده و فام تن اصلی به صورت یک مولکول دنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است.
۱۰۹- پروکاریوت ها علاوه بر دنای اصلی ممکن است مولکول هایی از دنایی دیگر دیسک (پلازمید) داشته باشند. اطلاعات این مولکول ها می تواند ویژگی های

دیگری را به باکتری به نام بدهد مانند افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها.

۱۱۰- اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند. در این جایگاه دو رشته دنا از هم باز می شوند.

۱۱۱- همانند یوکاریوت ها، همانندسازی دو جهتی در باکتری ها نیز وجود دارد؛ یعنی از یک نقطه همانندسازی شروع و در دو جهت ادامه می یابد تا به همدیگر رسیده و همانندسازی پایان یابد

۱۱۲- همانند سازی یوکاریوت ها: در یوکاریوت ها (هو هسته ای ها) که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آنها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند.

۱۱۳- بیشتر دنا درون هسته قرار دارد که به آن دنای هسته ای می گویند.

۱۱۴- در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری دنا وجود دارد که به آن دنای سیتوپلاسمی می گویند. این نوع از دنا که حالت حلقوی دارد در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می شود.

۱۱۵- همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت ها است. علت این مسئله وجود مقدار زیاد دنا و قرار داشتن در چندین فام تن است که هر کدام از آنها چندین برابر دنای باکتری هستند. بنابراین اگر فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در هر فام تن داشته باشند مدت زمان زیادی برای همانندسازی لازم است. به همین علت در یوکاریوت ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر فام تن انجام می شود

۱۱۶- تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود؛ مثال در دوران جنینی در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست) سرعت تقسیم زیاد و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی هم زیاد است ولی پس از تشکیل اندام ها سرعت تقسیم و تعداد جایگاه های آغاز کم می شوند.

۱۱۷- علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول های دیگری نیز هستند که به انجام فرآیند های مختلف یاخته ای کمک می کنند.

۱۱۸- از جمله این مولکول ها پروتئین ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرآیندهای یاخته ای دارند.
۱۱۹- پروتئین ها بسپارهایی از آمینو اسیدها هستند.
۱۲۰- نوع، ترتیب و تعداد آمینو اسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می کند.
۱۲۱- آمینو اسیدها همان طور که از نامشان برمی آید یک گروه آمین ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی کربوکسیل (-COOH) دارند.
۱۲۲- گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل اند و چهار ظرفیت آن را پر می کنند.
۱۲۳- گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی های منحصر به فرد هر آمینو اسید به آن بستگی دارد.
۱۲۴- هر آمینو اسید می تواند در شکل دهی پروتئین موثر باشد و تاثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.
۱۲۵- پیوند پپتیدی آمینو اسیدها را به یکدیگر متصل می کند
۱۲۶- آمینو اسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش سنتز آبدهی را انجام می دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینو اسید با آمینو اسید یا رشته آمینو اسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می کند. این پیوند اشتراکی بین آمینو اسیدها را پیوند پپتیدی می گویند.
۱۲۷- وقتی تعدادی آمینو اسید با پیوند پپتیدی به هم وصل شوند، زنجیره ای از آمینو اسیدها به نام پلی پپتید تشکیل می شود.
۱۲۸- پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند.
۱۲۹- هر نوع پروتئین، ترتیب خاصی از آمینو اسیدها را دارد که با استفاده از روش های شیمیایی، آمینو اسیدها را جدا و آنها را شناسایی می کنند.
۱۳۰- اگرچه آمینو اسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آنها در ساختار پروتئین ها به کار می روند.
۱۳۱- شکل فضایی پروتئین، نوع عمل آن را مشخص می کند.
۱۳۲- یکی از راه های پی بردن به شکل پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس است.

۱۳۳- با استفاده از تصاویر حاصل از آن و روش های دیگر، محققین به ساختار سه بعدی پروتئین ها پی می برند که در آن حتی جایگاه هر اتم را می توانند مشخص کنند.
۱۳۴- اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد میوگلوبین بود.
۱۳۵- آیا به یاد می آورید میوگلوبین در بدن چه نقشی دارد؟
۱۳۶- این پروتئین از یک رشته پلی پپتید تشکیل شده است.
۱۳۷- ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شود که هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بالاتر است.
۱۳۸- ساختار اول پروتئین توالی آمینو اسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینو اسیدها، ساختار اول را تعیین می کنند.
۱۳۹- ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینو اسیدها شکل می گیرد و خطی پروتئین ها است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است.
۱۴۰- تغییر آمینو اسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد.
۱۴۱- با در نظر گرفتن۲۰ نوع آمینو اسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینو اسیدها در ساختار اول پروتئین ها وجود ندارد پروتئین های حاصل می توانند بسیار متنوع باشند.
۱۴۲- با توجه به اهمیت توالی آمینو اسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارند.
۱۴۳- ساختار دوم الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی می تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود.
۱۴۴- این پیوندها منشا تشکیل ساختار دوم در پروتئین ها هستند که به چند صورت دیده می شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه ای است
۱۴۵- ساختار سوم تا خورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تا خوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ ها رخ می دهد و پروتئین ها به شکل کروی در می آیند.
۱۴۶- تشکیل این ساختار در اثر برهم کنش های آب گریز است؛ به این صورت که گروه های R آمینو اسیدهایی که آب گریزند، به یکدیگر نزدیک می شوند تا در

معرض آب نباشند.

۱۴۷- سپس با تشکیل پیوند های دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می شود.

۱۴۸- مجموعه این نیروها قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارند.

۱۴۹- بنابراین با وجود این نیروها پروتئین های دارای ساختار سوم، ثبات نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینو اسید هم می تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد.

۱۵۰- میوگلوبین نمونه ای از پروتئین ها با ساختار سوم است.

۱۵۱- ساختار چهارم آرایش زیر واحدها: بعضی پروتئین ها ساختار چهارم دارند، این ساختار هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند.

۱۵۲- در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود.

۱۵۳- هموگلوبین از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است.

۱۵۴- هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینو اسیدها را در ساختار اول دارند.

۱۵۵- در ساختار دوم به شکل مارپیچ در می آیند.

۱۵۶- در ساختار سوم هریک از زنجیره ها به صورت یک زیر واحد، تا خورده و شکل خاصی پیدا می کند.

۱۵۷- در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می دهند.

۱۵۸- پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

۱۵۹- پروتئین ها در فرآیندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند.

۱۶۰- بعضی دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارند؛ مثلا گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها نمونه ای از این پروتئین ها هستند.

۱۶۱- برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند.

۱۶۲- پمپ سدیم پتاسیم پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جا به جا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد.

۱۶۳- آیا محل های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟

۱۶۴- کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شود.

۱۶۵- زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

۱۶۶- انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است.

۱۶۷- از دیگر پروتئین ها می توان به هورمون ها اشاره کرد.

۱۶۸- بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران ردوبدل می کنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند.

۱۶۹- همچنین پروتئین هایی مثل مهارکننده ها، نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

۱۷۰- واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال سازی گویند.

۱۷۱- انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت و ساز مطرح می شوند همین طور هستند.

۱۷۲- این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شوند.

۱۷۳- آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد.

۱۷۴- همچنین با این کار سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می کند.

۱۷۵- بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز یاخته ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تامین نشود.

۱۷۶- آنزیم های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می کنند ولی آنزیم های موثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می کنند.

۱۷۷- البته گروهی از آنزیم هایی مثل پمپ سدیم پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می دهند.

۱۷۸- بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند.

۱۷۹- آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند.

۱۸۰- جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که پیش ماده در آن قرار می گیرد.

۱۸۱- ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، فراورده یا محصول خوانده می شوند.

۱۸۲- بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند .

۱۸۳- به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند کوآنزیم می گویند.

۱۸۴- وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود.

۱۸۵- بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.

۱۸۶- هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص موثر است. بنابراین گفته می شود که آنزیم ها عمل اختصاصی دارند.

۱۸۷- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

۱۸۸- اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.

۱۸۹- آیا می توانید مثالی از این نوع آنزیم ها بیاورید؟

۱۹۰- آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند.

۱۹۱- به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور

مقداری از آنها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

۱۹۲- عوامل متعددی از جمله pH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تاثیر می گذارند.

۱۹۳- pH محیط: pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثال pH خون حدود ۴/۷ است. البته pH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می باشد.

۱۹۴- هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می گویند؛ مثلا pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند pH بهینه حدود ۸ دارند.

۱۹۵- تغییر pH محیط با تاثیر بر پیوند های شیمیایی مولکول پروتئین می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

۱۹۶- دما: آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند.

۱۹۷- آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

۱۹۸- غلظت آنزیم و پیش ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیادتر شود تولید فراورده در واحد زمان افزایش می یابد.

۱۹۹- افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می شود.

۲۰۰- تب بالا خطرناک است.

۲۰۱- مواد موجود در سلول های ما، به دو دسته کلی تقسیم می شوند: مواد آلی و مواد معدنی.

۲۰۲- مواد آلی اصلی بدن ما شامل کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپید ها و

نوکلئیک اسیدها هستند.

۲۰۳- نوکلئیک اسیدها به ۲ دسته دئوکسی ریبونوکلئیک اسیدها (DNA دنا) و ریبونوکلئیک اسیدها (RNA رنا) تقسیم بندی می شوند.

۲۰۴- ترکیبات آلی در قسمت های مختلف سلول حضور دارند و کارهای مهم و حیاتی را انجام می دهند.

۲۰۵- فسفولیپید ها از خانواده لیپید ها هستند که در ساختار غشا وجود دارند.

۲۰۶- پادتن ها، پروتئین های مکمل و آنزیم های لیزوزومی همگی نوعی پروتئین هستند و در ایمنی بدن نقش دارند.

۲۰۷- از کربوهیدرات های معروف می توانیم به گلیکوژن که منبع ذخیره قند جانوران است و یا سلولز که در ساختار دیواره سلول های گیاهی شرکت دارد، اشاره کنیم.

۲۰۸- زیست شناسان همه سلول های دنیا را به دو دسته کلی پروکاریوتی و یوکاریوتی تقسیم می کنند.

۲۰۹- یاخته پروکاریوتی: یاخته ای است که هسته و سایر اندامک های غشادار یاخته ای مثل دیسه، راکیزه (میتوکندری)، شبکه آندوپلاسمی و ... را ندارد و ماده وراثتی آن، درون سیتوپلاسم قرار گرفته است. پروکاریوت ها شامل باکتری ها هستند.

۲۱۰- یاخته یوکاریوتی: یوکاریوت ها پیچیده تر هستند؛ این یاخته ها هسته و سایر اندامک های غشادار یاخته ای را دارند و بیشتر ماده وراثتی آن ها درون هسته قرار دارد. به غیر از باکتری ها، سایر موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران، یوکاریوت هستند.

۲۱۱- میتوکندری و کلروپلاست هم ماده وراثتی دارند؛ در واقع ماده وراثتی در سلول های یوکاریوتی شامل ماده وراثتی هسته ای و سیتوپلاسمی (غیرهسته ای) می شود.

۲۱۲- هسته ای درون هسته است و سیتوپلاسمی (غیرهسته ای) در میتوکندری ها و پلاست ها است.

۲۱۳- درسته که هسته، فقط در یوکاریوت ها دیده می شود، ولی این موضوع به این معنی نیست که هر سلول بدون هسته ای، حتما پروکاریوتی است

۲۱۴- بعضی از سلول های یوکاریوتی هسته خود را از دست می دهند و بنابراین با این که یوکاریوتی اند، ولی هسته ندارند؛ مثل گویچه های قرمز بالغ در انسان و یا سلول های آوند آبکشی در گیاهان.

۲۱۵- هسته اندامکی دوغشایی است که فرماندهی یاخته را بر عهده دارد و از طریق پیام هایی که از هسته سلول صادر می شود، ویژگی های یاخته مثل شکل و اندازه آن تعیین می شود.

۲۱۶- در واقع در بدن ما انواعی از سلول ها وجود دارد که شکل و کارشان متفاوت از یکدیگر است و علت آن برمی گردد به دستوراتی که هسته شان صادر می کند.

۲۱۷- نورون های ما باریک و درازند، آکسون و دندریت دارند و می توانند پیام عصبی تولید کنند.

۲۱۸- بعضی از سلول ها در چشم ما، به نور حساس اند و آن را به پیام عصبی تبدیل می کنند (همان گیرنده های نوری)

۲۱۹- سلول های ماهیچه قلبی، رشته ای و منشعب هستند و به دلیل ارتباط ویژه ای (صفحات بینابینی) که با هم دارند پیام انقباض را به سرعت در سراسر قلب پخش می کنند.

۲۲۰- به طور کلی درون هسته، دنا (DNA) و پروتئین های متصل به آن (از جمله هیستون ها)، رنا (RNA)، انواعی از آنزیم ها و یک سری چیزهای دیگر وجود دارد. در بین این ها، دنا از همه مهم تر است و تقریبا همه کارهای یاخته، تحت فرمان دنا انجام می شود.

۲۲۱- دنا همان ماده وراثتی (ذخیره کننده اطلاعات وراثتی) سلول است که از تعداد زیادی ژن تشکیل شده است؛ در واقع اگر DNA را شبیه یک قطار در نظر بگیریم؛ ژن ها، واگن های این قطار هستند.

۲۲۲- ژن ها عامل بروز ویژگی های سلول و تنظیم کننده فعالیت های آن هستند؛ مثلا در نورون، این ژن ها هستند که باعث می شوند نورون، آکسون و دندریت داشته باشد و بتواند پیام عصبی تولید کند.

۲۲۳- تاثیر دنا بر روی سلول های ما و ویژگی هایش خیلی زیاد است. امروزه با استفاده از دنای افراد هویت انسان ها را به سادگی مشخص می کنند.

۲۲۴- در پزشکی شخصی با خواندن مولکول دنای افراد مختلف از بیماری های

مختلف ژنتیکی که افراد ممکن است در آینده به آن مبتلا شوند خبردار می شوند.
۲۲۵- دنا درون هسته با پروتئین هایی همراه است.
۲۲۶- چون دنا خیلی دراز است و همین طوری توی هسته جا نمی شود. هیستون ها از جمله پروتئین های موجود در هسته هستند، می آیند و دنا را فشرده می کنند و در هسته جایش می دهند.
۲۲۷- وقتی سلول در حال تقسیم نیست (در اینترفاز) فشردگی کروموزوم های هسته کم تر و به صورت توده ای از رشته های درهم است که به آن کروماتین می گویند.
۲۲۸- هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام نوکلئوزوم تشکیل شده که در آن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی هیستون پیچیده است.
۲۲۹- در مرحلهG1 چرخه سلولی، کروموزوم ها تک کروماتیدی هستند. از آن جایی که هر کروماتید معادل یک مولکول دنا است، پس در مرحله G1 هر کروموزوم یک مولکول دنا دارد.
۲۳۰- وقتی سلول وارد مرحله S می شود، همانندسازی دنا رخ می دهد و در انتهای مرحله S، کروموزوم ها، مضاعف (دوکروماتیدی) هستند. در این زمان تعداد کروموزوم ها ثابت مانده اما مقدار ماده وراثتی هسته و تعداد کروماتیدها دو برابر می شود.
۲۳۱- یک کروموزوم مضاعف شده، از دو کروماتید خواهری تشکیل شده است که این کروماتید ها در محل سانترومر به هم متصل هستند.
۲۳۲- با شروع تقسیم یاخته، فشردگی کروموزوم ها بیشتر می شود به طوری که با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می شوند. در این زمان، کروموزوم ها فشرده شده اند و دیگر به آن ها نمی گوییم کروماتین.
۲۳۳- یکی از مهم ترین ویژگی های DNA، قابلیت به ارث رسیدن آن است.
۲۳۴- در واقع زمانی که سلول یوکاریوتی تقسیم می شودو سلول های جدیدی را به وجود می آورد، دنای سلول مادری به سلول های جدید منتقل می شود.
۲۳۵- هم چنین در طی تولید مثل جنسی و غیرجنسی، ماده وراثتی می تواند به سلول های نسل بعد منتقل شود؛ مثلا به طور معمول در طی تولید مثل جنسی،

گامت های نر و ماده به وجود می آیند که به ترتیب حامل نیمی از ماده وراثتی فرد نر و فرد ماده هستند.

۲۳۶- با لقاح گامت نر و گامت ماده، کروموزوم ها و در واقع ژن های این دو سلول در کنار هم قرار می گیرند و سلول تخم به وجود می آید. در نهایت با رشد و نمو سلول تخم، جاندار جدید به وجود می آید که ژن های نسل قبل را به ارث برده است.

۲۳۷- وقتی دنا از نسلی به نسل دیگر منتقل می شود، اطلاعات و دستوراتی را هم که در آن ذخیره شده است، با خودش به سلول های جدید منتقل می کند. این سلول ها می توانند با توجه به دستورات دنا، شکل و کار ویژه ای داشته باشند.

۲۳۸- اطلاعات اولیه ای که در مورد ماده وراثتی به دست آمده، نتیجه آزمایش های گریفیت است گریفیت یک باکتری شناس بود.

۲۳۹- در زمان گریفیت، فکر می کردند که عامل بیماری آنفلوآنزا، نوعی باکتری به ناماستریتوکوکوس نومونیا است؛ برای همین گریفیت تلاش می کرد که با انجام آزمایش هایی، واکسنی علیه این باکتری بسازد.

۲۴۰- امروزه می دانیم که اولا عامل آنفلوآنزا، ویروس ها هستند نه باکتری ها و دوما استرپتوکوکوس نومونیا عامل بیماری سینه پهلو است نه آنفلوآنزا.

۲۴۱- واکسن همان میکروب کشته شده یا ضعیف شده و یا سم خنثی شده و یا آنتی ژن عامل بیماری زا است.

۲۴۲- وقتی واکسن تزریق می کنیم بدن ما به تولید سلول های خاطره و پادتن می پردازد به همین دلیل ما در برابر آن بیماری ایمن می شویم. این نوع ایمنی، ایمنی فعال نام دارد.

۲۴۳- گریفیت با دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا [نوع پوشینه دار (کپسول دار) و نوع بدون پوشینه (بدون کپسول)]، آزمایش هایی را روی موش ها انجام داد.

۲۴۴- نوع کپسول دار استرپتوکوکوس نومونیا در برابر سیستم ایمنی موش مقاوم است، برای همین در موش بیماری سینه پهلو ایجاد می کند و در نهایت باعث مرگ آن می شود؛ در حالی که نوع بدون کپسول این باکتری، نمی تواند در برابر سیستم ایمنی موش مقاومت کند؛ بنابراین از بین می رود و موش را بیمار نمی

کند.

۲۴۵- کپسول، لایه ای از جنس پلی ساکارید است که در بعضی از باکتری ها بر روی دیواره سلولی دیده می شود.

۲۴۶- کپسول به عنوان یک لایه حفاظتی عمل می کند و مقاومت باکتری را در برابر شرایط نامساعد و حتی سیستم ایمنی میزبان افزایش می دهد. علاوه بر این، کپسول کارهای دیگری را مانند کمک به چسبیدن باکتری به سطوح مختلف، انجام می دهد.

۲۴۷- به طور کلی، آزمایش های گریفیت بر روی باکتری استرپتوکوکوس نومونیا را می توانیم در ۴ مرحله بررسی کنیم.

۲۴۸- مرحله اول:گریفیت در این مرحله، باکتری های زنده کپسول دار را به موش ها تزریق کرد؛ موش ها بیمار شدند و بعد از مدتی مردند.

۲۴۹- مرحله دوم: در این مرحله، گریفیت باکتری های زنده بدون کپسول را به موش های مشابه مرحله قبل، تزریق کرد. این موش ها مبتلا به بیماری سینه پهلو نشدند و زنده ماندند.

۲۵۰- با انجام مرحله های اول و دوم، گریفیت مشاهده کرد که باکتری های زنده کپسول دار، موش ها را بیمار می کنند؛ در حالی که باکتری های زنده بدون کپسول، باعث بیماری در موش ها نمی شوند؛ در نتیجه این فکر به ذهن گریفیت خطور کرد که کپسول فرق این دوتاست و شاید کپسول عامل بیماری زایی باکتری استرپتوکوکوس نومونیا و در نتیجه عامل مرگ موش ها است.

۲۵۱- مرحله سوم: گریفیت برای این که بفهمد کپسول به تنهایی عامل بیماری زایی و مرگ موش ها است یا نه باکتری های کپسول دار را با گرما کشت و سپس آن ها را به موش ها تزریق کرد. پس از مدتی گریفیت مشاهده کرد موش ها بیمار نشدند و زنده ماندند؛ پس نتیجه گرفت که کپسول باکتری به تنهایی، عامل مرگ موش ها نیست.

۲۵۲- در واقع کپسول باکتری استرپتوکوکوس نومونیا در بیماری زایی و مرگ موش ها نقش دارد، (چون کپسول باعث مقاومت باکتری در برابر سیستم ایمنی موش می شود) اما خود کپسول به تنهایی عامل بیماری زایی و مرگ موش نیست باید باکتری زنده باشد تا بتواند بیماری زا باشد و حالا اگر باکتری کپسول دار، زنده

نباشد، مثل باکتری بدون کپسول زنده نمی تواند باعث بیماری موش ها بشود.
۲۵۳- مرحله چهارم: گریفیت در این مرحله باکتری های زنده بدون کپسول را با باکتری های کپسول دار کشته شده با گرما، مخلوط کرد و به موش ها تزریق کرد (ترکیب مرحله دوم و سوم).
۲۵۴- طبیعتا چیزی که انتظار داریم، زنده ماندن موش هاست چون باکتری های زنده بدون کپسول و باکتری های کپسول دار کشته شده با گرما، هر کدام جدا جدا کشنده نبودند اما نتیجه آزمایش غیرمنتظره بود و گریفیت مشاهده کرد که همه موش ها بیمار شدند و مردند.
۲۵۵- گریفیت فهمید که تعدادی از باکتری های بدون کپسول (نه همه شون)، کپسول دار شده اند.
۲۵۶- از نتایج آزمایش های گریفیت مشخص شد که یک چیزی که به آن می گوییم ماده وراثتی از باکتری های کپسول دار کشته شده با گرما به باکتری های بدون کپسول زنده منتقل شده و موجب کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول می شود، اما ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن در آزمایش های گریفیت مشخص نشد.
۲۵۷- امروزه می دانیم که دنا ماده وراثتی است. در واقع دستورات لازم برای ساخت کپسول، توسط ژن های موجود در همین مولکول دنا صادر می شود؛ پس اولا فرق باکتری های کپسول دار و بدون کپسول، این است که کپسول دار ها ژن ساختن کپسول را دارند، دوما با انتقال ماده وراثتی از باکتری های کپسول دار کشته شده به باکتری های بدون کپسول، ژن های مربوط به کپسول سازی هم به باکتری های بدون کپسول منتقل می شود و این باکتری ها هم توانایی کپسول سازی را کسب می کنند.
۲۵۸- در این زمان نه گریفیت و نه دانشمندان دیگر، هنوز نمی دانستند که ماده وراثتی، همان DNA است و نمی دانستند که چگونه ماده وراثتی از باکتری های کپسول دار کشته شده به باکتری های بدون کپسول منتقل شده است. ماهیت ماده وراثتی بعدا ایوری کشف کرد.
۲۵۹- در مرحله چهارم آزمایش گریفیت، باکتری های کپسول داری که با گرما کشته شده بودند، ماده وراثتی شان در برابر گرما از بین نرفته بود و به باکتری

های بدون کپسول منتقل شده بود. پس نتیجه می گیریم که DNA باکتری در برابر گرمایی که باکتری را از بین می برد، مقاوم است.

۲۶۰- به نوع ژن هایی که یک سلول و یا جاندار دارد، ژن نمود (ژنوتیپ) و به شکل ظاهری یا حالت بروزیافته آن، مثل اندازه، رنگ، داشتن یا نداشتن کپسول و ... رخ نمود (فنوتیپ) گفته می شود.

۲۶۱- فنوتیپ یک سلول توسط ژنوتیپ آن تعیین می شود و این ژنوتیپ است که مشخص می کند یک سلول چه ویژگی هایی داشته باشد.

۲۶۲- در مرحله چهارم آزمایش گریفیت، انتقال ژن به باکتری های بدون کپسول، باعث تغییر در ژنوتیپ آن ها می شود (یک سری ژن بهشون اضافه می شود) که در نهایت، تغییر در ژنوتیپ باکتری های بدون کپسول، باعث کپسول دار شدن آن ها و در نتیجه تغییر در فنوتیپ آن ها می شود.

۲۶۳- پس در این آزمایش ابتدا تغییر در ژنوتیپ رخ داده و سپس در نتیجه آن، صفت (فنوتیپ) جدیدی در باکتری های بدون کپسول ایجاد شده است. اسم این فرآیند انتقال صفت است.

۲۶۴- درست است که باکتری های مورد استفاده گریفیت ۲ نوع بودند اما این ۲ نوع از گونه های متفاوتی نبودند. هر دوی این باکتری ها متعلق به یک گونه هستند.

۲۶۵- اگر ژن های یک گونه در بدن گونه دیگر قرار داده شود جاندار حاصل نوعی جاندار تراژن است. با توجه به هم گونه بودن باکتری های گریفیت در آزمایش های او جاندار تراژن تولید نشد

۲۶۶- در کدام آزمایش ها بدن موش در برابر باکتری پاسخ ایمنی ایجاد می کند؟ در همه آزمایش ها با این تفاوت که دستگاه ایمنی موش در برابر باکتری های بدون پوشینه و یا کشته شده موفق و در برابر باکتری پوشینه دار شکست خورده است پس در همه آزمایش ها در بدن موش پادتن ضدباکتری نام برده دیده می شود.

۲۶۷- گریفیت آزمایش هایی بی ربط به ماده وراثتی انجام داد تا واکسنی را علیه عامل بیماری آنفلوآنزا که فکر می کرد باکتری استرپتوکوکوس نومونیا است، تولید کند. در این آزمایش ها اتفاق عجیبی رخ داد که همان کپسول دار شدن باکتری

های بدون کپسول بود در آن زمان گریفیت و سایر دانشمندان نمی دانستند که ماهیت ماده وراثتی چیست و دقیقا چه نوع ماده ای از باکتری های کپسول دار به باکتری های بدون کپسول منتقل می شود و آن ها را کپسول دار می کند.

۲۶۸- ایوری و همکارانش، ثابت کردند که ماده وراثتی همان دنا (DNA) است و این دنا بوده که در آزمایش گریفیت، باعث کپسول دار شدن باکتری های بدون کپسول شده است.

۲۶۹- ایوری و همکاران سه تا آزمایش اصلی برای کشف عامل موثر در انتقال صفات انجام دادند. آن ها با انجام آزمایش های اول و دوم به ترتیب به این نتیجه رسیدند که پروتئین ها ماده وراثتی نیستند و ماده وراثتی همان DNA است؛ اما دانشمندان دیگر حرف ایوری را قبول نمی کردند؛ به همین دلیل، ایوری آزمایش سوم را انجام داد و نظریه اش را ثابت کرد.

۲۷۰- آزمایش اول ایوری: دانشمندان در زمان ایوری، تصورشان بر این بود که همه کارهای سلول و همه اتفاقاتی که در آن رخ می دهد، توسط پروتئین ها انجام می شود. برای همین بسیاری از دانشمندان، تصور می کردند که پروتئین ها ماده وراثتی هستند.

۲۷۱- ایوری ابتدا عصاره باکتری های کشته شده کپسول دار را استخراج و همه پروتئین های موجود در آن را تخریب کرد. او این کار را با کمک آنزیم های تجزیه کننده پروتئین ها یعنی پروتئازها انجام داد. سپس باقی مانده محلول را به محیط کشت باکتری های فاقد کپسول اضافه کرد و بعد دید که انتقال صفت رخ داده است (مشابه آزمایش چهارم گریفیت).

۲۷۲- در واقع ایوری با حذف پروتئین ها از عصاره باکتری ها، مشاهده کرد که هم چنان انتقال صفت بین باکتری ها انجام می شود؛ پس نتیجه گرفت که ماهیت ماده وراثتی، پروتئینی نیست و ممکن است نوکلئیک اسید، کربوهیدرات و یا ... باشد.

۲۷۳- آزمایش دوم: ایوری در آزمایش دوم، عصاره استخراج شده از باکتری های کپسول دار کشته شده را در سانتریفیوژ (گریزانه) با سرعت بالا قرار داد و با این کار، مواد موجود در مخلوط را به صورت لایه لایه از هم جدا کرد. در نهایت، ایوری لایه ها را که شامل موادی بودند که براساس چگالی تفکیک شده بودند، به صورت

جداگانه به محیط کشت حاوی باکتری بدون کپسول اضافه کرد و مشاهده کرد که انتقال صفت تنها با لایه ای که حاوی DNA است، انجام می شود و تنها توسط این لایه، استرپتوکوکوس نومونیا های بدون کپسول، کپسول دار می شوند.

۲۷۴- در سانتریفیوژ، مواد با سرعت بالایی می چرخند و براساس نیروی گریز از مرکز، از هم جدا می شوند. برای این کار مخلوط را درون لوله هایی می ریزند که با چرخش دستگاه، لوله ها به سمت خارج از مرکز حرکت کرده و به حالت تقریبا افقی قرار می گیرند. حالا هر چه قدر ماده ای چگالی بیشتری داشته باشد، سریع تر حرکت می کند و به ته لوله نزدیک تر می شود بنابراین در سانتریفیوژ مواد براساس چگالی شان، در لایه های مختلفی قرار می گیرند و این جوری مواد مختلف از هم جدا می شوند.

۲۷۵- ایوری براساس این آزمایش نتیجه گرفت که عامل اصلی و موثر در انتقال صفت بین باکتری های استرپتوکوکوس نومونیا و به عبارت بهتر، ماهیت اصلی ماده وراثتی، دنا است.

۲۷۶- آزمایش سوم: ایوری و همکارانش می دانستند که به طور کلی، ۴ نوع ماده آلی اصلی در سلول های زنده وجود دارد؛ نوکلئیک اسیدها، پروتئین ها، لیپید ها و کربوهیدرات ها؛ بنابراین آنزیم های تخریب کننده این مواد را که به ترتیب شامل نوکلئاز ها، پروتئاز ها، لیپاز ها و کربوهیدراز ها هستند، تهیه کردند.

۲۷۷- ایوری، عصاره باکتری های کپسول دار کشته شده را استخراج کرد؛ سپس این عصاره را به چهار قسمت تقسیم کرد و هر یک از قسمت ها را در لوله آزمایش جداگانه ای ریخت. بعد به هر لوله آزمایش، فقط یکی از انواع آنزیم های تخریب کننده را اضافه کرد، سپس محتویات هر یک از لوله ها را به محیط کشت حاوی باکتری های بدون کپسول اضافه کرد و منتظر ماند تا باکتری ها فرصت انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند.

۲۷۸- در نهایت ایوری مشاهده کرد که در همه محیط کشت ها، انتقال صفت انجام می شود، به جز ظرفی که حاوی نوکلئاز (آنزیم تخریب کننده دنا) است پس به این شکل ثابت کرد که ماده وراثتی، DNA است.

۲۷۹- در واقع دنا در ظرفی که ایوری به آن آنزیم تخریب کننده DNA اضافه کرده بود، تخریب شد؛ بنابراین دیگر DNA ای وجود نداشت که به باکتری های بدون

کپسول منتقل و باعث کپسول دار شدن آن ها شود اما در ظرف های دیگر، DNA تخریب نشده بود و انتقال صفت رخ داد. در همه مراحل سه گانه آزمایش ایوری انتقال صفت رخ داد اما این اتفاق (تخریب DNA) فقط در مرحله چهارم آزمایش گریفیت رخ داد.

۲۸۰- نوکلئیک اسیدها شامل دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (دنا DNA) و ریبونوکلئیک اسید (رنا RNA) هستند.

۲۸۱- دنا و رنا هر دو بسپارهایی (پلی مرهایی) از واحدهای تکرارشونده به نام نوکلئوتید هستند.

۲۸۲- نوکلئوتیدها، تکپار (مونومر) های نوکلئیک اسیدها هستند.

۲۸۳- مونومرها، واحدهای کوچک، یکسان و یا تقریبا شبیه به هم هستند که در کنار یکدیگر قرار می گیرند و مولکول های درشتی به نام پلی مر را می سازند؛ مثلا نشاسته یک پلی مر است که از تکرار مونومر هایی به نام گلوکز ساخته شده است یا مثلا پروتئین ها، پلی مرند و از مونومرهای آمینواسیدی ساخته شده اند.

۲۸۴- هر نوکلئوتید از سه قسمت تشکیل شده است؛ قند پنج کربنه، باز آلی نیتروژن دار و یک تا سه گروه فسفات.

۲۸۵- قند نوکلئوتید، قندی که در ساختار نوکلئوتید ها وجود دارد، یک قند پنج کربنه است. این قند پنج کربنه از یک حلقه پنج ضلعی تشکیل شده است.

۲۸۶- نوع قند در DNA متفاوت از RNA است؛ قند DNA از نوع دئوکسی ریبوز و قند RNA از نوع ریبوز است.

۲۸۷- دئوکسی ریبوز در ساختارش نسبت به ریبوز یک اتم اکسیژن کم تر دارد.

۲۸۸- نوکلئوتید ها به طور کلی از ۱ تا ۳ گروه فسفات تشکیل شده اند.

۲۸۹- نوکلئوتید های آزاد در سیتوپلاسم، معمولا حاوی ۳ گروه فسفات هستند؛ اما زمانی که در ساختار دنا یا رنا قرار می گیرند، دو گروه فسفات خود را از دست می دهند و تک فسفاته می شوند.

۲۹۰- در یک نوکلئوتید یکی از فسفات ها از طریق نوعی پیوند کووالانسی به قند پنج کربنه متصل می شود. به این پیوند، پیوند قند فسفات گفته می شود.

۲۹۱- اگر نوکلئوتید حاوی دو یا سه گروه فسفات باشد، فسفات های دیگر از طریق پیوندهای بین فسفاتی، به فسفات اول متصل می شوند. پس، نوکلئوتید سه

فسفاتی، ۲ پیوند بین فسفاتی و نوکلئوتید دوفسفاتی، یک پیوند بین فسفاتی دارد.

۲۹۲- هر نوکلئوتید، حاوی یک باز آلی نیتروژن دار است. این بازها، از ۱ یا ۲ حلقه آلی تشکیل شده اند و در ساختارشان نیتروژن دارند.

۲۹۳- باز های آلی نیتروژن دار، به ۲ گروه پورین و پیریمیدین تقسیم می شوند؛ پورین ها ساختار دوحلقه ای دارند و شامل آدنین (A) و گوانین (G) هستند؛ در مقابل، پیریمیدین ها ساختار تک حلقه ای دارند و شامل سیتوزین (C)، یوراسیل (U) و تیمین (T) هستند.

۲۹۴- در DNA، باز آلی یوراسیل شرکت ندارد و به جای آن، تیمین وجود دارد؛ در مقابل، RNA هم تیمین ندارد و به جای آن، یوراسیل دارد.

۲۹۵- سایر باز های آلی (A،C و G) هم در RNA و هم در DNA دیده می شوند.

۲۹۶- قند نوکلئوتیدها، پنج کربنه است. قند پنج کربنه نوکلئوتید، یک حلقه ۵ ضلعی است که در ۴ راس آن کربن و در یک راس آن اکسیژن قرار دارد. کربن پنجم هم در شاخه ای است که به فسفات متصل است.

۲۹۷- نوکلئوتیدها در نوع قند، نوع باز آلی که دارند و تعداد فسفات هایی که در خودشان دارند با هم فرق دارند.

۲۹۸- دقت کنید که چون قند موجود در نوکلئوتید های دنا و رنا با هم فرق دارد، پس در هر صورت، مونومرها یا زیرواحدهای دنا و رنا با هم فرق دارند حتی اگر بازهای آلی مشابهی داشته باشند.

۲۹۹- در هر نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار از طریق نوعی پیوند کووالانسی (پیوند قند باز) به قند پنج کربنه متصل می شود.

۳۰۰- پس هر نوکلئوتید ۳ قسمت دارد؛ قند پنج کربنه، باز آلی و گروه فسفات.

۳۰۱- قند پنج کربنه در وسط قرار گرفته و ساختار حلقه ای دارد.

۳۰۲- نوکلئوتید ها از طریق نوعی پیوند کووالانسی به هم متصل می شوند و رشته ای می سازند به نام رشته پلی نوکلئوتیدی.

۳۰۳- برای این که نوکلئوتیدی بتواند به نوکلئوتید مجاورش متصل شود، دوتا از سه فسفات خود را از دست می دهد، سپس با فسفات باقی مانده اش از طریق پیوند کووالانسی به گروه هیدروکسیلی (OH) قند نوکلئوتید مجاورش متصل می

شود. در این حالت بین دو نوکلئوتید یک پیوند فسفودی استر تشکیل می شود. در واقع پیوند فسفودی استر، پیوند بین دو قند (از دو نوکلئوتید مجاور) است که به واسطه گروه فسفات ایجاد می شود. برای ایجاد پیوند فسفودی استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل نوکلئوتید مجاور متصل می شود. شاید با توجه به این جمله، تصور شود که پیوند فسفودی استر، پیوندی بین فسفات یک نوکلئوتید با قند نوکلئوتید مجاورش است، اما این جمله دقیق نیست.

۳۰۴- در واقع وقتی نوکلئوتیدها به هم متصل می شوند، حد فاصل OH قند یک نوکلئوتید تا قند نوکلئوتید دیگر، دو پیوند استری وجود دارد که مجموع این دو پیوند را پیوند فسفودی استر می گوییم.

۳۰۵- در یک سر رشته پلی نوکلئوتیدی گروه هیدروکسیل و در سر دیگر آن گروه فسفات قرار دارد؛ پس نتیجه می گیریم که یک رشته خطی پلی نوکلئوتیدی، همیشه دو سر متفاوت دارد.

۳۰۶- اگر رشته پلی نوکلئوتیدی رنا باشد، یعنی نوکلئوتیدهایش قند ریبوز داشته باشد و در بین باز های آلی خود، به جای تیمین، یوراسیل داشته باشد، این رشته تک وتنها و بدون این که با رشته دیگری همراه شود، به مولکول رنا تبدیل می شود؛ پس رنا یک نوکلئیک اسید تک رشته ای است.

۳۰۷- اگر رشته پلی نوکلئوتیدی دنا باشد، یعنی نوکلئوتیدهایش قند دئوکسی ریبوز داشته باشند و در بین بازهایش به جای یوراسیل، تیمین داشته باشد، این رشته به یک رشته پلی نوکلئوتیدی دیگری که مکمل آن است متصل می شود و دو رشته پلی نوکلئوتیدی با همدیگر، یک مولکول دنا را به وجود می آورند؛ پس یک مولکول دنا از دو رشته پلی نوکلئوتیدی تشکیل می شود.

۳۰۸- مولکول دنا به دو شکل وجود دارد: دنای خطی و دنای حلقوی.

۳۰۹- دنای حلقوی: برای تشکیل دنای حلقوی، دو انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی استر به همدیگر متصل می شوند.

۳۱۰- دنای پروکاریوت ها (باکتری ها) حلقوی است.

۳۱۱- دنای حلقوی فقط در پروکاریوت ها دیده نمی شود. بلکه دنای موجود در پلاست و میتوکندری یوکاریوت ها هم حلقوی است.

۳۱۲- دنای خطی: در دنای خطی، دو انتهای رشته پلی نوکلئوتیدی به هم متصل

نمی شوند به طوری که در یک انتهای هر رشته پلی نوکلئوتیدی گروه فسفات و در انتهای دیگر آن گروه هیدروکسیل (از قند) آزاد قرار دارد. دنای موجود در هسته سلول های یوکاریوتی، خطی است.

۳۱۳- اگر مولکول دنای خطی و حلقوی، تعداد نوکلئوتید های برابری داشته باشند، دنای حلقوی دوتا پیوند فسفودی استر بیشتر از دنای خطی دارد، چون برای ایجاد دنای حلقوی، سر های آن با دوتا پیوند فسفودی استر به هم وصل می شوند.

۳۱۴- رنا همیشه خطی است پس دو سر متفاوت دارد.

۳۱۵- دانشمندان فکر می کردند که هر چهار نوع باز آلی موجود در DNA (یعنی A، T، C و G) به نسبت برابر در سراسر مولکول DNA توزیع شده اند. برای همین انتظار داشتند که اگر مولکول DNA هر جانداری را بیرون بکشند و تعداد باز های آلی نیتروژن دار آن را بشمرند، مقدار A = T = C = G خواهد بود.

۳۱۶- فرق نوکلئوتیدهای دنا فقط در نوع بازهای آلی آن ها است.

۳۱۷- چارگاف، DNA چندتا جاندار مختلف را تهیه و میزان باز های آلی نیتروژن دار آن ها را اندازه گیری کرد او طی تحقیقاتش مشاهده کرد که در DNAها، مقدار باز A برابر با باز T و مقدار باز C برابر با باز G است اما متاسفانه نتوانست دلیل این مشاهده را کشف کند.

۳۱۸- قبل از چارگاف فکر می کردند همه بازها با هم برابرند یعنی G = C = T = A است. اما چارگاف فهمید که: ۱ - T فقط با A و همین طور G فقط با C برابر است. ۲- مجموع تعداد T و A لزوما با مجموع تعداد C و G برابر نیست

۳۱۹- ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس، تصاویری را از مولکول DNA تهیه کردند، آن ها با بررسی این تصاویر، به ۳ یافته جدید و مهم در مورد DNA پی بردند: ۱- DNA، مولکولی مارپیچی شکل است. ۲- DNA بیش از یک رشته دارد. ۳- ابعاد مولکول DNA را تشخیص دادند.

۳۲۰- این دانشمندان با استفاده از تصاویر حاصل از پرتوهای ایکس، نتوانستند تعداد دقیق رشته های DNA را مشخص کنند و تنها فهمیدند که DNA هر چی که هست بیش از یک رشته دارد

۳۲۱- برای کشف ساختار پروتئین ها هم از اشعه X استفاده شده است.

۳۲۲- واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های به

دست آمده از تصاویر تهیه شده با پرتوهای ایکس توسط فرانکلین و ویلکینز و یافته های خودشان، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را برای DNA ارائه دادند و به خاطر کشف ارزشمندشان جایزه نوبل گرفتند. جالب است بدانید که این مدل هنوز هم مورد تایید دانشمندان است.

۳۲۳- در مدل پیشنهادی واتسون و کریک هر مولکول DNA از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است که این دو رشته از طریق پیوند های هیدروژنی بین بازهای آلی به هم متصل هستند. دو رشته پلی نوکلئوتیدی DNA، حول یک محور طولی فرضی پیچیده اند و ساختار مارپیچ دورشته ای را به وجود آورده اند.

۳۲۴- معمولا برای درک راحت مدل مارپیچ دورشته ای، آن را با یک نردبان مارپیچی مقایسه می کنند. در این حالت ستون های این نردبان شامل قندهای دئوکسی ریبوز و فسفات ها است. هر پله این نردبان هم حاوی یک جفت باز آلی نیتروژن دار است. جفت باز های هر پله، با همدیگر مکمل اند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی استر و بین بازهای روبه روی هم، پیوند هیدروژنی برقرار است.

۳۲۵- پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می دارد.

۳۲۶- پیوند بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می شود. مثلا به طور طبیعی بین بازهای A و C پیوند هیدروژنی تشکیل نمی شود بلکه پیوند های هیدروژنی اختصاصی بین جفت بازهای A و T و جفت بازهای C و G که مقابل هم در دو رشته دنا هستند، تشکیل می شود و در واقع باز های آلی در یک رشته DNA، مکمل باز های آلی رشته مقابل هستند.

۳۲۷- از نظر واتسون و کریک، بازهای A و T با هم و بازهای C و G هم با همدیگر مکمل اند و وقتی در دنا روبه روی هم قرار می گیرند، بینشان پیوند هیدروژنی تشکیل می شود. به این جفت بازها، باز های مکمل گفته می شود.

۳۲۸- بین جفت بازهای C و G نسبت به A و T پیوند های هیدروژنی بیشتری تشکیل می شود؛ پس C و G در دو رشته مکمل به طور محکم تری به هم چسبیده اند و جداکردنشان سخت تر است.

۳۲۹- بین نوکلئوتید آدنین دار و نوکلئوتید تیمین دار، اگر در دو رشته، مقابل هم باشند، پیوند هیدروژنی و اگر در یک رشته، مجاور هم باشند پیوند فسفودی استر

تشکیل می شود (در مورد نوکلئوتیدهای سیتوزین دار و گوانین دار هم همین طور).

۳۳۰- قرارگیری جفت باز های مکمل روبه روی هم در مولکول DNA، دوتا نتیجه مهم را در پی دارد: ۱- باعث یکسان بودن قطر مولکول در سراسر آن می شود. ۲- وجود جفت باز های مکمل باعث می شود که اگر بتوانیم نوکلئوتید های یک رشته DNA را شناسایی کنیم، دیگر نیازی به شناسایی نوکلئوتید های رشته مقابل نداشته باشیم و به راحتی بتوانیم نوکلئوتید های آن را حدس بزنیم

۳۳۱- اگر به جفت باز ها دقت کنیم، می بینیم که یک باز تک حلقه ای (پیریمیدینی) در مقابل یک باز دوحلقه ای (پورینی) قرار می گیرد؛ مثلا در مورد جفت باز A-T،A دوحلقه ای و T تک حلقه ای است. این موضوع باعث می شود که همه جفت بازهای مکمل درDNA؛ ۳ حلقه ای باشند؛ در نتیجه قطر همه جفت باز های مکمل یکسان است و باعث می شود که مولکول DNA در سراسر خود قطر یکسانی داشته باشد.

۳۳۲- ثابت ماندن قطر DNA باعث پایداری مولکول DNA می شود.

۳۳۳- اگر نوکلئوتید های یک رشته DNA، حاوی باز های AATCCCGGT باشد، رشته مکمل آن حاوی باز های TTAGGGCCA خواهد بود.

۳۳۴- در یک مولکول DNA، دو رشته توالی نوکلئوتیدی یکسانی ندارند بلکه توالی نوکلئوتید ها در دو رشته، مکمل یکدیگر است

۳۳۵- پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل، دو رشته دنا را مقابل هم نگه می دارد.

۳۳۶- انرژی پیوند هیدروژنی نسبت به پیوند کووالانسی کم تر است، اما به دلیل وجود تعداد زیادی نوکلئوتید در ساختار مولکول دنا و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن ها، به مولکول دنا حالت پایدارتری می دهند.

۳۳۷- در مواقع مورد نیاز، پیوند های هیدروژنی در بعضی نقاط DNA شکسته می شود و دو رشته در این نقاط از هم جدا می شوند، بدون این که پایداری دنا از بین برود.

۳۳۸- رنا از روی بخشی از یکی از رشته های دنا ساخته می شود.

۳۳۹- شباهت های دنا و رنا: ۱ - نوکلئوتیدهای هر دو از سه قسمت: قند پنج کربنه،

باز آلی نیتروژن دار و یک گروه فسفات تشکیل شده اند. ۲- در هر دو، نوکلئوتیدها در حالت آزاد سه گروه فسفات دارند و هنگام قرارگیری در رشته پلی نوکلئوتیدی، دو گروه فسفات خود را از دست می دهند و تک فسفاته می شوند. ۳- در هر دو، در ساختار نوکلئوتیدها، باز آلی با پیوند قند باز و گروه فسفات با پیوند قند فسفات به قند پنج کربنه متصل می شود. ۴- در هر دو، نوکلئوتید های مجاور هم با تشکیل پیوند فسفودی استر به همدیگر متصل می شوند.

۳۴۰- تفاوت های دنا و رنا: ۱ - مولکول دنا دورشته ای ولی مولکول رنا تک رشته ای است. ۲- نوع قند در نوکلئوتید های رنا، ریبوز و در نوکلئوتید های دنا، دئوکسی ریبوز است. ۳- از نظر باز های آلی، در نوکلئوتیدهای رنا بازهای گوانین، سیتوزین، آدنین و یوراسیل و در نوکلئوتیدهای دنا بازهای گوانین، سیتوزین، تیمین و آدنین وجود دارد. در واقع رنا و دنا از نظر داشتن باز تیمین و یوراسیل با هم تفاوت دارند.

۳۴۱- گاهی رنا در بخش هایی پیچ و تاب می خورد و در این قسمت ها بین نوکلئوتیدهای مکمل پیوند هیدروژنی برقرار می شود. پس یادتان باشد که در نوکلئیک اسید تک رشته ای هم ممکن است بین بازهای مکمل پیوند هیدروژنی مشاهده شود. این را هم می شود به شباهت های رناها و دناها اضافه کرد البته در هیدروژنی مشاهده شود. این را هم می شود به شباهت های رناها و دناها اضافه کرد البته در حالت خاص نه همیشه

۳۴۲- به طور کلی در سلول انواع مختلفی از رنا وجود دارد که همه رناها از روی دنا ساخته می شوند. این رناها کارها و نقش های مختلف و متعددی دارند.

۳۴۳- سه نوع مهم رنا عبارت اند از: tRNA، mRNA و rRNA.

۳۴۴- mRNA (رنای پیک): رنای پیک وظیفه دارد که دستور و اطلاعات ساخت پروتئین ها را از دنا که در هسته (البته در یاخته های یوکاریوتی) است به طرف ریبوزوم ها (رناتن ها) که در سیتوپلاسم هستند، ببرد.

۳۴۵- یاخته های پروکاریوتی هم mRNA دارند. در این یاخته ها هم دنا و هم ریبوزوم ها در سیتوپلاسم هستند. میتوکندری و پلاست ها هم دنا و رنای خاص خودشان را دارند

۳۴۶- tRNA (رنای ناقل): پروتئین ها از واحد هایی به نام آمینواسید ساخته می

شوند. کار رنای ناقل این است که آمینواسید ها را به ریبوزوم ها منتقل می کند تا ریبوزوم ها این آمینواسید ها را به هم متصل کنند و پروتئین بسازند.

۳۴۷- rRNA (رنای رناتنی رنای ریبوزومی): rRNA همان طور که از نامش مشخص است، در ساختار ریبوزوم ها شرکت دارد.

۳۴۸- ریبوزوم ها از دو بخش بزرگ و کوچک تشکیل شده اند که جنس هر دو قسمت، پروتئین + rRNA است. رنای رناتنی نقش آنزیمی نیز دارد.

۳۴۹- علاوه بر نقش های گفته شده برخی از رناها در تنظیم بیان ژن نیز نقش دارند.

۳۵۰- rRNA تنها آنزیم غیرپروتئینی است این آنزیم همان طور که گفتیم در پروتئین سازی نقش دارد.

۳۵۱- پس هر سه نوع RNA، در پروتئین سازی نقش دارند. رنای پیک دستور و اطلاعات پروتئین سازی را می آورد به ریبوزوم و رنای ناقل هم آمینواسید های لازم را رنای ریبوزومی هم اگر نباشد که اصلا ریبوزومی وجود نخواهد داشت تا پروتئین بسازد.

۳۵۲- در دنا نوکلئوتیدها در کنار هم قرار می گیرند و واحدهایی به نام ژن را می سازند؛

۳۵۳- چون مولکول دنا دورشته ای است. پس ژن شامل هر دو رشته است.

۳۵۴- ژن بخشی از مولکول دنا است که از طریق ساختن یا حتی نساختن رناها، کنترل امور سلول را در دست دارد. اگر به اصطلاح، ژن روشن یا بیان بشود می تواند به تولید رنا و یا در نهایت پلی پپتید بینجامد در واقع ژن ها وظیفه رهبری سلول را بر عهده دارند و عامل بروز صفات هستند؛ مثلا این که نورون، حاوی رشته های دندریت و آکسون است و پیام عصبی تولید می کند، ولی سلول های ماهیچه قلبی رشته ای و منشعب هستند و منقبض می شوند، برمی گردد به دستوراتی که از سمت ژن های این سلول ها صادر می شود. در واقع این ژن ها هستند که صفت ها و ویژگی های ارثی ما را تعیین می کنند.

۳۵۵- صفات خصوصیات ارثی ما هستند که توسط پروتئین ها تعیین می شوند و این ژن های متفاوت هستند که دستور ساخت پروتئین ها را می دهند و از طریق ساخت پروتئین های متفاوت، باعث ایجاد تفاوت بین گونه های مختلف

و حتی جانداران یک گونه می شوند، اما مسئله این جاست که در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر دنا با ژن هایش در هسته است و ریبوزو م ها که کارخانه پروتئین سازی سلول هستند در سیتوپلاسم قرار دارند، پس باید یک مولکولی میانجی دستور ساخت پروتئین را از هسته بیاورد به سیتوپلاسم. این مولکول میانجی جنسش رنا است و از روی ژن ساخته می شود.

۳۵۶- علاوه بر این که نوکلئوتیدها در ساختار رنا و دنا نقش دارند، نقش های مهم دیگری هم دارند، مثلا ATP یا همان آدنوزین تری فسفات، مولکولی است پرانرژی که در مواقع مورد نیاز، انرژی اش را در اختیار سلول قرار می دهد.

۳۵۷- در واقع طی فرآیندهایی مثل تنفس یاخته ای، انرژی نهفته در غذایی که می خوریم (انرژی موجود در قند، چربی، پروتئین های غذا)، در مولکول ATP ذخیره می شود و زمانی که سلول ها به انرژی نیاز دارند، انرژی از ATP آزاد می شود و در اختیار سلول قرار می گیرد.

۳۵۸- ATP از سه بخش تشکیل شده است؛ یک باز آلی آدنین، یک قند ریبوز و سه گروه فسفات.

۳۵۹- در ATP دو پیوند بین فسفاتی وجود دارد که انرژی مولکول ATP در این پیوند ها نهفته شده است.

۳۶۰- با تجزیه مولکول ATP، به دنبال شکسته شدن یکی از پیوند های بین فسفاتی و جداشدن یک فسفات، انرژی ذخیره شده در آن، آزاد می شود. در این واکنش مولکول ADP ایجاد می شود که برخلاف ATP، دو گروه فسفات دارد.

۳۶۱- مولکول ADP می تواند طی فرآیندهایی با دریافت انرژی موجود در مواد آلی مثل قندها، پروتئین ها و ...، مجددا به ATP تبدیل شود.

۳۶۲- در واقع ATP منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت های مختلف از آن استفاده می کند.

۳۶۳- برخی از فعالیت های وابسته به مصرف انرژی ATP؛ ۱- جذب کلسیم و آهن در روده باریک ۲- جذب ویتامین B۱۲ همراه با عامل داخلی معده به روش درون بری در روده باریک ۳- بازجذب مواد از نفرون به خون (در بیشتر موارد) ۴- بازگشت یون کلسیم به شبکه آندوپلاسمی در پایان انقباض ماهیچه ۵- فعالیت پمپ سدیم پتاسیم ۶- بارگیری و باربرداری آبکشی در مدل مونش در گیاهان

۳۶۴- در سلول های یوکاریوتی اصلی ترین بخش ATP درون میتوکندری سلول ها ساخته می شود.

۳۶۵- واکنش تولید ATP که تنفس یاخته ای نام دارد در حضور O۲ انجام می شود. این واکنش به شکل مقابل است: آب + کربن دی اکسید + ATP <----- فسفات و ADP + اکسیژن + گلوکز

۳۶۶- ATP با روش های مختلفی در بدن تولید می شود که یک سری از این روش ها نیاز به اکسیژن دارد و یک سری دیگر نه.

۳۶۷- از کرآتین فسفات ATP ایجاد می شود که در آن به O۲ نیازی نداریم، در صورتی که در طی سوختن گلوکز (که از واکنش های مربوط به تولید ATP است) به اکسیژن نیاز داریم.

۳۶۸- مولکول های دیگری مثل NADH،FADH۲ و NADPH هم از نوکلئوتیدها ساخته شده اند. این مولکول ها نقش حامل های الکترون را در فرآیندهای سلولی مثل تنفس سلولی و فتوسنتز عهده دار هستند.

۳۶۹- DNA می تواند از سلولی به سلول دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل شود.

۳۷۰- وقتی یکی از سلول های بدنمان تقسیم میتوز + تقسیم سیتوپلاسم انجام می دهد، دو سلول جدید ایجاد می کند که محتوای ژنتیکی هر دو سلول جدید، برابر و مشابه با سلول مادری (سلول قدیمی) است؛ این یعنی هم سلول مادری و هم هر یک از سلول های دختر (جدید)، هر کدام در هسته شان ۴۶ کروموزوم دارند. پس قبل از این که سلول مادری تقسیم شود، یک جوری از روی DNA های درون هسته اش، یک نسخه دیگر ساخته می شود، تا سلول مادری از هر DNA ای، دو نسخه داشته باشد تا بتواند به هر سلول دختری، یک نسخه از آن را بدهد.

۳۷۱- به فرآیندی که در آن از یک مولکول DNA مادری با یک توالی مشخص، دوتا مولکول DNA دختر ایجاد می شود که توالی آن ها یکسان و ترتیب و تعداد نوکلئوتیدهای آن ها همانند دنای مادری است، همانندسازی DNA می گویند.

۳۷۲- به این علت همانندسازی DNA نام دارد، چون در حالت معمول، طی همانندسازی از یک مولکول DNA، دوتا عین و همانند خودش ساخته می شود.

۳۷۳- مراحلی را که یک سلول یوکاریوتی از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی

می گذراند، چرخه سلولی می گویند.

۳۷۴- چرخه سلولی شامل مراحل اینترفاز (G1؛ S؛ و G2،) و تقسیم (هسته و سیتوپلاسم) است. در مرحله اینترفاز سلول برای تقسیم هسته آماده می شود.

۳۷۵- در مرحله S اینترفاز، مولکول های DNA درون هسته همانند سازی می کنند و هر کروموزوم که تک کروماتیدی است و یک DNA دارد، مضاعف (دوکروماتیدی) می شود؛ پس یک کروموزوم دوکروماتیدی، ۲ مولکول DNA دارد. حالا وقتی که سلول مادری تقسیم میتوز انجام می دهد، در مرحله آنافاز، کروماتیدهای خواهری کروموزوم های مضاعف از هم جدا می شوند تا در نهایت هر سلول دختری، یک نسخه از هر مولکول دنا را دریافت کند.

۳۷۶- در مدل مولکولی واتسون و کریک می بینیم که در دنا، یک رشته مکمل رشته دیگر آن است. وجود رابطه مکملی بین بازهای دنا، به ما می فهماند که درون سلول ها، این امکان وجود دارد که از روی یک رشته پلی نوکلئوتیدی، رشته پلی نوکلئوتیدی جدید و مکمل آن ساخته شود. دانستن همین موضوع کافی بود تا دانشمندان را به فکر فرو ببرد که همانندسازی DNA به چه شکلی و به چه طریقی انجام می شود. بر همین اساس، دانشمندان طرح های مختلفی را برای همانندسازی DNA پیشنهاد دادند.

۳۷۷- همانندسازی حفاظتی: در این طرح، مولکول دنای مادری (اولیه) حفظ می شود به طوری که طی همانندسازی، از DNA قبلی (اولیه یا همان مادری)، دوتا مولکول DNA ایجاد می شود که یکی از این مولکول های دنا، هر دو رشته اش قدیمی و متعلق به دنای اولیه است و مولکول دنای دیگر، حاوی دوتا رشته کاملا جدید یا نوساز است. پس از اتمام همانندسازی حفاظتی، سلول مادری تقسیم می شود و دوتا سلول جدید را به وجود می آورد. هم زمان با تقسیم سلول مادری، مولکول دنایی که حاوی هر دو رشته پلی نوکلئوتیدی مادری یا اولیه است، وارد یکی از سلول های جدید و مولکول دنای دیگر که هر دو رشته اش جدید است، وارد سلول دیگر می شود. چون در این طرح، هر دو رشته دنای اولیه، دست نخورده و حفاظت شده باقی می مانند و با هم وارد یکی از سلول های جدید می شوند؛ به این طرح، همانندسازی حفاظتی گفته می شود.

۳۷۸- همانندسازی نیمه حفاظتی: همان طرحی است که امروزه همه دانشمندان

قبولش دارند. در این طرح، ابتدا از روی هر رشته دنای اولیه، یک رشته جدید و مکمل ساخته می شود؛ پس فعلا۴تا رشته وجود دارد که دوتایش اولیه و دوتایش جدید هستند. در ادامه هر رشته اولیه به همراه یکی از رشته های جدید، یک مولکول دنا را به وجود می آورند. هم زمان با تقسیم سلول مادری، هر یک از این مولکول های دنا به یکی از سلول های دختری منتقل می شوند. به این طرح می گویند نیمه حفاظتی، چون در این طرح مولکول DNA اولیه، دست نخورده باقی نمی ماند و کل آن (یعنی دو رشته با هم) به یکی از سلول های جدید منتقل نمی شود بلکه هر یک از رشته های DNA اولیه به همراه یک رشته جدید، به یک سلول دختری منتقل می شود و نیمی از مولکول دنا حفظ می شود.

۳۷۹- همانندسازی غیرحفاظتی (پراکنده): در این طرح هیچ یک از رشته های DNA اولیه (قبلی)، دست نخورده باقی نمی مانند و دناهای حاصل حاوی قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید به صورت پراکنده هستند. بر طبق طرح غیرحفاظتی هر دو رشته یک مولکول دنای حاصل دارای قطعات قدیمی و جدید است و هر دو مولکول حاصل مشابه هم هستند. در واقع الگوی استفاده از قطعات جدید و قدیمی در هر دو مولکول دنای حاصل، شبیه هم است.

۳۸۰- در بین این سه طرح ارائه شده برای همانندسازی، روش غیرحفاظتی تنها روشی است که در آن پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای دنای مادری شکسته می شود و در هر رشته بین نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی پیوند فسفودی استر تشکیل می شود.

۳۸۱- در هر سه طرح در نهایت از یک مولکول دنا، دو مولکول دنا حاصل می شود.

۳۸۲- در طرح حفاظتی از دو مولکول حاصل یکی هر دو رشته اش کاملا قدیمی و مولکول دیگر کاملا هر دو رشته اش جدید است.

۳۸۳- در طرح نیمه حفاظتی، در هر دو مولکول دنای حاصل، یکی از رشته ها قدیمی و دیگری جدید است

۳۸۴- در طرح غیرحفاظتی در هر رشته مولکول دنا، بعضی قسمت ها قدیمی و بعضی قسمت ها جدید هستند.

۳۸۵- کدام یک از طرح های پیشنهادی برای همانند سازی دنا، مورد تایید است؟ این سوالی بود که مزلسون و استال به آن پاسخ دادند. آن ها فرضیه های مختلف

ارائه شده را بررسی کرده و با توجه به امکانات، آزمایشی را طراحی کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که دنا به روش نیمه حفاظتی همانندسازی می کند.

۳۸۶- مزلسون و استال برای این که به پاسخ قانع کننده ای برسند، باید در آزمایشگاه شرایطی را فراهم کنند تا دنا همانندسازی کند، سپس دنا های جدید را با دنای قدیمی یا اولیه مقایسه کنند.

۳۸۷- برای این کار در ابتدا باید بتوانند رشته های پلی نوکلئوتیدی نوساز موجود در مولکول های دنای دختری را از رشته های دنای مادری تشخیص بدهند. به همین دلیل آن ها دنا را با نوکلئوتیدهایی که ایزوتوپ سنگین نیتروژن (N۱۵)داشتند نشانه گذاری کردند.

۳۸۸- در واقع دنای معمولی که در سلول هایمان وجود دارد، حاوی عنصر نیتروژن از نوع N۱۴ در بازهای آلی خود است. مزلسون و استال با واردکردن N۱۵ به ساختار دناها، باعث شدند که دناهای نشانه گذاری شده، سنگین تر باشند و چگالی بیشتری نسبت به دناهای معمولی داشته باشند.

۳۸۹- اگر دناهای نشانه گذاری شده و معمولی را در گریزانه با سرعت بالا قرار دهند، دنای نشانه گذاری شده چون چگالی بیشتری دارد، سریع تر هم حرکت می کند و به سمت ته لوله می رود ولی دنای معمولی چون سبک تر است، در بالای لوله می ماند و این جوری می توانند دنا ها را از هم تشخیص دهند.

۳۹۰- در هسته اتم، پروتون ها و نوترون ها قرار دارند. به مجموع پروتون های درون هسته یک اتم، عدد اتمی و به مجموع پروتون ها و نوترون های آن، عدد جرمی گفته می شود.

۳۹۱- ایزوتوپ ها، اتم های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوتی دارند در واقع این اتم ها پروتون های یکسانی دارند ولی تعداد نوترون هایشان با هم متفاوت است.

۳۹۲- مزلسون و استال فهمیدند که دنا به روش نیمه حفاظتی همانندسازی می کند.

۳۹۳- مزلسون و استال برای نشانه گذاری دنا، باکتری های E.coli را در محیط کشت دارای N۱۵ قرار دادند. خب باکتری ها شروع کردند به انجام تقسیم دونیم شدن.

۳۹۴- طی تقسیم دو نیم شدن به دنبال همانندسازی دنا، باکتری از وسط نصف می شود و در نهایت دو باکتری جدید به وجود می آید که هر کدام یک نسخه دنا دارند که این دو نسخه دارای دنایی با توالی یکسان هستند.

۳۹۵- پس از چندین نسل رشد و تکثیر باکتری ها در این محیط، باکتری هایی تولید شدند که دنای آن ها N۱۵ داشت و بنابراین دنای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند.

۳۹۶- باکتری ها برای همانندسازی به نوکلئوتید نیاز دارند، پس باکتری ها از N۱۵ استفاده کردند و بازهای آلی مورد نیازشان را ساختند و سپس باکتری ها با استفاده از این بازهایی که N۱۵ دارند، نوکلئوتیدهای جدید می سازند و بعدا از این نوکلئوتیدهای حاوی N۱۵ برای همانندسازی استفاده می کنند و در نهایت در این محیط کشت دارای N۱۵، باکتری هایی تولید شدند که دنای سنگین تری نسبت به باکتری های اولیه داشتند.

۳۹۷- مزلسون و استال در ادامه، تعدادی از باکتری ها را از محیط کشت جدا کردند و دنایشان را که حاوی N۱۵ بود، استخراج کردند و در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت قرار دادند و در سرعتی بسیار بالا گریز دادند، چون هر دو رشته دنا نوکلئوتیدهای دارای N۱۵ داشتند، چگالی سنگینی داشته و پس از سانتریفیوژ در انتهای لوله یک نوار تشکیل شد که حاوی دناهای N۱۵ دار بود.

۳۹۸- در آزمایش از شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت استفاده می کنیم؛ به طوری که از ته به سمت سر لوله محلول رقیق تر می شود. بنابراین مولکول دنا با توجه به چگالی اش در یک قسمت محلول که با آن هم چگال است به دام می افتد. حالا با توجه به این که چگالی هر قسمت از محلول را می دانیم که چه قدر است می توانیم با توجه به آن، چگالی دنای گیرکرده در آن قسمت را حدس بزنیم

۳۹۹- مزلسون و استال باکتری های باقی مانده از مرحله قبل (N۱۵ دارها) را به محیط کشت دارای N۱۴ منتقل کردند. تقسیم باکتر ی ها حدود ۲۰ دقیقه طول می کشد، در نتیجه این دو دانشمند ۲۰ دقیقه بعد، باکتری ها را از محیط کشت جدا و برای سنجش چگالی دنای باکتر ی ها، دنای آن ها را استخراج کردند و

دنای استخراج شده را دوباره در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت قرار دادند و در سانتریفیوژ با سرعت بسیار بالا گریز دادند.

۴۰۰- نتیجه این شد که دیدند دنای باکتری های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط N۱۴ (بعد از ۲۰ دقیقه)، پس از سانتریفیوژ یک نوار تشکیل می دهد، آن هم در میانه لوله این یعنی این که دناهای باکتری های دور اول همانندسازی در محیط N۱۴، چگالی متوسطی دارند که نه به طرف ته لوله رفته اند (مخصوص سنگین ها) و نه به طرف سر یا بالای لوله (مخصوص سبک ها) آمده اند.

۴۰۱- وقتی باکتری هایی که دنای N۱۵ دار دارند، در محیط کشت حاوی N۱۴ قرار می گیرند، تقسیم می شوند و طی همانندسازی دنای آن ها، دو رشته دنا از هم جدا می شوند و مقابل هر رشته مادری یا قدیمی که N۱۵ دارد، یک رشته مکمل و جدید با نوکلئوتیدهای N۱۴ تشکیل می شود (چون محیط کشت جدید N۱۴ دارد). بنابراین دناهای دختری، یک رشته قدیمی N۱۵ دار و یک رشته جدید N۱۴ دار دارند پس دناهای دختری، چگالی متوسطی دارند که میانگینی از چگالی دنای N۱۵ دار و دنای N۱۴ دار است.

۴۰۲- مزلسون و استال اجازه دادند که باکتری های دور اول همانندسازی، باز هم به رشد و تکثیر خود در محیط کشت دارای N۱۴ ادامه دهند و باکتری های دور دوم همانندسازی در محیط N را ایجاد کنند. آن ها پس از گذشت ۲۰ دقیقه دیگر (حدود ۴۰ دقیقه از ابتدای قرارگیری در محیط N۱۴) تعدادی از باکتری های دور دوم همانند سازی را از محیط کشت جدا کردند و دنایشان را استخراج کردند و دوباره آن را در شیبی از محلول سزیم کلرید با غلظت های متفاوت قرار دادند و سپس محلول را با سرعت بسیار بالا سانتریفیوژ کردند.

۴۰۳- پس از سانتریفیوژ دیدند که ای بابا این بار دوتا نوار تشکیل شده است؛ یک نوار در میانه لوله و یک نوار در بالای (سر) لوله.

۴۰۴- از آن جایی که این دو نوار ضخامت یکسانی داشتند، پس یعنی تعداد دنا هایی که در این دو نوار جمع شده اند، با هم برابرند بنابراین آن ها نتیجه گرفتند که نیمی از دناهای باکتری های نسل دوم، چگالی سبک (یعنی N۱۴) و نیمی دیگر چگالی متوسطی دارند.

۴۰۵- هر باکتری حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت N۱۴، یک دنای

حلقوی دارد که یک رشته آن N۱۵ دار و رشته دیگر N۱۴ دار است. بنابراین با همانندسازی دنای آن ها، این دو رشته از هم جدا می شوند، سپس از روی رشته N۱۵ دار، یک رشته جدید و مکمل N۱۴ دار (چون محیط فقط دارای N۱۴ است و N۱۵ ندارد) و از روی رشته دیگر که N۱۴ دار است، رشته جدید و مکمل N۱۴ دار تشکیل می شود؛ بنابراین پس از دور دوم همانندسازی، دو نوع مولکول دنا از نظر چگالی ایجاد می شود که یکی دارای دو رشته N۱۴ دار است و چگالی سبکی دارد (هر دو رشته در محیط کشت دارای N۱۴ ساخته شده و رشته های نوساز هستند) و دیگری حاوی یک رشته N۱۵ دار و یک رشته N۱۴ دار است و چگالی متوسطی دارد (یک رشته در محیط کشت دارای N۱۴ و رشته دیگر در محیط کشت دارای N۱۵ ساخته شده است، یعنی یک رشته نوساز و رشته دیگر قدیمی است).

۴۰۶- مزلسون و استال با انجام این آزمایش ها فهمیدند که دنا به روش نیمه حفاظتی همانندسازی می کند.

۴۰۷- مزلسون و استال طرح های پیشنهادی دیگر با این آزمایش ها رد کردند. چون اگر همانندسازی دنا به روش حفاظتی باشد، در این حالت در دور اول همانندسازی در محیط کشت دارای N۱۴، از هر باکتری دوتا باکتری جدید ایجاد می شود که یکی از آن ها هر دو رشته اش مادری (قدیمی) است و N۱۵ دارد و باکتری دیگر هر دو رشته نوساز را دارد و دارای N۱۴ است.

۴۰۸- در نتیجه پس از سانتریفیوژ، یک نوار در انتهای لوله (حاوی دنای سنگین) و یک نوار در بالای لوله (حاوی دنای جدید و سبک) تشکیل می شود اما در آزمایش مزلسون و استال، پس از سانتریفیوژ در انتهای دور اول همانندسازی، تنها یک نوار در میانه لوله تشکیل شد.

۴۰۹- مزلسون و استال تا این جای کار طرح حفاظتی را رد کردند. می ماند طرح های نیمه حفاظتی و غیرحفاظتی. چون هر دو پس از سانتریفیوژ دور اول یک نوار تشکیل می دهند؛ چون بر اساس طرح نیمه حفاظتی پس از دور اول همانندسازی دناهایی خواهیم داشت که یک رشته N۱۵ و یک رشته N۱۴ دارند و پس از سانتریفیوژ فقط یک نوار در میانه لوله تشکیل می دهند بر اساس طرح غیرحفاظتی هم پس از دور اول همانندسازی دناهایی خواهیم داشت که در هر

رشته شان قطعاتی از رشته های جدید و قدیمی دارند و در ضمن الگوی قرارگیری این قطعات پراکنده هم، یکسان است. در این حالت هم پس از دور اول همانندسازی، یک نوار در میانه لوله تشکیل می شود. به همین دلیل مزلسون و استال رفتند سراغ مرحله بعدی آزمایش شان و دیدند که وقتی دنای باکتری های حاصل از دور دوم همانندسازی را گریز می دهند، دو نوار تشکیل می شود یکی در بالای لوله و دیگری در میانه این مشاهده تاییدکننده طرح نیمه حفاظتی بود. چرا؟ چون اگر الگوی همانندسازی غیرحفاظتی برقرار بود دوباره پس از سانتریفیوژ، فقط یک نوار تشکیل می شد؛ چرا که براساس طرح غیرحفاظتی، هر چند مرحله همانندسازی هم که انجام شود، باز دناهایی ایجاد می شود که در هر رشته شان دارای قطعاتی از رشته های قدیمی و جدید هستند و الگوی قرارگیری این قطعات رشته های جدید و قدیمی در تمام مولکول های دنای آن دور همانندسازی ثابت است و در نتیجه تمام این مولکول های دنا چگالی یکسانی دارند.

۴۱۰- مزلسون و استال ثابت کردند که DNA به شکل نیمه حفاظتی همانندسازی می کند.

۴۱۱- به طور کلی عوامل مختلفی در همانندسازی DNA نقش دارند که مهم ترین آن ها عبارت اند از: ۱- مولکول دنا (به عنوان الگو) ۲- نوکلئوتید های آزاد (واحدهای سازنده) ۳- آنزیم ها

۴۱۲- طی همانندسازی، دنای مادری به عنوان الگو عمل می کند و دوتا مولکول دنای یکسان ایجاد می کند.

۴۱۳- آنزیم دنابسپاراز با توجه به نوکلئوتید هایی که در هر رشته دنای مادری (الگو) وجود دارد، رشته مکمل (نوساز) آن را می سازد.

۴۱۴- نوکلئوتیدها، واحدهای سازنده دنا هستند؛ پس هر جا که قرار است دنایی ساخته شود، باید واحدهای آن هم وجود داشته باشد تا آنزیم دنابسپاراز بتواند این نوکلئوتیدها را کنار همدیگر قرار دهد و رشته های پلی نوکلئوتیدی جدید را بسازد.

۴۱۵- نوکلئوتیدها از سه قسمت قند، فسفات و باز آلی تشکیل شده اند.

۴۱۶- هر نوکلئوتید آزاد، در ابتدا دارای سه گروه فسفات است که وقتی دنابسپاراز

آن را انتخاب می کند تا در ساختار رشته جدید قرار دهد، در لحظه اتصال به رشته پلی نوکلئوتیدی در حال ساخت، دو گروه فسفاتش را از دست می دهد و تک فسفاته می شود.

۴۱۷- قند همه نوکلئوتیدهای آزادی که بعدا در ساختار دنا قرار می گیرند، از نوع دئوکسی ریبوز است و باز آلی شان ممکن است یکی از باز های آدنین، تیمین، سیتوزین و یا گوانین باشد.

۴۱۸- آنزیم های مختلفی در فرآیند همانندسازی دنا نقش دارند که مهم ترین آن ها، آنزیم هلیکاز و دنابسپاراز (DNA پلی مراز) است.

۴۱۹- در سلول های یوکاریوتی، چرخه یاخته ای شامل مراحل اینترفاز و تقسیم (میتوز یا میوز + تقسیم سیتوپلاسم) است.

۴۲۰- اینترفاز شامل ۳ مرحله G1؛ S؛ و G2 است. G1 اولین مرحله چرخه یاخته ای است. در این مرحله یاخته رشد می کند. در G1 دنای موجود در هسته یوکاریوت ها به شکل رشته های باریک و در هم تنیده کروماتین است. کروماتین با پروتئین هایی همراه است که مهم ترین آن ها هیستون ها هستند. کار این پروتئین ها کمک به فشرده کردن دنا است.

۴۲۱- سلول وقتی که وارد مرحله S می شود، دنای هسته ای آن همانندسازی می کند. در این مرحله به عنوان اولین اقدام جهت همانندسازی پیچ و تاب دنا باز می شود، سپس پروتئین های هیستون از دنا جدا می شوند؛ بنابراین نوکلئوزوم های موجود در هسته، باز می شوند و فشردگی کروماتین از بین می رود. این کار توسط آنزیم های خاصی انجام می شود. حالا مولکول های دنا، هیستون هایشان جدا شده و آماده همانندسازی هستند.

۴۲۲- طبق مدل مولکولی نردبان مارپیچ واتسون و کریک، دنا مولکولی دورشته ای است که حول یک محور فرضی، پیچیده است.

۴۲۳- برای این که از روی دنای مادری، همانندسازی شود، در ابتدا

۴۲۴- باید حالت مارپیچی آن باز شود؛ هلیکاز آنزیمی است که این حرکت را انجام می دهد و مارپیچ دنا را باز می کند. بعد از این که هلیکاز نردبان مارپیچ دنا را باز می کند، در قسمتی از دنا، با شکستن پیوندهای هیدروژنی بین بازهای مکمل، دو رشته آن را از هم جدا می کند.

۴۲۵- این جوری نیست که هلیکاز همان اول کار، دو رشته دنا را کاملا از هم جدا کند بلکه فقط در منطقه خاصی دو رشته دنای مادری را از هم جدا می کند و بقیه قسمت های دنا بسته می مانند، سپس به صورت تدریجی این کار بازکردن دو رشته را ادامه می دهد و همان طور که رشته ها در محل های مخصوص باز می شوند همانندسازی هم انجام می شود تا این که در نهایت دو مولکول دنا خواهیم داشت.

۴۲۶- در محلی که دو رشته دنا از هم باز شد همانندسازی هم از چپ انجام می شود و هم از راست هر کدام از این دو جهت که حالتی شبیه به Y دارند یک دوراهی همانندسازی هستند.

۴۲۷- اگر همانندسازی از هر دو جهت انجام شود در بخش بازشده دنا دوتا دوراهی همانندسازی خواهیم داشت و همانندسازی سریع تر انجام می شود، اما اگر همانندسازی فقط از یک جهت انجام شود تنها یک دوراهی همانندسازی خواهیم داشت.

۴۲۸- بعد از این که هلیکاز قسمتی از دنای مادری را باز می کند، انواع دیگری از آنزیم ها وارد عمل می شوند مهم ترین این آنزیم ها، دنابسپاراز (DNA پلی مراز) است. دنابسپاراز در طول رشته مادری حرکت می کند و نوکلئوتید های آن را یکی یکی نگاه می کند و نوکلئوتیدهایی با باز مکمل را در مقابل آن ها قرار می دهد، یعنی در مقابل Tها، A (و بالعکس) و در مقابل Cها، G (و بالعکس) را قرار می دهد. همین طور که دنابسپاراز در طول رشته مادری جلو می رود و مقابل نوکلئوتید های آن، نوکلئوتید های جدید و مکمل قرار می دهد، بین نوکلئوتید های جدید مجاور هم پیوند فسفودی استر تشکیل می دهد. به این کار دنابسپاراز، فعالیت پلی مرازی (بسپارازی) گفته می شود، پس در فعالیت بسپارازی، بین نوکلئوتیدها، پیوند فسفودی استر ایجاد می شود.

۴۲۹- مثلا اگر رشته مادری حاوی دو نوکلئوتید پشت سر هم با بازهای A و C باشد، دنابسپاراز ابتدا مقابل A،T و سپس در مقابل C،G را قرار می دهد و طی یک حرکت بین نوکلئوتید حاوی باز T و نوکلئوتید حاوی باز G، پیوند فسفودی استر تشکیل می دهد و این جوری رشته پلی نوکلئوتیدی جدید را تولید می کند.

۴۳۰- زمانی که نوکلئوتیدی در برابر نوکلئوتید مکملش قرار می گیرد، بین بازهای

آلی آن ها، پیوند های هیدروژنی تشکیل می شود پس می توان گفت دنابسپاراز به طور غیرمستقیم در تشکیل پیوند های هیدروژنی بین بازهای مکمل رشته مادری و رشته جدید نقش دارد و شرایط را برای تشکیل این پیوند ها فراهم می کند.

۴۳۱- به خاطر وجود رابطه مکملی بین بازهای آلی نیتروژن دار، دنابسپاراز، مکمل هر باز را در روبه رویش قرار می دهد. به خاطر همین همانندسازی دنا با دقت زیادی انجام می شود اما دنابسپاراز ممکن است اشتباه کند و نوکلئوتید غیرمکملی را در برابر نوکلئوتیدهای رشته مادری قرار دهد؛ مثلا در مقابل نوکلئوتیدی با باز A، به جای T، نوکلئوتیدی با باز C را قرار دهد. دنابسپاراز برای جلوگیری از این اشتباه، هر بار بعد از این که نوکلئوتید جدیدی را مقابل نوکلئوتیدهای رشته مادری قرار داد و آن را با پیوند فسفودی استر به نوکلئوتید مجاور متصل کرد، برمی گردد و رابطه مکملی نوکلئوتید را بررسی می کند اگر نوکلئوتید درست انتخاب نشده باشد نوکلئوتید نادرست را برمی دارد و به جایش نوکلئوتید صحیح را می گذارد. برای این کار، پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید جدید نادرست و نوکلئوتید مجاورش را می شکند و نوکلئوتید نادرست را برمی دارد. به توانایی بریدن دنا، فعالیت نوکلئازی می گویند که در آن پیوند فسفودی استر شکسته می شود. دنابسپاراز به جای نوکلئوتید نادرست، نوکلئوتید جدید صحیح را قرار می دهد و بین آن و نوکلئوتید مجاور، پیوند فسفودی استر برقرار می کند. به فرآیندی که در آن با فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز، اشتباهات همانندسازی رفع می شود، ویرایش می گویند.

۴۳۲- دنابسپاراز طی همانندسازی دوتا فعالیت دارد؛ پلی مرازی و نوکلئازی. طی فعالیت پلی مرازی از دنای مادری الگوبرداری می کند. بین نوکلئوتیدهای مجاور، پیوند فسفودی استر تشکیل می دهد و رشته پلی نوکلئوتیدی جدید را می سازد و طی فعالیت نوکلئازی اش، برای رفع اشتباه در قراردادن نوکلئوتید مکمل، پیوند فسفودی استر را می شکند تا نوکلئوتید نادرست را بردارد. حالا هم زمان با این که دنابسپاراز از دنای مادری الگوبرداری می کند، هلیکاز قسمت های جلوتر دنای مادری را باز می کند؛ دوباره دنابسپاراز در طول دنای مادری جلو می رود و فعالیت پلی مرازی اش را انجام می دهد؛ باز دوباره هلیکاز قسمت های جلوتر را باز می

کند و ... . هم چنین هم زمان در عقب دنابسپاراز، دنای جدید ساخته شده حول محور فرضی می پیچد و مارپیچی شکل می شود. این روند به قدری انجام می شود تا کل دنا همانندسازی شود. در این حالت از روی هر رشته پلی نوکلئوتیدی قدیمی، یک رشته پلی نوکلئوتیدی جدید ساخته شده است؛ در نهایت هر رشته قدیمی به همراه یک رشته جدید، با همدیگر یک دنای دختری را به وجود می آورند سپس پروتئین های هیستون روی آن قرار می گیرند و نوکلئوزوم ها تشکیل می شوند و دنای نوساز فشرده و پیچشی می شود.

۴۳۳- هلیکاز دو رشته دنای مادری را از هم باز می کند، نکته مهمی که در این جا وجود دارد، این است که در این قسمت بازشده دنا، همانندسازی ممکن است از یک طرف یا از هر دو طرف پیش برود.

۴۳۴- اگر همانندسازی از یک طرف بخش بازشده دنا پیش برود، در این حالت می گویند همانندسازی یک جهتی انجام می شود و اگر همانندسازی از هر دو طرف بخش بازشده دنا پیش برود، می گویند که همانندسازی دوجهتی زمانی که همانندسازی دوجهتی است، از هر دو طرف بخش بازشده دنا یک آنزیم هلیکاز دنای مادری را مثل زیپ باز می کند و دو رشته آن را از هم جدا می کند.

۴۳۵- هر طرف بخش بازشده دنا، ظاهر ۷شکل دارد که به آن دوراهی همانندسازی می گویند؛ پس در همانندسازی دوجهتی، در یک بخش بازشده دنا، دوتا دوراهی همانندسازی ایجاد می شود.

۴۳۶- در هر دوراهی همانندسازی این موارد مشاهده می شود:۱ - یک آنزیم هلیکاز و دوتا دنابسپاراز و انواع دیگری از آنزیم ها ۲- شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنای مادری توسط آنزیم هلیکاز ۳- فعالیت پلی مرازی دنابسپاراز؛ قراردادن نوکلئوتیدهای مکمل مقابل نوکلئوتیدهای مادری (که همراه با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین آن هاست) و اتصال نوکلئوتیدهای جدید به همدیگر با ایجاد پیوند فسفودی استر ۴- فعالیت نوکلئازی دنابسپاراز که طی آن پیوند فسفودی استر شکسته می شود (البته این مورد را ممکن است ببینیم و آن هم در هنگام ویرایش).

۴۳۷- همه سلول های زنده به دو دسته یوکاریوتی (هوهسته ای) و پروکاریوتی (پیش هسته ای) تقسیم می شوند.

۴۳۸- پروکاریوت ها شامل همه باکتری ها هستند. این سلول ها اندامک های غشادار از جمله هسته ندارند و ماده وراثتی شان در سیتوپلاسم قرار دارد.
۴۳۹- کروموزوم اصلی باکتری ها به صورت یک مولکول دنای حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و در قسمتی به غشای یاخته متصل است.
۴۴۰- پروکاریوت ها علاوه بر دنای اصلی ممکن است، مولکول هایی از دنایی دیگر هم به نام پلازمید (دیسک) داشته باشند.
۴۴۱- پلازمید، یک مولکول دنای دورشته ای است که در خارج و جدا از کروموزوم اصلی باکتری قرار دارد و می تواند مستقل از کروموزوم، همانندسازی کند.
۴۴۲- به پلازمیدها، کروموزوم های کمکی می گویند چون ژن هایی دارند که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند و می توانند ویژگی های دیگری را به باکتری بدهند مثل افزایش مقاومت باکتری در برابر آنتی بیوتیک ها .
۴۴۳- یوکاریوت ها که شا مل آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران هستند، اندامک های غشا دار دارند و دنای اصلی شان درون اندامکی به نام هسته قرار دارد. به خاطر همین به دنای اصلی یوکاریوت ها دنای هسته ای می گویند.
۴۴۴- دنای هسته ای یوکاریوت ها از نوع خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آن ها هیستون ها هستند، همراه این دنا، قرار دارد. هیستون ها باعث فشرده شدن دنای خطی می شوند.
۴۴۵- در یوکاریوت ها دنای اصلی معادل دنای هسته ای است.
۴۴۶- یوکاریوت ها علاوه بر هسته، در سیتوپلاسم خود هم دنا دارند که به آن دنای سیتوپلاسمی گفته می شود.
۴۴۷- دنای سیتوپلاسمی از نوع حلقوی است و درون اندامک های پلاست (دیسه) و میتوکندری (راکیزه) یوکاریوت ها قرار دارد.
۴۴۸- در یوکاریوت ها دنا در هر کروموزوم، به صورت خطی است و کروموزوم ها درون هسته قرار دارند.
۴۴۹- دنای سیتوپلاسمی یوکاریوت ها به شکل کروموزوم دیده نمی شوند و جزء کروموزوم های آن ها محسوب نمی شوند. مثلا وقتی می گوییم که سلول پیکری انسان، ۴۶ کروموزومی است؛ در این حالت منظورمان فقط کروموزوم های داخل هسته است و کاری با دنای سیتوپلاسمی نداریم.

۴۵۰- همانندسازی در پروکاریوت ها درون سیتوپلاسم انجام می شود.
۴۵۱- در پروکاریوت ها هم مانند یوکاریوت ها، طی همانندسازی، دوراهی همانندسازی تشکیل می شود.
۴۵۲- هلیکاز دو رشته دنای مادری را از هم جدا و باز می کند و دنابسپارازها به ساخت رشته های جدید و مکمل از روی رشته های مادری می پردازند.
۴۵۳- به جایگاه خاصی از مولکول دنا که همانندسازی از آن جا شروع می شود، جایگاه آغاز همانندسازی می گویند.
۴۵۴- اغلب پروکاریوت ها تنها یک جایگاه آغاز همانندسازی در دنای خود دارند.
۴۵۵- در این جایگاه، هلیکاز و دنابسپارازها و آنزیم های دیگر، با همکاری همدیگر، دنای مادری را همانندسازی می کنند.
۴۵۶- در پروکاریوت ها نیز همانندسازی دوجهتی دیده می شود.
۴۵۷- در همانندسازی دوجهتی، در هر بخش بازشده دنا، دوتا دوراهی همانندسازی وجود دارد.
۴۵۸- در هر دوراهی، یک آنزیم هلیکاز دو رشته مادری را از هم جدا می کند و دنابسپارازها هم، با الگوبرداری از دنای مادری، رشته های جدید را می سازند.
۴۵۹- در همانندسازی دوجهتی در باکتری که دارای یک جایگاه آغاز همانندسازی است، نقطه پایان همانندسازی روبه روی جایگاه آغاز است.
۴۶۰- همانندسازی دنای اصلی در یوکاریوت ها، درون هسته انجام می شود.
۴۶۱- یوکاریوت ها نسبت به پروکاریوت ها، هم تعداد بیشتری دنا دارند و هم این که دناهایشان درازتر است برای همین همانندسازی در یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از پروکاریوت هاست؛ بنابراین باید در یوکاریوت ها یک سری مکانیسم ها و استراتژی ها وجود داشته باشد تا بتوانند بر این پیچیدگی غلبه کنند و دنا را سریع تر همانندسازی کنند.
۴۶۲- یکی از این استراتژی ها این است که دنای اصلی یوکاریوت ها چندین جایگاه آغاز همانندسازی دارد تا همانندسازی دنای آن از چند نقطه به طور هم زمان انجام شود و آنزیم ها زودتر کارو ببندن و تحویل بدن تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در کروموزوم یوکاریوت ها، حتما متعدد و ضمنن متغیر است.
۴۶۳- اول این که تعداد این جایگاه ها از سلولی به سلول دیگر فرق دارد و دوم

این که تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی حتی در یک سلول، بسته به این که در چه مرحله ای از رشد و نمو قرار دارد، متفاوت است و می تواند کم و زیاد شود.

۴۶۴- مثلا در گیاهان، سلول های سرلادی به سرعت تقسیم می شوند تا سایر سلول های گیاهی را به وجود آورند و یا در انسان، سلول های مغز قرمز استخوان سرعت تکثیر بالایی دارند و با تکثیر سریع خود، سلول های خونی را می سازند؛ بنابراین هم سلول های سرلادی و هم سلول های مغز قرمز استخوان، به دلیل سرعت بالای تقسیم شدن، باید تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در دنایشان بیشتر از سایر سلول ها باشد تا دنایشان سریع تر همانندسازی کند.

۴۶۵- هم چنین جانداران مراحل رشد و نمو مختلفی را طی می کنند که در برخی از مراحل، سرعت رشد بالایی دارند و سلول هایشان با سرعت بیشتری تکثیر می شود؛ مثلا در جنین انسان، سلول ها در مراحل مورولا و بلاستولا (مرحله تشکیل بلاستوسیست)، سرعت تقسیم بسیار بالایی دارند تا با سرعت لایه های زاینده جنین که منشا بافت ها و اندام های بدن هستند را تشکیل دهند؛ بنابراین در دناهای خطی این سلول ها هم تعداد بیشتری جایگاه آغاز همانندسازی تشکیل می شود تا همانندسازی دنا با سرعت بیشتری انجام شود.

۴۶۶- در مقابل پس از تشکیل اندام ها، نیازی به تقسیم تا این حد سریع نیست و تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی کاهش می یابد.

۴۶۷- در لوله رحمی، اسپرم و تخمک لقاح می کنند و سلول تخم تشکیل می شود.

۴۶۸- سپس سلول تخم حدود ۳۶ ساعت پس از تشکیل، حین این که در لوله رحمی به طرف رحم حرکت می کند، تقسیمات میتوزی خود را شروع می کند و به ترتیب توده دوسلولی، چهارسلولی، هشت سلولی و ... را به وجود می آورد.

۴۶۹- این توده زمانی که به رحم می رسد، مورولا نام دارد.

۴۷۰- سپس مورولا وارد رحم می شود و تغییراتی در آن رخ می دهد و به بلاستوسیست تبدیل می شود.

۴۷۱- در نهایت بلاستوسیست با عمل جایگزینی در دیواره رحم نفوذ می کند.

۴۷۲- ۴ نوع ماده آلی درون سلول هایمان، نوکلئیک اسیدها، پروتئین ها، لیپیدها و کربوهیدرات ها هستند.

۴۷۳- پروتئین ها انواع مختلفی دارند و کارهای زیاد و مهمی را درون سلول

هایمان انجام می دهند و تقریبا در همه قسمت های بدنمان، از سطح بدن گرفته (پوست، مو، ناخن) تا درون تک تک اندامک های سلول هایمان حضور دارند.

۴۷۴- پروتئین ها به قدری پرکار و مسئولیت پذیر هستند که حتی دنا، دستورات و کارهایش را از طریق پروتئین ها انجام می دهد.

۴۷۵- در باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، اطلاعات و دستورات لازم برای ساخت کپسول توسط دنای آن صادر می شود.

۴۷۶- دنا با ساخت آنزیم هایی خاص، کپسول باکتری را می سازد.

۴۷۷- تفاوت مهمی که پروتئین ها با نوکلئیک اسیدها دارند، این است که پروتئین ها برخلاف دنا، نقش وراثتی ندارند و نمی توانند دستورات و اطلاعات بدن را در خود ذخیره کنند و یا این اطلاعات را حین تقسیم سلولی به سلول های جدید و حین تولید مثل به افراد نسل بعد منتقل کنند.

۴۷۸- پروتئین ها هم مانند نوکلئیک اسیدها، پلی مرند.

۴۷۹- پروتئین ها، پلی مر (بسپار) هایی از آمینواسیدها هستند، یعنی مولکول های درشتی هستند که از زیرواحدهای (مونومرهای) کوچک شبیه به هم تشکیل شده اند.

۴۸۰- پروتئین ها از یک یا چند رشته پلی پپتیدی ساخته شده اند که هر رشته پلی پپتیدی هم از کنار هم قرارگرفتن چندین آمینواسید به وجود می آید.

۴۸۱- پروتئین ها از روی اطلاعات دنا و با میانجی گری رنا تولید می شوند.

۴۸۲- در واقع اطلاعات و دستورات لازم برای ساخت پروتئین ها در دنا ذخیره شده است و دنای اصلی (کروموزوم ها) یوکاریوت ها درون هسته قرار دارد.

۴۸۳- از طرفی کارخانه پروتئین سازی سلول ها هم ریبوزوم ها هستند که در سیتوپلاسم پراکنده اند.

۴۸۴- ابتدا دستور ساخت پروتئین توسط دنا صادر می شود و از طریق رنای پیک (mRNA) به ریبوزوم منتقل می شود؛ از طرفی آمینواسیدهای لازم برای ساخت پروتئین هم از طریق رنای ناقل (tRNA) به ریبوزوم منتقل می شود.

۴۸۵- حالا ریبوزوم هم دستور ساخت و هم مواد اولیه لازم برای پروتئین سازی را دارد پس آمینواسیدها را به هم متصل می کند و رشته پلی پپتیدی می سازد.

۴۸۶- دنای موجود در هسته به عنوان واحد فرماندهی سلول، دستوراتش را از

طریق رنا به کارخانه های پروتئین سازی سلول یعنی ریبوزوم ها می رساند.

۴۸۷- ریبوزوم ها براساس دستوری که می گیرند، پروتئین ها را می سازند.

۴۸۸- پروتئین ها مسئول اجرای فرمان ها هستند و کارها و فرآیندهای مختلف سلول را انجام می دهند.

۴۸۹- آمینواسیدها مونومرهای سازنده پروتئین ها هستند.

۴۹۰- این که پروتئین ها انواع گوناگونی دارند و کارهای مختلفی را انجام می دهند، همه اش به خاطر آمینواسیدهایی است که دارند.

۴۹۱- در واقع نوع پروتئین و کاری که انجام می دهد، به نوع آمینواسیدهای سازنده اش و تعداد و ترتیب قرارگیری آن ها بستگی دارد.

۴۹۲- دانشمندان پروتئین های مختلف را با استفاده از روش های شیمیایی، آمینواسیدهای آن ها را جدا کرده و بعد یکی یکی این آمینواسیدها را بررسی کرده اند و متوجه شدند که نوع و توالی آمینواسیدهای پروتئین های مختلف، متفاوت است.

۴۹۳- به طور کلی انواع زیادی (بیش از ۲۰ نوع) آمینواسید در طبیعت وجود دارد؛ اما فقط ۲۰ نوع از این آمینواسیدها در ساختار پروتئین ها شرکت دارند.

۴۹۴- در آمینواسیدها یک اتم کربن مرکزی وجود دارد؛ کربن، عنصری ۴ ظرفیتی است، پس می تواند از طریق برقراری ۴ پیوند شیمیایی، به اتم های دیگر متصل شود.

۴۹۵- در آمینواسیدها، ۴ ظرفیت اتم کربن مرکزی توسط ۳ گروه و ۱ اتم پر می شود؛ یک گروه کربوکسیل (COOH--)، یک گروه آمین (NH۲--)، یک گروه R و یک اتم هیدروژن.

۴۹۶- کربوکسیل COOH- یک گروه عاملی اسیدی است و از طریق کربن خود به کربن مرکزی آمینواسید متصل است.

۴۹۷- گروه آمین NH۲- از طریق نیتروژن به کربن مرکزی آمینواسید متصل می شود.

۴۹۸- گروه R در آمینواسیدهای مختلف، متفاوت است، در واقع آمینواسیدهای مختلف، همگی از نظر گروه کربوکسیلی و آمینی و H شبیه هم هستند و تنها تفاوتشان در گروه Rشان است.

۴۹۹- پس این گروه R است که مشخص می کند یک نوع آمینواسید چه ویژگی های خاص و منحصربه فردی داشته باشد.
۵۰۰- هم چنین آمینواسیدها براساس نوع گروه R ای که دارند، می توانند در تعیین شکل فضایی پروتئین نقش داشته باشند.
۵۰۱- پروتئین ها ساختار، شکل و عملکردهای متفاوتی دارند که وابسته به نوع، ترتیب، تعداد و تکرار آمینواسیدهای آن ها است (توالی).
۵۰۲- آمینواسیدها انواع مختلفی دارند وابسته به نوع گروه R آن ها است.
۵۰۳- نوع گروه R موجود در آمینواسیدها، می تواند در تعیین ساختار، شکل و عملکرد پروتئین ها نقش داشته باشد.
۵۰۴- سنتز آبدهی، واکنش خیلی مهمی است که به دفعات در داخل و بیرون سلول هایمان انجام می شود.
۵۰۵- طی این واکنش، دوتا مونومر با نوعی پیوند کووالانسی (اشتراکی) در حضور آنزیم به هم متصل می شوند و در نتیجه این اتصال، یک مولکول آب در محیط آزاد می شود.
۵۰۶- در واقع طی این واکنش، یکی از مونومرها، OH و مونومر دیگر، H می دهد و نتیجه اش می شود آزادشدن یک مولکول آب و تشکیل یک پیوند بین دو مونومر. مثلا نوکلئوتیدها، مونومر نوکلئیک اسیدها هستند.
۵۰۷- نوکلئوتیدها توسط پیوندهای فسفودی استر به هم متصل می شوند و رشته پلی نوکلئوتیدی را تشکیل می دهند.
۵۰۸- در این حالت، دو نوکلئوتید مجاور، طی واکنش سنتز آبدهی به هم متصل می شوند و نتیجه اش تشکیل یک پیوند فسفودی استر و آزادشدن یک مولکول آب است.
۵۰۹- طی واکنش سنتز آبدهی برای تشکیل یک رشته پلی مری، به تعداد پیوندهای کووالانسی که تشکیل می شود، مولکول آب آزاد می شود.
۵۱۰- نقطه مقابل واکنش سنتز آبدهی، هیدرولیز (آبکافت) است.
۵۱۱- در واکنش هیدرولیز همه چیز برعکس می شود یعنی پیوند بین دوتا مونومر شکسته می شود و دو مونومر از هم جدا می شوند.
۵۱۲- در هیدرولیز برعکس سنتز آبدهی، اولا پیوندها به جای تشکیل شدن، می

شکنند و دوما به ازای هر پیوندی که شکسته می شود، یک مولکول آب مصرف می شود؛ مثلا فعالیت نوکلئازی آنزیم دنابسپاراز، نوعی واکنش هیدرولیز است که طی آن، پیوند فسفودی استر بین دو نوکلئوتید در مولکول دنا می شکند و یک مولکول آب برای این کار مصرف می شود.

۵۱۳- در شکل زیر هم نمونه ای از واکنش هیدرولیز را در نوعی دی ساکارید می بینید.

۵۱۴- در حضور آنزیم (آنزیم رنای ریبوزومی)، با تولید یک مولکول آب (طبق قاعده سنتز آبدهی) بین دوتا آمینواسید، پیوند برقرار می شود.

۵۱۵- این پیوند نامش پیوند پپتیدی است و می تواند بین یک آمینواسید با آمینواسید آزاد دیگر و یا بین یک آمینواسید با آمینواسید انتهایی یک رشته پلی پپتیدی دیگر برقرار شود.

۵۱۶- در ایجاد پیوند پپتیدی و تولید آب در این فرآیند، OH از گروه کربوکسیل و H از گروه آمین خارج می شوند و مولکول آب تولید می کنند و این جوری بین یک آمینواسید با آمینواسید دیگری پیوند پپتیدی برقرار می شود.

۵۱۷- وقتی چندین آمینواسید از طریق پیوند پپتیدی به هم متصل می شوند، زنجیره ای از آمینواسیدها تشکیل می شود که به آن، زنجیره پلی پپتیدی گفته می شود.

۵۱۸- پلی پپتید، یک پلی مر خطی است؛ یعنی انشعاب یا شاخه ندارد.

۵۱۹- پروتئین ها از یک یا چند زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتیدها ساخته شده اند و هر نوع از پروتئین ها ترتیب خاصی از آمینواسیدها را دارند.

۵۲۰- پروتئین های مختلف، شکل فضایی متفاوتی دارند.

۵۲۱- شکل فضایی یک پروتئین، کار و عمل آن را تعیین می کند.

۵۲۲- هر آمینواسید براساس ماهیت شیمیایی گروه R ای که دارد، می تواند در تعیین شکل پروتئین نقش داشته باشد.

۵۲۳- اولین پروتئینی که ساختارش توسط دانشمندان شناسایی شد، میوگلوبین بود.

۵۲۴- میوگلوبین از یک رشته پلی پپتیدی + یک گروه هم ساخته شده است.

۵۲۵- میوگلوبین، پروتئینی شبیه به هموگلوبین است که در ماهیچه هایمان وجود

دارد.

۵۲۶- کار میوگلوبین، ذخیره اکسیژن است تا در مواقع لزوم این مولکول را در اختیار تار ماهیچه ای بگذارد.

۵۲۷- ساختار پروتئین ها را در چهار سطح بررسی می کنند که هر سطح مبنای تشکیل ساختار (سطح) بالاتر است.

۵۲۸- ساختار اول پروتئین ها = توالی آمینواسیدها

۵۲۹- تشکیل رشته پلی پپتیدی، همان ساختار اولیه پروتئین هاست.

۵۳۰- در واقع برای این که پروتئینی شکل سه بعدی داشته باشد، در قدم اول باید رشته یا رشته های پلی پپتیدی آن ساخته شوند.

۵۳۱- ساختار اول پروتئین ها براساس ۳ معیار مهم تعیین می شود: ۱- نوع آمینواسیدهایی که دارند. ۲- تعداد آمینواسیدهایی که دارند. ۳- ترتیب و تکرار قرارگرفتن آمینواسیدها. تغییر در هر یک از این معیارها، ساختار اولیه پروتئین را تغییر می دهد.

۵۳۲- ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می گیرد و خطی است.

۵۳۳- چون ۲۰ نوع آمینواسید در ساختار پروتئین می تواند وجود داشته باشد و محدودیتی هم برای این آمینواسیدها در رشته پلی پپتیدی وجود ندارد، تنوع بالایی در ساختار اولیه و در نتیجه شکل فضایی نهایی پروتئین ها وجود دارد.

۵۳۴- اگر ساختار اولیه پروتئین تغییر کند، می تواند شکل فضایی نهایی آن هم عوض شود و ممکن است باعث تغییر در فعالیت پروتئین گردد.

۵۳۵- برای همین، ساختار اولیه پروتئین ها، اهمیت بسیار بالایی دارد و مهم تر و اساسی تر از سطح های دیگر است و پایه و اساس تشکیل ساختارهای بعدی پروتئین است.

۵۳۶- ساختار دوم پروتئین ها = الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی.

۵۳۷- در هر پروتئینی، بعد از آن که زنجیره یا زنجیره های پلی پپتیدی آن ساخته شد و ساختار اول آن شکل گرفت، ساختار (سطح) دوم آن تشکیل می شود.

۵۳۸- ساختار دوم، حاصل تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بخش های مختلف زنجیره پلی پپتیدی است.

۵۳۹- در واقع زنجیره پلی پپتیدی در بعضی قسمت ها تا می خورد و بین دو بخشی که در نزدیکی هم قرار می گیرند، پیوند هیدروژنی تشکیل می شود.
۵۴۰- ساختار دوم پروتئین ها به چند صورت دیده می شوند، دو نمونه معروف آن ها ساختار مارپیچ و صفحه ای است.
۵۴۱- در ساختار مارپیچ، رشته پلی پپتیدی پروتئین همانند رشته های مولکول دنا، حول یک محور فرضی می پیچند و در ساختار صفحه ای، رشته پلی پپتید در اثر تشکیل پیوندهای هیدروژنی به صورتی درمی آید که می توان آن را در یک صفحه قرار داد.
۵۴۲- ساختار سوم پروتئین ها = تاخورده و متصل به هم
۵۴۳- بخش آب گریز یعنی مولکول یا بخشی از یک مولکول که دوست دارد دور از محیط آبی باشد در مقابل، بخش آبدوست هم مولکول یا قسمتی از یک مولکول است که دوست دارد نزدیک آب باشد با این حساب اگر مولکولی، هم بخش آب گریز و هم بخش آبدوست داشته باشد، شکل سه بعدی آن در محیط آبی به صورتی است که بخش آبدوستش نزدیک آب و بخش آب گریزش دور از آب قرار بگیرد.
۵۴۴- این که یک مولکولی آب گریز است یا آبدوست، بستگی به ویژگی های شیمیایی آن دارد که مهم ترینش قطبی یا غیرقطبی بودن آن است.
۵۴۵- در مولکول قطبی، الکترون ها به طور متوازن در سراسر مولکول پخش نشده اند و باعث شده است که مولکول سر مثبت و سر منفی داشته باشد.
۵۴۶- مولکول های قطبی، آبدوست اند و مولکول های غیرقطبی، آب گریز یک مولکول ممکن است کلا قطبی و یا غیرقطبی باشد و یا این که هم بخش قطبی و هم بخش غیرقطبی داشته باشد.
۵۴۷- مثلا فسفولیپید، مولکولی است که از بخش سر (شامل گلیسرول و گروه فسفات) و بخش دم (شامل ۲ اسید چرب) تشکیل شده است.
۵۴۸- از آن جایی که گروه فسفات قطبی است، پس سر فسفولیپیدها آبدوست است؛ در حالی که دم آن ها به دلیل غیرقطبی بودن اسیدهای چرب، آب گریز است.
۵۴۹- برای همین غشای سلول هایمان ساختار دولایه ای دارد و فسفولیپیدهای

آن ها جوری آرایش یافته اند که سرشان به طرف سیتوپلاسم یا مایع بین سلولی است که هر دو محیط آبی هستند و دم شان در داخل غشا قرار گرفته تا از تماس مستقیم با آب در امان باشند.

۵۵۰- در بین آمینواسیدهایی که پروتئین هایمان را می سازند، براساس نوع گروه R، هم آمینواسیدهای آبدوست و هم آمینواسیدهای آب گریز وجود دارد؛ بنابراین اگر پروتئینی آمینواسیدهای آب گریز داشته باشد، در محیط های آبی باید شکل سه بعدی اش به گونه ای باشد که آمینواسیدهای آب گریز، دور از محیط آبی سیتوپلاسم و مایع بین سلولی باشد.

۵۵۱- برای همین در محیط های آبی، پروتئین هایی که آمینواسیدهای آب گریز دارند، تا می خورند و در اثر تاخوردگی های بیشتر صفحات و مارپیچ ها، به شکل کروی درمی آیند.

۵۵۲- در این حالت، بخش آب گریز آن ها در داخل کره قرار می گیرد تا دور از آب باشد و بخش آبدوست، در خارج و در تماس با آب قرار می گیرد.

۵۵۳- برای این که پروتئین تا بخورد و به شکل کروی دربیاید، گروه های R آمینواسیدهایی که آب گریزند به همدیگر نزدیک می شوند و باعث می شوند که نواحی ویژه ای از پروتئین، به همدیگر نزدیک شوند و بخش های آبدوست، خارجی تر و بخش های آب گریز داخلی تر قرار بگیرند.

۵۵۴- در واقع تشکیل ساختار سوم پروتئین ها در اثر برهم کنش های آب گریزی است که گروه های R آمینواسیدهای آب گریز را به یکدیگر نزدیک می کند.

۵۵۵- در ادامه، ساختار کروی پروتئین با تشکیل پیوندهایی مثل پیوند هیدروژنی، پیوند اشتراکی و پیوند یونی تثبیت می شود.

۵۵۶- مجموعه این نیروها (هیدروژنی، اشتراکی و یونی) قسمت های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در کنار هم نگه می دارد و باعث می شود که ساختار سوم ثبات نسبی داشته باشد؛ یعنی در حالت طبیعی ساختار محکمی داشته باشد اگر، تغییری در ساختار پروتئین رخ دهد، هر چند که این تغییر، کوچک و حتی در حد یک آمینواسید باشد، می تواند ساختار و عملکرد پروتئین را به شدت تغییر دهد.

۵۵۷- یک زنجیره پلی پپتیدی می تواند هر دو ساختار مارپیچ و صفحه ای را با

هم داشته باشد.

۵۵۸- تشکیل ساختار سوم، در اثر برهم کنش های آب گریز است اما تثبیت ساختار سوم، در اثر پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی است و در نهایت قرارگرفتن قسمت های مختلف پروتئین به صورت پیچیده در کنار هم در ساختار سوم، در اثر مجموع این پیوندها (هیدروژنی، اشتراکی و یونی) است.

۵۵۹- پروتئین میوگلوبین ساختار نهایی اش ساختار سوم است.

۵۶۰- میوگلوبین یک زنجیره پلی پپتیدی و یک گروه هم دارد.

۵۶۱- گروه هم دارای یک اتم آهن است.

۵۶۲- ساختار چهارم پروتئین ها = آرایش زیرواحدها

۵۶۳- ساختار چهارم، فقط در بعضی از پروتئین ها دیده می شود.

۵۶۴- پروتئین هایی که ساختار چهارم دارند، همگی دو یا چند زنجیره پلی پپتیدی دارند.

۵۶۵- این یعنی پروتئین هایی با یک زنجیره پلی پپتیدی، ساختار چهارم ندارند و شکل فضایی نهایی آن ها همان ساختار سومشان است.

۵۶۶- در پروتئین هایی که بیشتر از یک زنجیره پلی پپتیدی دارند، این که این زنجیره ها چه جوری و با چه آرایشی کنار هم قرار بگیرند، ساختار چهارم پروتئین ها را شکل می دهند.

۵۶۷- در این پروتئین ها، هر یک از زنجیره ها نقش مهم و کلیدی را در تعیین شکل نهایی و در نتیجه عملکرد نهایی پروتئین دارد.

۵۶۸- در واقع نحوه آرایش این زیرواحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین را به وجود می آورد.

۵۶۹- پروتئین هموگلوبین چهار زنجیره پلی پپتیدی دارد که دوبه دو به هم شبیه هستند.

۵۷۰- در واقع این ۴ زنجیره از دو نوع متفاوت هستند ۲تا زنجیره آلفا (آلفای ۱ و آلفای ۲) و ۲تا زنجیره بتا (بتای ۱ و بتای ۲).

۵۷۱- هر زنجیره یک گروه هم و در کل، هر مولکول هموگلوبین ۴ گروه هم دارد که هر گروه هم دارای ۱ اتم آهن است.

۵۷۲- ساختارهای اول تا چهارم هموگلوبین: ۱ - ساختار اول هموگلوبین، قرارگرفتن

آمینواسیدها با ترتیبی خاص در هر یک از زنجیره هایش است. ۲- ساختار دوم هموگلوبین، آرایش مارپیچی شکل هر یک از این زنجیره ها است. ۳- در ساختار سوم، هر یک از زنجیره ها به صورت یک زیرواحد تا می خورند و شکل خاصی پیدا می کنند. ۴- در ساختار چهارم که ساختار نهایی هموگلوبین است، چهار زیرواحد آن در کنار هم قرار گرفته و آرایش می یابند و هموگلوبین را می سازند.

۵۷۳- در بین ۴ گروه اصلی مواد آلی بدن، پروتئین ها متنوع ترین مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند.

۵۷۴- پروتئین ها کارهای مختلفی را در سلول انجام می دهند و در فعالیت ها و فرآیندهای زیستی سلول نقش دارند.

۵۷۵- مهم ترین پروتئین ها در بدن عبارت اند از: ۱- پروتئین های گیرنده ۲- پروتئین های انتقال دهنده ۳- پروتئین هایی با نقش استحکام بخشیدن به بافت های بدن ۴- پروتئین های انقباضی ۵- هورمون های پروتئینی ۶- پروتئین هایی که در تنظیم بیان ژن نقش دارند ۷- پروتئین های آنزیمی

۵۷۶- در سلول های بدنمان برای انواع مختلفی از پیک های شیمیایی، گیرنده وجود دارد که این گیرنده ها از جنس پروتئینی هستند؛ مثلا انتقال دهنده های عصبی نوعی پیک شیمیایی (کوتاه برد) هستند که باعث انتقال پیام عصبی از نورون ها به سلول پس سیناپسی می شوند.

۵۷۷- سلول پس سیناپسی برای انتقال دهنده های عصبی، گیرنده های اختصاصی دارد و یا مثلا هورمون ها دسته دیگری از پیک های شیمیایی (دوربرد) هستند که توسط سلول های درون ریز به خون ترشح می شوند.

۵۷۸- سلول هدف هر هورمون، برای آن هورمون، گیرنده اختصاصی دارد؛ در واقع هر هورمونی، از نظر شکل سه بعدی، تنها با گیرنده خاص خودش، جفت وجور می شود؛ پس وجود گیرنده هورمونی باعث می شود که هورمون بتواند سلول هدف خود را از بین میلیون ها سلول شناسایی کند.

۵۷۹- در سطح لنفوسیت های دفاع اختصاصی بدنمان، گیرنده های آنتی ژنی وجود دارد که هر گیرنده آنتی ژنی، از جنس پروتئین است و از نظر شکل سه بعدی تنها با آنتی ژن خاصی مکمل است؛ بنابراین تنها همان آنتی ژن خاص خود را شناسایی می کند و به آن متصل می شود و لنفوسیت های دفاع

اختصاصی، میکروب ها را از روی آنتی ژن هایشان شناسایی می کنند و به مبارزه با آن ها می پردازند.

۵۸۰- لنفوسیت های B، لنفوسیت های T، لنفوسیت های T کشنده و لنفوسیت های خاطره دارای گیرنده های آنتی ژنی هستند.

۵۸۱- دسته ای از پروتئین ها در بدن، وظیفه انتقال مواد را بر عهده دارند.

۵۸۲- هموگلوبین در حمل گازهای تنفسی نقش دارد.

۵۸۳- پروتئین های سراسری غشا: مثل پمپ سدیم پتاسیم، کانال های دریچه دار و کانال های نشتی در غشای نورون ها، همگی جزء پروتئین های سراسری غشا هستند که در جا به جایی مواد بین دو سوی غشا نقش دارند.

۵۸۴- پمپ سدیم پتاسیم علاوه بر این که باعث جا به جایی یون های سدیم و پتاسیم بین دو سوی غشا می شود، عملکرد آنزیمی هم دارد.

۵۸۵- در واقع عملکرد آنزیمی پمپ سدیم پتاسیم، تجزیه مولکول ATP و تولید انرژی است تا با مصرف این انرژی، بتواند یون های سدیم و پتاسیم را جا به جا کند.

۵۸۶- آلبومین هم پروتئینی است که در انتقال بعضی از داروها مثل پنی سیلین نقش دارد.

۵۸۷- در بافت های مختلف بدن، پروتئین هایی وجود دارد که باعث استحکام بیشتر بافت ها می شوند؛ مثلا کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شود.

۵۸۸- بافت های پیوندی از سه قسمت سلول ها، ماده زمینه ای و رشته ها تشکیل شده است.

۵۸۹- مهم ترین رشته های پروتئینی که در بافت پیوندی شرکت دارند، رشته های کلاژن و رشته های کشسان هستند.

۵۹۰- رشته های کلاژن محکم و قطور هستند و باعث استحکام بافت می شوند، در حالی که رشته های کشسان منعطف اند و باعث خاصیت کشسانی و انعطاف پذیری بافت می شوند؛ پس استحکام بافت زردپی، رباط و ... و کشسانی بافت غضروف مثل نوک بینی، لاله گوش و ... که همگی نوعی بافت پیوندی اند، مدیون پروتئین هاست.

۵۹۱- پروتئین های اکتین و میوزین، پروتئین های انقباضی هستند که با ۲ وظیفه مهم دارند: ۱- در تارهای ماهیچه ای، این دو پروتئین با حرکت لغزشی روی یکدیگر باعث انقباض ماهیچه ها می شوند. ۲- در تقسیم سیتوپلاسم یاخته جانوری، این دو پروتئین با ایجاد حلقه انقباضی و تنگ شدن این حلقه باعث تقسیم سیتوپلاسم و ایجاد دو سلول دختر می شوند.

۵۹۲- هورمون ها پیک های شیمیایی هستند که توسط سلول های درون ریز به درون خون آزاد می شوند.

۵۹۳- هورمون ها پیام های بین یاخته ای را بین دو نقطه بدن جا به جا می کنند و باعث تنظیم و هماهنگی فعالیت های بدن می شوند.

۵۹۴- بیشتر هورمون ها مانند انسولین و اکسی توسین، ساختار پروتئینی دارند.

۵۹۵- انسولین هورمونی است که به دنبا ل افزایش قند خون، از پانکراس ترشح می شود و باعث ورود قند خون (گلوکز) به یاخته ها به ویژه یاخته های کبد و ماهیچه می شود. با این کار انسولین، قند خون کاهش می یابد و به حد طبیعی می رسد.

۵۹۶- حالا اگر در فردی انسولین به مقدار کافی ترشح نشود یا گیرنده های انسولینی خوب کار نکنند، قند خون فرد افزایش می یابد که نشان دهنده ابتلا به دیابت شیرین است.

۵۹۷- اکسی توسین هورمونی است که توسط نورون های هیپوتالاموس ساخته می شود و توسط آکسون همان نورون های سازنده، به هیپوفیز پسین منتقل می شود.

۵۹۸- این هورمون در هیپوفیز پسین ذخیره می شود و در مواقع لزوم به جریان خون آزاد می شود.

۵۹۹- اکسی توسین در هنگام زایمان موجب انقباض ماهیچه های دیواره رحم برای خروج نوزاد از رحم و به دنبال آن جفت و اجزای مرتبط با آن می شود.

۶۰۰- در دوران شیردهی نیز این هورمون باعث انقباض ماهیچه های صاف غدد شیری برای خروج شیر می گردد.

۶۰۱- سلول های بدن ژن های یکسانی دارند اما این که در سلول های مختلف و در زمان های مختلف، چه ژنی فعال باشد به تنظیم بیان ژن در یاخته ها مربوط

است.

۶۰۲- تنظیم بیان ژن یعنی این که یک ژنی بیان شود یا نه روشن باشد یا خاموش فعال باشد یا غیرفعال به عبارت ساده تر یعنی این که یک ژنی استفاده شود و محصولی از روی آن تولید شود یا نه.

۶۰۳- پروتئین ها نقش های تنظیمی متعددی در فعال و غیرفعال کردن ژن ها دارند. مثل پروتئین مهارکننده و پروتئین فعال کننده.

۶۰۴- به طور کلی آنزیم ها به عنوان کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند؛ یعنی سرعت انجام واکنش های زیستی را در بدن افزایش می دهند و باعث عملی شدن واکنش های شیمیایی با سرعت مناسب می شوند.

۶۰۵- به طور معمول واکنش های شیمیایی شامل یک سری واکنش دهنده (در سمت چپ واکنش) و فراورده (در سمت راست واکنش) هستند؛ اتفاقی که طی واکنش شیمیایی می افتد، این است که واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.

۶۰۶- برای این که واکنش های شیمیایی با سرعت مناسب انجام شوند، نیاز به انرژی فعال سازی دارند.

۶۰۷- انرژی فعال سازی انرژی اولیه مورد نیاز برای انجام یک واکنش شیمیایی است.

۶۰۸- به مجموع واکنش هایی که در بدن موجودات زنده انجام می شود، واکنش های سوخت و ساز گفته می شود؛ مثلا زمانی که قند خون (گلوکز) افزایش می یابد، هورمون انسولین از پانکراس به خون ترشح می شود و باعث می شود که بخشی از گلوکز موجود در خون ما وارد سلول های ماهیچه ای و کبد شود و به شکل گلیکوژن در آن ها ذخیره شود.

۶۰۹- واکنشی که طی آن گلوکزها به هم متصل می شوند و گلیکوژن را می سازند، نمونه ای از واکنش های ساخت در بدن ماست یا این که مثلا در زمانی که سلول هایمان به انرژی احتیاج دارند، طی واکنشی به نام تنفس سلولی، گلوکز موجود در سلول ها تجزیه می شود و طی واکنش هایی، در نهایت از آن ATP تولید می شود.

۶۱۰- تنفس سلولی نمونه ای از واکنش های سوختن در بدن ماست که باعث

تجزیه گلوکز و تولید انرژی می شود.

۶۱۱- واکنش های سوخت و ساز هم مانند سایر واکنش های شیمیایی، برای انجام شدن نیاز به انرژی فعال سازی دارند.

۶۱۲- کاری که آنزیم های بدن ما می کنند این است که امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و میزان انرژی فعال سازی واکنش های سوخت و ساز را کاهش می دهند و از این طریق باعث افزایش سرعت این واکنش ها می شوند؛ پس واکنش های سوخت و ساز در حضور آنزیم ها، با انرژی فعال سازی کم تری انجام می شود.

۶۱۳- اگر آنزیم ها نباشند، واکنش های سوخت و ساز بدنمان به قدری کند انجام می شوند که انرژی لازم برای حیات تامین نمی شود (البته در دمای طبیعی بدن).

۶۱۴- در واقع در صورت عدم حضور آنزیم ها، بدنمان نمی تواند از پس تامین انرژی فعال سازی واکنش های سوخت و ساز برآید.

۶۱۵- آنزیم ها براساس محلی که فعالیت می کنند، به سه دسته تقسیم می شوند: درون یاخته ای، برون یاخته ای و غشایی.

۶۱۶- آنزیم های درون یاخته ای: این آنزیم ها در درون سلول، یعنی درون سیتوپلاسم یا هسته فعالیت می کنند؛ مثل: ۱- آنزیم های موثر در تنفس سلولی ۲- آنزیم های موثر در فتوسنتز ۳- آنزیم های موثر در همانندسازی مثل هلیکاز و دنابسپاراز ۴- آنزیم های لیزوزومی در یاخته های فاگوسیتوزکننده (نوتروفیل، ماکروفاژ و ...) و همه یاخته هایی که گوارش درون یاخته ای دارند؛ مثل پارامسی.

۶۱۷- در سلول هایی که گوارش درون یاخته ای دارند، در ابتدا مواد غذایی طی آندوسیتوز وارد سلول می شوند و به شکل واکوئول های غذایی بسته بندی می شوند سپس اندامک لیزوزوم که حاوی آنزیم های لیزوزومی است، به واکوئول های غذایی می پیوندد و آنزیم های خود را به درون واکوئول آزاد می کند. از این به بعد به آن واکوئول گوارشی گفته می شود.

۶۱۸- مواد گوارش یافته از واکوئول خارج شده و مواد گوارش نیافته در آن باقی می مانند و از طریق واکوئول دفعی از سلول خارج می شوند.

۶۱۹- آنزیم های برون یاخته ای: آنزیم های درون سلولی، پس از ساخته شدن به بیرون از سلول ترشح می شوند.

۶۲۰- آنزیم های برون سلولی در فضای بیرون از سلول ها، یعنی محیط داخلی (لنف، مایع بین سلولی و خون) و لوله گوارشی، لوله تنفسی و ... عمل می کنند. مثل: ۱- آنزیم های ترشحی دستگاه گوارش مانند لیپاز و پروتئاز روده، آمیلاز بزاق، پپسینوژن معده ۲- آنزیم های موثر در ایمنی مانند لیزوزیم موجود در اشک، بزاق، مایع مخاطی و عرق ۳- آنزیم های موثر در انعقاد خون مانند آنزیم پروترومبیناز که در مواقع خونریزی شدید، از بافت ها و گرده های آسیب دیده ترشح می شود و باعث تبدیل پروترومبین محلول در پلاسما به ترومبین می شود. ۴- آنزیم هایی که در تنظیم میزان آب نقش دارند، مانند رنین که در مواقع کاهش مقدار آب خون و در واقع کاهش حجم خوناب و در نتیجه کاهش فشار خون در کلیه ها، از کلیه ها به درون خون ترشح می شود و در نهایت از طریق فرآیندهایی منجر به ترشح آلدوسترون از غده فوق کلیه و افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن بازجذب آب از کلیه ها می شود.

۶۲۱- آنزیم های غشایی: این آنزیم ها پس از ساخته شدن در غشای سلول قرار می گیرند؛ مثل پمپ سدیم پتاسیم که در غشای سلول ها قرار دارد و طی فعالیت آنزیمی، ATP را تجزیه و انرژی تولید می کند.

۶۲۲- پروتئین ها در رناتن های آزاد در سیتوپلاسم و یا رناتن های چسبیده به شبکه آندوپلاسمی ساخته می شوند.

۶۲۳- پروتئین هایی که به وسیله ریبوزوم های روی شبکه آندوپلاسمی ساخته می شوند به دستگاه گلژی می روند و در نهایت یا در ساختار غشا قرار می گیرند یا برای ترشح به خارج سلول رفته و یا به بخش هایی مثل واکوئول و کافنده تن می روند.

۶۲۴- پروتئین هایی که توسط ریبوزوم های آزاد سیتوپلاسمی ساخته می شوند یا در سیتوپلاسم می مانند و یا این که به راکیزه، هسته و یا دیسه ها می روند.

۶۲۵- پروتئین های ساخته شده در رناتن های آزاد در سیتوپلاسم، یا آزادانه در سیتوپلاسم می مانند و یا وارد هسته، راکیزه و پلاست ها می شوند.

۶۲۶- سطح داخلی روده باریک حاوی چین های حلقوی است که روی این چین ها برجستگی هایی به نام پرز وجود دارد.

۶۲۷- در پرزهای روده باریک، آنزیم هایی بر روی غشای سلول های پوششی وجود

دارند که قندهای موجود در غذا (مثل مالتوز و قندهای درشت تر از آن) را به مونوساکاریدهای سازنده شان مثل گلوکز تبدیل می کنند.

۶۲۸- در غشای تیلاکوئید مجموعه ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز وجود دارد. همراه با عبور پروتون ها از این آنزیم، ATP ساخته می شود.

۶۲۹- بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند.

۶۳۰- آنزیم های غیرپروتئینی هم وجود دارد.

۶۳۱- رنای موجود در سلول ها می تواند فعالیت آنزیمی داشته باشد.

۶۳۲- رنای ریبوزومی که در ساختار ریبوزوم وجود دارد، خاصیت آنزیمی دارد و موجب تشکیل پیوند پپتیدی می شود.

۶۳۳- در واقع یکی از کارهای رنای ریبوزومی، کاتالیزکردن تشکیل پیوند پپتیدی است.

۶۳۴- هر آنزیمی در ساختار خود، بخشی به نام جایگاه فعال دارد.

۶۳۵- جایگاه فعال محل قرارگیری پیش ماده است.

۶۳۶- به ماده ای که آنزیم روی آن عمل می کند (همان واکنش دهنده ها) پیش ماده گفته می شود.

۶۳۷- پس از اتصال آنزیم به پیش ماده، تغییراتی روی پیش ماده انجام و پیش ماده به فراورده یا محصول تبدل می شود.

۶۳۸- فراورده (ها) ترکیب یا ترکیباتی هستند که در نتیجه عمل آنزیم بر روی پیش ماده به وجود می آیند.

۶۳۹- آنزیم ها عمل اختصاصی دارند؛ یعنی تنها به یک یا چند پیش ماده خاص خود (یا بخشی از آن ها) متصل می شوند. دلیل این کار، شکل سه بعدی جایگاه فعال است که در آنزیم های مختلف، متفاوت است.

۶۴۰- شکل سه بعدی جایگاه فعال آنزیم به گونه ای است که تنها با پیش ماده های خاص خود (یا بخشی از آن ها)، مکمل است به همین دلیل آنزیم ها نمی توانند به پیش ماده های دیگر متصل شوند

۶۴۱- پپسین موجود در معده نوعی آنزیم گوارشی است که پروتئین ها را به پپتیدهای کوچک تر تبدیل می کند.

۶۴۲- شکل سه بعدی جایگاه فعال پپسین موجود در معده به صورتی است که

تنها به پروتئین ها می تواند بچسبد و نمی تواند به سایر مولکول های غذا (مثلا چربی ها) متصل شود و روی آن ها اثر بگذارد.

۶۴۳- اگرچه آنزیم ها عملکرد اختصاصی دارند اما برخی از آنزیم ها در بیش از یک واکنش شرکت دارند و باعث سرعت بخشیدن به بیش از یک واکنش می شوند؛ مثلا آنزیم دنابسپاراز با خاصیت پلی مرازی اش موجب ساخت رشته پلی نوکلئوتیدی می شود و با خاصیت نوکلئازی اش موجب ویرایش

۶۴۴- آنزیم روبیسکو (ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز)، هم فعالیت کربوکسیلازی و هم فعالیت اکسیژنازی دارد.

۶۴۵- آنزیم ها در طول واکنش مصرف نمی شوند.

۶۴۶- در واقع آنزیم ها در واکنش های مختلفی شرکت می کنند و در همه آن ها باعث افزایش سرعت واکنش می شوند؛ اما در طول واکنش خودشان دست نخورده باقی می مانند و مصرف نمی شوند؛ بنابراین چیز باصرفه ای هستند و بدن می تواند بارها از آن ها استفاده کند.

۶۴۷- البته به مرور زمان و به دلایل دیگر مقداری از آنزیم ها از بین می روند و بدن مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود (مثلا بعضی از آنزیم های گوارشی از طریق مدفوع دفع می شوند).

۶۴۸- فعالیت آنزیم ها تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار دارد که مهم ترینشان عبارت اند از: ۱- کوآنزیم ها ۲- مواد سمی ۳- pH محیط ۴- دما ۵- غلظت آنزیم ها ۶- غلظت پیش ماده

۶۴۹- کوآنزیم ها: برخی از آنزیم ها برای فعالیت خود به کمک برخی از یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند؛ به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند کوآنزیم می گویند.

۶۵۰- مواد سمی: بعضی از مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک، اگر در محیط فعالیت آنزیم ها وجود داشته باشند، سد راه آنزیم ها شده و مانع فعالیت آن ها می شوند.

۶۵۱- در واقع این دسته از مواد سمی با پیش ماده رقابت می کنند و با غلبه بر آن ها، در جایگاه فعال آنزیم قرار می گیرند.

۶۵۲- در این حالت دیگر آنزیم نمی تواند به پیش ماده متصل شود و آن را به

فراورده تبدیل کند؛ بنابراین در نتیجه وجود برخی از مواد سمی، سرعت واکنش های سوخت و ساز بدن کاهش می یابند و به قدری کند انجام می شوند که حتی در بعضی از موارد باعث مرگ ما می شوند.

۶۵۳- pH محیط: ما در بدنمان انواع از مایع ها را داریم مثل خون، مایع بین سلولی، لنف و ... که pH هر کدام از آن ها در محدوده طبیعی خاصی حفظ می شود.

۶۵۴- به طور تقریبی بیشتر مایعات بدنمان pH بین ۶ و ۸ دارند. مثلا pH خون حدود ۷.۴ است.

۶۵۵- البته pH بعضی از مایعات بدن، خارج از این محدوده است؛ به عنوان مثال در غدد موجود در مخاط معده ما، دسته ای از سلول ها به نام سلول های کناری وجود دارند که کارشان ترشح HCl و عامل داخلی معده است.

۶۵۶- برای همین محیط داخل معده اسیدی است و pH شیره معده در حدود ۲ است.

۶۵۷- هر آنزیمی در محدوده pH خاصی، بهترین عملکردش را دارد که به آن pH بهینه می گویند؛ این یعنی آنزیم ها در خارج از pH بهینه هم عمل می کنند ولی با سرعت و کیفیت خیلی کم.

۶۵۸- از سلول های اصلی غدد معده، آنزیم های گوارشی لیپاز و پروتئاز ترشح می شود که به پیش ساز پروتئازهای معده، به طور کلی پپسینوژن گفته می شود.

۶۵۹- پپسینوژن ها آنزیم های غیرفعالی هستند که تحت تاثیر HCl معده، به پپسین تبدیل می شوند.

۶۶۰- پپسین، پروتئاز فعالی است که پروتئین های موجود در غذا را به پپتیدهای کوچک تر تبدیل می کند.

۶۶۱- pH بهینه پپسین حدود ۲ است.

۶۶۲- پانکراس از دو بخش درون ریز و برون ریز تشکیل شده است که از بخش برون ریز آن بی کربنات سدیم و آنزیم های گوارشی قوی ترشح و از طریق مجاری وارد دوازدهه می شود.

۶۶۳- محیط دوازدهه به دلیل ورود کیموس اسیدی معده، در معرض اسیدی شدن است؛ ولی بی کربنات محیط دوازدهه را قلیایی می کند.

۶۶۴- آنزیم های گوارشی پانکراس در محیط قلیایی بهترین عملکرد را دارند و pH بهینه شان حدود ۸ است؛ بنابراین بی کربنات با این عمل، شرایط ایده آل برای فعالیت آنزیم های پانکراس را فراهم می کند و باعث می شود که گوارش شیمیایی مواد غذایی به خوبی انجام شود.

۶۶۵- pH طبیعی خون در حدود ۷.۴ است؛ بنابراین آنزیم هایی که درون خون ما فعالیت می کنند، pH بهینه شان حدود ۷.۴ است، مثل پروترومبیناز که در روند انعقاد خون نقش دارد و باعث تبدیل پروترومبین محلول در خوناب به ترومبین می شود.

۶۶۶- سطح پوست به دلیل ترشحات چربی غدد چربی، اسیدی است، چون چربی از اسیدهای چرب ساخته شده است و اسید چرب هم باعث اسیدی شدن محیط پوست می شود.

۶۶۷- از طرفی بعضی آنزیم ها در سطح پوست فعالیت می کنند؛ مانند لیزوزیم های سطح پوست پس لیزوزیم های سطح پوست در محیط اسیدی بهترین فعالیت را دارند.

۶۶۸- حالا اگر pH محیط فعالیت یک آنزیم تغییر کند، تغییر pH بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین اثر می گذارد و باعث تغییر شکل جایگاه فعال آنزیم می شود؛ در نتیجه دیگر آنزیم نمی تواند به پیش ماده خودش متصل شود و میزان فعالیتش کاهش می یابد.

۶۶۹- سکرتین هورمونی است که از دوازدهه ترشح می شود و با اثر بر پانکراس باعث افزایش ترشح بی کربنات می شود.

۶۷۰- اگر به هر دلیلی سکرتین ترشح نشود و یا این که بر پانکراس اثر نگذارد، بی کربنات کمی ترشح می شود و pH محیط دوازدهه کاهش می یابد.

۶۷۱- در نتیجه فعالیت آنزیم های پانکراس کاهش می یابد یا متوقف می شود.

۶۷۲- گاسترین هورمونی است که از معده ترشح می شود و بر سلول های اصلی و کناری معده اثر می گذارد و به ترتیب باعث افزایش ترشح آنزیم پپسینوژن و اسید کلریدریک می شود.

۶۷۳- حال اگر به هر دلیلی گاسترین ترشح نشود، تولید HCl در معده کاهش می یابد و در نتیجه pH محیط معده افزایش می یابد.

۶۷۴- همه این ها باعث می شوند که فعالیت پپسین معده کاهش یابد یا متوقف شود.
۶۷۵- در دیابتی ها به دلیل کاهش ترشح انسولین و یا کارایی نامناسب گیرنده های آن، سلول ها نمی توانند از گلوکز موجود در خون استفاده کنند؛ بنابراین رو می آورند به استفاده از چربی ها و پروتئین ها استفاده از چربی ها باعث تولید فراورده های اسیدی و در نتیجه کاهش pH خون می شود.
۶۷۶- حال اگر فردی دیابتش کنترل نشود pH خونش کاهش می یابد و عملکرد آنزیم هایی که در خون فعالیت می کنند، کاهش می یابد یا متوقف می شود.
۶۷۷- دما: دمای طبیعی بدن حدود ۳۷ درجه سانتی گراد است برای همین آنزیم های بدن ما در دمای ۳۷ درجه بهترین عملکرد را دارند؛ بنابراین افزایش یا کاهش دمای بدن باعث کاهش فعالیت آنزیم ها می شود.
۶۷۸- تاثیر افزایش دما و کاهش دما بر فعالیت آنزیم ها متفاوت است.
۶۷۹- دمای بالا ممکن است باعث تغییر شکل جایگاه فعال آنزیم ها به طور برگشت ناپذیر و غیرفعال شدن آن ها شود.
۶۸۰- در نتیجه در این شرایط حتی برگشت دمای بدن به حالت عادی هم نمی تواند باعث بهبود عملکرد آنزیم ها شود.
۶۸۱- اما کاهش دمای بدن باعث غیرفعال شدن موقتی آنزیم ها می شود که برگشت دما به حالت طبیعی می تواند، باعث فعال شدن مجدد آن ها می شود.
۶۸۲- تب یکی از نشانه های ابتلای بدن به بیماری میکروبی است.
۶۸۳- در واقع تب نوعی پاسخ ایمنی است که تحت کنترل هیپوتالاموس انجام می شود و باعث کاهش فعالیت های میکروب ها می شود.
۶۸۴- اگر تب شدید باشد و دمای بدن بیش از حد بالا باشد، می تواند باعث تغییر شکل غیرقابل بازگشت جایگاه فعال آنزیم ها شود.
۶۸۵- در این حالت آنزیم هایمان از کار می افتند و واکنش های سوخت و ساز بدنمان کند می شود.
۶۸۶- ما از این تغییر فعالیت پروتئین ها در دماهای مختلف می توانیم استفاده کنیم: مثلا در آزمایشگاه اگر در آزمایشی لازم باشد که یک آنزیم را به طور دائمی غیرفعال کنیم می توانیم دما را بالا ببریم و یا اگر بخواهیم به طور موقتی غیرفعال

کنیم می توانیم دما را پایین بیاوریم.

۶۸۷- در آزمایشگاه ما می توانیم پروتئین هایی (آنزیم هایی) را بسازیم که نسبت به گرما مقاوم اند، یعنی با افزایش دما غیرفعال نمی شوند؛ بنابراین می توان از آن ها برای انجام واکنش ها در دمای بالا استفاده کرد.

۶۸۸- غلظت آنزیم ها: مقدار بسیار کمی از آنزیم لازم است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.

۶۸۹- بدیهی است که هر چه قدر غلظت آنزیم ها بیشتر باشد، مجموع واکنش های بدن با سرعت بیشتری انجام می شوند و تولید فراورده در واحد زمان بیشتر می شود.

۶۹۰- دقت کنید که افزایش غلظت آنزیم تا جایی باعث افزایش سرعت واکنش می شود که پیش ماده کافی در دسترس آنزیم ها باشد. اگر پیش ماده محدود باشد، از یک جایی به بعد افزایش غلظت آنزیم اثری بر سرعت بیشتر واکنش ندارد.

۶۹۱- غلظت پیش ماده: رابطه بین غلظت پیش ماده و فعالیت آنزیم ها با افزایش غلظت پیش ماده تا حدی، فعالیت آنزیم ها و در نتیجه سرعت انجام واکنش ها بیشتر می شود، چون احتمال برخورد پیش ماده با جایگاه فعال آنزیم بیشتر می شود اما از یک حدی به بعد، هر چه غلظت پیش ماده بیشتر شود، میزان فعالیت آنزیم ها ثابت می ماند، چون تعداد آنزیم ها محدود است و از یک حدی به بعد، همه آنزیم ها مشغول خدمت رسانی هستند و جایگاه فعالشان را پیش ماده اشغال کرده است.

۶۹۲- در واقع با افزایش غلظت پیش ماده تا یک جایی (تا جایی که آنزیم کافی برای اتصال پیش ماده به آن وجود داشته باشد) سرعت واکنش افزایش می یابد اما در جایی که دیگر تمام جایگاه های فعال آنزیم ها پر می شود دیگر سرعت واکنش افزایش نخواهد داشت.

۶۹۳- اما اگر با افزایش غلظت پیش ماده، غلظت آنزیم را هم زیاد کنیم، سرعت واکنش هم چنان با افزایش غلظت پیش ماده، زیاد می شود.