مراحل رونویسی:

رونویسی یعنی ساخته شدن مولکول RNA از روی مولکول DNA که این عمل توسط آنزیمی به نام آنزیم RNA پلی مراز انجام می شود.

نکته مهم: *به قول کتاب درسی رونویسی اولین قدم برای ساخت پروتئین هاست. خیلی از بچه ها این جمله رو بدون درک کردنش همینجوری حفظش می کنن.*

این جمله یعنی چی؟ بچه ها ببینید پروتئین ها از روی اطلاعاتی که در مولکول DNA ذخیره شده ساخته می شن. خوب از اونجایی که مولکول DNA سلول ها خیلی مهمه و به عبارتی حساس ترین و استراتژیک ترین بخش یک سلول محسوب میشه، اگه قرار بشه مستقیما از روی مولکول DNA پروتئین ساخته بشه خطرناکه! چون حین کار ممکنه که مولکول DNA آسیب ببینه و آسیب به مولکول همان! و از بین رفتن سلول همان! واسه همین سلول میاد زرنگی می کنه و بدلِ اطلاعات رو درست می کنه تا از رو اون پروتئین سازی انجام بشه. خوب این بدل کیه؟ مولکول RNA هستش. به ساخت مولکول RNA چی می گفتیم؟ رو نویسی! پس اولین قدمی که برای پروتئین سازی انجام میشه رونویسی هستش. خوب حالا بریم ببینیم رونویسی چجوری انجام میشه. در اینجا مراحل رونویسی در یک سلول پروکاریوتی را بررسی می کنیم.

مرحله ی اول:

ژنی که (بخشی از مولکول DNA) قرار است آنزیم RNA پلی مراز از روی آن مولکول RNA را بسازد ، یک قسمتی دارد بنام راه انداز ژن! که در واقع یک توالی نوکلئوتیدی خاص می باشد. در مرحله ی اول برای اینکه آنزیم RNA پلی مراز ما گیج نزند! و به بیراهه نرود! با شناسایی کردن توالی راه انداز، به ژن متصل می شود. بچه ها حواستون باشه که مولکول DNA انواع و اقسام ژن ها رو داره و آنزیم RNA پلی مراز پروکاریوتی با توجه به توالی راه انداز هر ژن که خاص خودش هستش به اون ژن متصل میشه.
یک فایده ی دیگری هم این راه انداز زن دارد و انم اینکه باعث میشه تا آنزیم RNA پلی مراز رونویسی رو از محل صحیح و درست شروع کنه! یعنی از ابتدای ژن شروع کنه تا انتهاش! و نه از وسط! و یا از آخر!

نکته مهم: *راه انداز جنس مولکول DNA می باشد پس ما در آن چیزی به اسم ریبونوکلئوتید نمی توانیم ببینیم پس چیزی به اسم چند ریبوزو باز آلی پیوراسیل نمی توان یافت! راه انداز یک توالی نوکلئوتیدی می باشد پس بین نوکلئوتیدهای آن پیوند فسفودی استری می توان یافت!*

نکته مهم: *در مرحله ی اول هیچ رونویسی (یعنی ساخته شدن مولکول RNA از روی DNA) انجام نمی شود.*

مرحله ی دوم رونویسی:

آنزیم RNA پلی مراز برای اینکه بتواند از روی مولکول DNA ، مولکول RNA را بسازد باید دو رشته ی DNA را باز کند. برای همین مولکول DNA پیوندهای هیدروژنی اش توسط آنزیم RNA پلی مراز شکسته می شوند! و در نتیجه دو رشته ی مولکول DNA در آن قسمت(منظور قسمت مربوط به ژنی که می خواهد رونویسی شود) باز می شود.

نکته مهم: *آنزیم RNA پلی مراز برای شکستن پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مولکول DNA در ژن مربوطه (ژنی که می خواد رونویسی بشه) از مولکول های آب استفاده نمی کند! دقت داشته باشید که برای شکستن پیوندهای کوالان از مولکول آب استفاده می کنیم!.*

با توجه به شکل کتاب درسی وقتی دو رشته ی DNA از هم جدا می شوند یک حالت حباب مانند ایجاد می شود! به این منظره ی حباب مانند می گویند حباب رونویسی!

نکته مهم: در مرحله ی دوم رونویسی همانند مرحله ی اول، هیچ گونه رونویسی(ساخته شدن مولکول RNA از روی مولکول DNA) صورت نمی گیرد.

مرحله ی سوم:

بعد از اینکه در مراحل اول و دوم آنزیم RNA پلی مراز جای خودش را فیکس کرد! میاد شروع می کنه به رونویسی کردن! یعنی رونویسی به معنای واقعی کلمه تازه از این جا شروع میشه! به این صورت که میاد از روی یکی از رشته های (نه هر دو!) نوکلئوتیدهاش رو می خونه! و در مقابل اون نوکلئوتیدی که خوند، یک ریبونوکلئوتید مکمل میزاره! یعنی وقتی یک دئوکسی ریبونوکلئوتید(نوکلئوتید DNA) را خواند و شد مثلا دئوکسی ریبونوکلئوتید گوانین دار! در این صورت آنزیم RNA پلی مراز در مقابل این دئوکسی ریبونوکلئوتید ، یک ریبونوکلئوتید سیتوزین دار قرار میده. یعنی مکملش رو میزاره جلوش! منتهی از نوع ریبوز دارش!× چرا؟ چون مولکول RNA نوکلئوتیدهاش دارای قند ریبوز هستند(به عبارتی ریبونوکلئوتیدن و نه دئوکسی ریبونوکلئوتید!). در نتیجه بین این دو تا نوکلئوتید مکمل (بین ریبونوکلئوتید جدید با با دئوکسی ریبونوکلئوتید DNA) پیوندهای هیدروژنی میسازه و اینا رو به هم دیگه می چسبونه.

یادآوری:

از بین نوکلئوتیدها، نوکلئوتیدهای گوانین دار و نوکلئوتیدهای سیتوزین دار مکمل هم می باشند و به هنگام قرار گیری در روبروی یکدیگر(نه کنار هم!) ۳ عدد پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی شان ایجاد می شود. نوکلئوتیدهای T دار و آدنین دار(A دار) نیز با یکدیگر مکمل می باشند و وقتی در روبروی یکدیگر قرار می گیرند ۲ تا پیوند هیدروژنی بین شان تولید می شود.

دقت داشته باشید که در ساختار مولکول DNA در مقابل باز آلی آدنین(A) ، باز آلی تیمین(T) قرار میگرد اما در ساختار مولکول RNA در مقابل باز آلی آدنین(A) ، باز یوراسیل(U) قرار می گیرد و نه تیمین!

بچه ها آنزیم RNA پلی مراز همینطوری جلو میره و دونه به دونه نوکلئوتیدهای یکی از رشته های DNA رو می خونه و مقابلشون ریبونوکلئوتیدهای مکمل رو قرار میده.(همونطور که گفتم ما تو RNA نوکلئوتیدهای تیمین دار نداریم پس حواستون باشه که موقع جاگذاری، آنزیم RNA پلی مراز جلوی دئوکسی ریبونوکلئوتید آدنین دار ، ریبونوکلئوتید یوراسیل دار میزاره!).
بچه ها آنزیم RNA پلی مراز بنده خدا خیلی زحمت کشه! علاوه بر این کارایی که گفتم همزمان !(خیلی مهمه!) میاد ریبونوکلئوتیدهایی رو که جلو یکی از رشته های DNA ریدف کرده بود رو به هم دیگه متصل می کنه! یعنی بین ریبونوکلئوتیدها پیوند فسفودی استر ایجاد می کنه.

نکته مهم: دقت داشته باشید که آنزیم RNA پلی مراز فقط و فقط از روی یکی از! (نه هر دو!) رشته ها رونویسی می کند. به این رشته رشته از مولکول DNA که از روی آن رونویسی می شود می گویند رشته ی الگو!

نکته مهم: به اولین نوکلئوتیدی که (یعنی فقط یدونه نوکلئوتید!) رونویسی می شود می گویند جایگاه آغاز رونویسی! که به قول کتاب درسی! (که عشق خودمه!) راه انداز در نزدیکی آن (نه بلافاصله چسبیده به آن!) قرار دارد.

بچه ها انتهای ژن یک بخشی وجود داره به اسم جایگاه پایان رونویسی ! که این قسمت از ژن ، یک توالی خاص داره! وقتی آنزیم RNA پلی مراز به اون توالی خاص در انتهای ژن رسید، متوجه میشه که ژن به پایان رسیده و باید دست از رونویسی برداره و به قول امروزی ها از رونویسی بکشه بیرون! برای همین بعد از اینکه جایگاه پایان رونویسی رو ، رونویسی کرد(یعنی نوکلئوتیدهای اون توالی رو هم خوند و جلوش نوکلئوتیدهای مکمل رو قرار داد) ، آنزیم مراز، مولکول RNA و DNA از هم دیگه جدا میشن. یعنی پیوند هیدروژنی بین رشته ی الگوی DNA و RNA ساخته شده شکسته می شود و هر کسی می رود سی خودش! اینجاست که می گن کیش کیش هر که رود خانه ی خویش!

نکته مهم: دقت داشته باشید که جایگاه پایان رونویسی برخلاف جایگاه آغاز رونویسی از چند عدد نوکلئوتید تشکیل شده است و در ساختار آن می توان پیوند فسفودی استر یافت! راستی بچه ها هر دو تا جایگاه همانند هم دیگه! رونویسی می شوند.

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه که این مراحل مربوط به یک سلول پروکاریوتی بود! در سلول های یوکاریوتی هم تقریبا همین مدلیه! منتهی آنزیم RNA پلی مراز در پروکاریوت ها خودش به تنهایی عرضه ی پیدا کردن راه انداز رو داره! اما متاسفانه آنزیم های RNA پلی مراز یوکاریوتی بی عرضه از آب در اومدن و در نتیجه به کمک عوامل رونویسی (که جلوتر آشنا می شین باهاشون) راه انداز رو شناسایی می کنن.

نتیجه گیری مهم: RNA پلی مراز پروکاریوتی به صورت مستقیم! اما RNA پلی مرازهای یوکاریوتی به صورت غیرمستقیم! راه انداز را شناسایی می کنند.

توضیح و بررسی موشکافانه:

همونطور که مستحضر هستید!(اینو خود عرب ها هم نمی دونن یعنی چیا! یعنی من عاشق این کسی ام که این جمله ها رو میسازه) بارها تاکید کردم که عاغا! در رونویسی فقط از یک رشته ی مولکول DNA استفاده میشه! بچه ها حواستون باشه که وقتی یک ژن می خواد برای پروتئین سازی مورد ساتفاده قرار بگیره فقط یکی از رشته هاش برای ساخت پلی پپتید مورد استفاده قرار میگیره. به عبارت بهتر یکی از رشته های اون ژن برای تولید MRNA بکار برده میشه. از این مولکول MRNA هم برای ساخت پروتئین استفاده میشه. ما تقریبا ژنی رو نداریم که هر دوتا رشته هاش به عنوان رشته ی الگو قرار بگیرن! یعنی از هر دو تا رشته ش برای ساخت پروتئین استفاده بشه! اگر این اتفاق برای یک ژن بیافته در این صورت ما دو نوع MRNA خواهیم داشت. و در نتیجه از روی هر MRNA یک نوع پلی پپتید متفاوت ساخته خواهد شد به عبارتی در اثر رونویسی یک ژن از هر دو تا رشته ش! دو نوع پلی پپتید

متفاوت ساخته خواهد شد. اما طبق متن کتاب درسی(که بازم خیلی عاشقشم!) مطابق با نظریه ی یک ژن – یک رشته ی پلی پپتیدی از روی هر ژن فقط یک نوع پلی پپتید ساخته می شود و ما هم تابع کتاب جونم هستیم!. پس عاغا جان! متن کتاب درسی رو خوب خون!

نتیجه گیری مهم: از یک ژن فقط یک نوع رشته ی پلی پپتیدی ساخته می شود بنابراین باید در رونویسی فقط از یکی از رشته ها به عنوان رشته ی الگو استفاده شود.

خوب اینجا واسه بچه های رو مُخ! یه سوالی پیش میاد اونم اینکه عاغا! مگه نمیگید از رو یکی از رشته های ژن رونویسی انجام میشه؟ خو انزیم RNA پلی مراز چجوری این رشته رو تشخیص میده؟ یعنی از کجا می فهمه که کدوم رشته رو باید رونویسی کنه؟ ده بیست سی چهل می کنه؟ نه جونم! این کار رو راه انداز انجام میده یعنی راه انداز به طریقی! که خارج از حوصله ی کنکور هستش(دارم می پیچونما!) میاد به راه انداز نشون میده! و میگه که عموجون باید از اینجا شروع کنی و این رشته رو رونویسی کنی. پس می تونیم بگیم که راه انداز ۳ تا وظیفه ی مهم داره:

الف) نشان دادن محل صحیح رونویسی!(rna *پلی مراز هِی به راه انداز میگه اونو به من نیشان بده اول! شومایی؟!!)*

ب) نشان دادن جهت حرکت رونویسی

ج) نشان دادن رشته ی الگو

***نکته مهم:** بچه ها حواستون باشه که راه انداز جزئی از ژن محسوب میشه! اما رونویسی نمیشه! جایگاه پایان رونویسی هم جزئی از ژن هستش اما رونویسی میشه!*

توضیح و بررسی موشکافانه:

بچه ها وقتی RNA پلی مراز روی مولکول DNA میشینه، برای باز شدن دو رشته از هم پیوندهای هیدروژنی رو می شکونه از طرف دیگه وقتی ریبونوکلئوتیدها رو روبروی دئوکسی ریبونوکلئوتیدها قرار میده پیوند هیدروژنی بین اونها برقرار می کنه! پس هم پیوند هیدروژنی می شکونه و هم تشکیل میده! از طرفی بین ریبونوکلئوتیدها هم پیوند فسفودی استر تولید می کنه! اما یادمون باشه که عرضه ی شکوندن این نوع پیوند ها رو نداره!

نتیجه گیری مهم ۱: آنزیم RNAپلی مراز هم پیوند هیدروژنی می سازد و هم می شکند! اما فقط و فقط پیوند فسفو دی استر تولید می کند! آنزیم هلیکاز آنزیمی می باشد که در هنامند سازی نقش دارد و پیوند هیدروژنی بین دو رشته ی مولکول DNA را می شکند پس عمل RNAپلی مراز مشابه عمل هلیکاز می باشد.

نتیجه گیری مهم ۲: آنزیم rna پلی مراز فقط و فقط پیوند فسفو دی استر را تشکیل می دهد اما آنزیم dna پلی مراز (آنزیم دخیل در فرآیند همانند سازی) هم می تواند غفسفو دی استر را تشکیل بدهد هم می تواند بشکند! (عمل ویرایش)

خوب بچه ها اگه بخوایم آنزیم هایی که تو کار شکوندن و تشکیل پیوند هستن مقایسه ای بین شون انجام بدیم اینجوری میشه:

آنزیم DNA پلی مراز ← هم فسفو دی استر می شکند و هم فسفو دی استر تشکیل می دهد

آنزیم RNA پلی مراز ← فسفو دی استر را فقط تشکیل می دهد اما پیوند هیدروژنی را هم می سازد و هم می شکند!

آنزیم محدود کننده ← کارش فقط شکستن است! هم هیدروژنی و هم فسفو دی استر را می شکند!

آنزیم هلیکاز ← فقط هیدروژنی را می شکند.

آنزیم لیگاز ← کارش فقط ساختن است و فقط فسفو دی استر را می سازد.

نکته مهم: دقت داشته باشید که فرآیند رونویسی (یعنی ساخته شدن مولکول RNA از روی مولکول DNA) در یوکاریوت ها هم در هسته انجام می شود و هم در سیتوپلاسم (داخل اندامک های کلروپلاست و میتوکندری ها) اما در پروکاریوت ها فقط و فقط در سیتوپلاسم صورت می گیرد.

نکته مهم: دقت داشته باشید که در یک فرآیند رونویسی دو بار پیوندهای هیدروژنی شکسته می شوند و دو بار تشکیل می شوند! به این صورت که:

جاهایی که می شکنه:

الف) در آغاز رونویسی به هنگام باز شدن دو رشته ی DNA از هم آنزیم RNA پلی مراز پیوندهای هیدروژنی را می شکند.(این شد یک بار!)

ب) در پایان رونویسی وقتی که اجزاء رونویسی می خواهند از هم دیگر جدا شوند (جدا شدن RNA پلی مراز، RNA ساخته شده و مولکول DNA) ، پیوندهای هیدروژنی بین RNA جدید ساخته شده و رشته ی الگو شکسته می شود.(این شد ۲ بار!)

جاهایی که تشکیل می شه:

الف) در روند رونویسی وقتی که ریبونوکلئوتیدها مقابل دئوکسی ریبونوکلئوتیدها قرار میگیرند بین شان پیوند های هیدروژنی برقرار می شود.(این شد ۱ بار!)

نکته مهم: در تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته ی الگو و RNA در حال ساخت آنزیم RNA پلی مراز دخیل است! (به صورت غیر مستقیم باعث ایجاد پیوند هیدروژنی بین این مولکول ها میشه.)

ب) وقتی رونویسی تمام شد و اجزاء رونویسی از هم جدا شدند دوباره پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته ی DNA تشکیل می شود!(این شد ۲ بار!)

نکته مهم: دقت داشته باشید که در اینجا (یعنی تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته مولکول DNA) آنزیم RNA پلی مراز دخیل نمی باشد.

یک جدول مقایسه ای خیلی مهم!:

	مرحله ی اول	مرحله ی دوم	مرحله ی سوم
فعالیت آنزیم RNA پلی مراز	شناسایی راه انداز	باز کردن دو رشته ی dna	آغاز رونویسی
حباب رونویسی	خیر	بله	بله دیده میشود.
شکسته شدن پیوند هیدروژنی	خیر	بله	بله بین دو رشته ی مولکول DNA
تشکیل پیوند هیدروژنی	خیر	خیر	بله – بین رشته ی الگو با رشته مولکول RNA در حال ساخت
شکسته شدن پیوند فسفو دی استر	خیر	خیر	خیر
تشکیل پیوند فسفو دی استر	خیر	خیر	بله – بین ریبونوکلئوتیدهای مولکول

			RNAدر حال ساخت

توضیح و بررسی موشکافانه:

بچه ها یک شکل خیلی مهم رو براتون آوردم که خارج از کتابه ولی می تونه مورد استفاده قرار بگیره چون حالت ابتدایی تر این شکل توی کتابتون وجود داره. شکلی که می بینید یک حباب رونویسی رو داره نشون میده. توی این شکل یک آنزیم rna پلی مراز داره از روی مولکول DNA مولکول RNA رو می سازه. اول از همه این شکل مربوط به کدوم مرحله از رونویسیه؟ مرحله ی سوم! خوب همونطور که یادتونه ما در ساختار یک مولکول DNA اگر بخوایم انواع نوکلئوتیدها رو از نظر باز بسنجیم می گفتیم حداکثر ۴ نوع نوکلئوتید در ساختار مولکول DNAبکار میره. یعنی دئوکسی ریبونوکلئوتیدهای دارای بازهای آدنین، گوانینف تیمین و سیتوزین دار! که قند همه شون از نوع دئوکسی ریبوز هستش. خوب تو ساختار یک مولکول RNA هم مثل مولکول DNA ما حداکثر ۴ نوع نوکلئوتید از نظر انواع باز آلی بکار رفته در ساختار نوکلئوتیدها خواهیم داشت. که شامل ریبونوکلئوتیدهای آدنین، یوراسیل، گوانین و سیتوزین دار هستند! که قند همه شون از نوع ریبوز هستش. حالا من از شما چند تا سوال دارم!

سوال اولم: عاغا! تو شکلی که تو شکلی که می بینی حداکثر چند نوع نوکلئوتید از نظر باز آلی و نوع قند بکار رفته وجود داره؟

خوب چون گفته حداکثر! پس ۴+۴ نوع نوکلئوتید توی DNA داریم و ۴ نوع هم توی مولکول RNA در حال ساخت! پس جمعا ۸ نوع نوکلئوتید می توان یافت (حداکثر!) اونم از نظر انواع بازآلی و نوع قند بکار رفته!

سوال دوم: حداکثر چند نوع نوکلئوتید از نظر بازآلی بکار رفته می تونیم ببینیم؟

چون فقط از نظر نوع باز آلی خواسته می گیم۵ نوع! یعنی نوکلئوتیدهای آدنینی، گوانین، سیتوزینف تیمین و یوراسیل دار!

سوال سوم: چند نوع نوکلئوتید از نظر نوع قند بکار رفته می توان یافت؟

اینجا دیگه حداقل و حداکثر نداریم! یه سری از نوکلئوتیدها ریبوز دارن یه سریا هم دئوکسی ریبوز! پس میشه کلا نوع!

سوال چهارم: در این شکل حداکثر چند نوع مونومر می توان یافت؟

خوب بچه ها گفتیم که حداکثر ۸ نوع نوکلئوتید می تونیم پیدا کنیم (از نظر انواع باز آلی و قند بکار رفته) اما اینجا از انواع مونومرها رو خواسته! خوب اگه شکل رو نگاه کنی ما تو این شکل فقط نوکلئوتید که نداریم! بلکه آنزیم RNA پلی مراز رو هم داریم! این آنزیم از جنس چیه؟ آ باریکلا! از جنس آمینواسید! خوب آمینواسیدها حداکثر چند نوع اند؟ ۲۰ نوع! (در حد کتاب درسی) پس می تونیم بگیم توی این شکل ما حداکثر ۲۸ نوع (۲۰ تا از مال آمینواسیدها و ۸ تا از مال نوکلئوتیدها) مونومر می تونیم پیدا کنیم.

مقایسه ی مهم فرآیند رونویسی با همانند سازی:

خوب بچه ها حالا می خوام فرآیند رونویسی رو با فرایند همانند سازی مقایسه کنم و تفاوت ها و تشابهاتشون رو بگم:

الف) محل واکنش:

هم رونویسی و هم همانند سازی در یوکاریوت ها در شیره ی هسته انجام می شود و در سلول های پروکاریوت در سیتوپلاسم!

ب) محل استقرار و فعالیت محصول پس از تولید:

محصول فرایند رونویسی (RNA) در یوکاریوت ها از منافذ هسته عبور می کند و به سیتوپلاسم می رود اما محصول فرآیند همانند (مولکول DNA جدید) در همان هسته باقی می ماند. در پروکاریوت ها کلا همون جا تولید می شن و همونجا هم می مونن یعنی سیتوپلاسم!

ج) در مرحله ای از چرخه ی سلولی که انجام می شوند:

رونویسی در مرحله ی Gap۱ (نخستین رشد سلولی) و Gap۲ (دومین رشد سلولی) از چرخه ی سلولی صورت می گیرد. اما همانند سازی در مرحله ی سنتز یا همان S صورت می گیرد.

د) آنزیم هایی که این فرایند را انجام می دهند:

فرآیند رونویسی ← آنزیم RNA پلی مراز

این انزیم پیوند فسفو دی استر تشکیل می دهد اما قادر به شکستن آن نیست ! این آنزیم در تشکیل پیوند هیدروژنی دخیل می باشد و همینطور در شکستن پیوند هیدروژنی!

فرآیند همانند سازی ← آنزیم های هلیکاز + DNA پلی مراز

آنزیم هلیکاز کارش شکستن پیوندهای هیدروژنی بین دورشته ی مولکول DNA می باشد.

آنزیم DNA پلی مراز کارش ایجاد پیوند فسفو دی استر بین نوکلئوتیدها و همچنین شکستن انها می باشد(عمل ویرایش)

نکته مهم: دقت داشته باشید که فعالیت آنزیم هلیکاز (یعنی شکستن پیوند هیدروژنی دو رشته ی مولکول DNA) همانند فعالیت آنزیم RNA پلی مراز می باشد.

نکته مهم: دقت داشته باشید که فعالیت سنتزی (ساخت پیوند فسفو دی استر) RNA پلی مراز همانند فعالیت سنتزی آنزیم DNA پلی مراز می باشد.

نکته مهم: دقت داشته باشید که در فرایند رونویسی فقط بخشی از RNA رونویسی می شود که در آن منطقه فقط یک نوع! و آن هم یک عدد! یا چندین عدد! آنزیم RNA پلی مراز فعالیت می کند اما در فرایند همانند سازی کل مولکول DNA همانند سازی می شود و در هر حباب همانند سازی ۲ تا آنزیم هلیکاز و ۴ تا آنزیم DNA پلی مراز وجود دارد.

توجه !! توجه!!

در فرآیند همانند سازی ما ۲ نوع آنزیم داریم(هلیکاز + DNA پلی مراز) اما در فرآیند رونویسی فقط ۱ نوع آنزیم داریم!(RNA پلی مراز). در ضمن تعداد آنزیم ها در فرآیند همانند سازی خیییییلی بیشتر از تعداد آنزیم ها در فرآیند رونویسی می باشد!

ه) رشته ی الگو:

در فرآیند رونویسی فقط یک رشته ی پلی نوکلئوتیدی از مولکول DNA به عنوان رشته ی الگو استفاده می شود اما در فرایند همانند سازی هر دو تا رشته به عنوان رشته ی الگو استفاده می شوند.

نکته مهم: دقت داشته باشید که در فرآیند همانند سازی دو رشته ی الگو برای همیشه! از همدیگر جدا می شوند اما در فرآیند رونویسی ابتدا قسمتی از مولکول DNA دو رشته اش از هم جدا می شوند و سپس به هم دیگر وصل می شوند.

ت) جهت فرآیند:

در همانند سازی جهت حرکت انجام فرآیند معمولا دو طرفه می باشد! اما در رونویسی فقط یک طرفه می باشد!

نکته مهم: در برخی از باکتری ها جهت همانند سازی یک طرفه می باشد. در یوکاریوت ها تماما ۲ طرفه می باشد.

جدول مقایسه ای مهم:

	فرآیند همانند سازی	فرآیند رونویسی
محل انجام	یوکاریوت ها: هسته پروکاریوت ها: سیتوپلاسم	یوکاریوت ها: هسته پروکاریوت ها: سیتوپلاسم
آنزیم های دخیل	هلیکاز و DNA پلی مراز	RNA پلی مراز
شکسته شدن پیوند هیدروژنی توسط	هلیکاز	RNA پلی مراز
تشکیل پیوند هیدروژنی توسط	خود به خود (بین دو رشته ی DNA)	توسط RNA پلی مراز(بین RNA در حال ساخت و رشته ی الگو)
شکسته شدن پیوند فسفو دی استر توسط	آنزیم DNA پلی مراز در عمل ویرایش	مگه داریم؟(نداریم عشقم!)
تشکیل پیوند فسفو دی استر توسط	DNA پلی مراز	RNA پلی مراز
تعداد رشته الگو	هر دو رشته ی DNA	یکی از رشته های مولکول DNA
جنس محصول	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
وجود پیوند هیدروژنی در محصول	قطعا پیوند هیدروژنی دارد!	ممکن است پیوند هیدروژنی داشته باشد! ممکن است نداشته باشد! **
محل فعالیت محصول	در یوکاریوت ها: هسته در پروکاریوت ها: سیتوپلاسم	در یوکاریوت ها: سیتوپلاسم در پروکاریوت ها: سیتوپلاسم
جهت انجام فرآیند	معمولا ۲ جهتی	همواره ۱ جهته
جنس ماده ای که آنزیم های دخیل روی آن کار می کنند.	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبو نوکلئوتید

نکته ی خیلی مهم اما تکراری!: *بچه ها حواستون باشه که راه انداز تحت هیچ شرایطی رونویسی نمی شود بلکه فقط شناسایی می شود! (توالی افزاینده که بخشی از DNA می باشد هم رونویسی نمی شود)*

نکته مهم: دقت داشته باشید که یک مولکول DNA هزاران ژن دارد! (طبق متن کتاب درسی در فصل ماده ی ژنتیک) که از این تعداد فقط تعداد خاصی رونویسی می شوند! نه همه ی ژن ها!

نکته مهم: دقت داشته باشید که تمامی ژن ها در یک مولکول DNA وقتی همانند سازی می شوند به یک مقدار مساوی همانند سازی می شوند و همگی توسط ۲ نوع آنزیم (هلیکاز + DNA پلی مراز) تمت همه ی ژن ها به یک مقدار رونویسی نمی شوند! بلکه سلول بر اساس نیازش ژن ها را رونویسی می کند یکسری از ژن ها را زیاد! و یکسری را کم و حتی یکسری ها را هیچ وقت! برای مثال سلول های کبدی که به آنزیم پراکسید هیدروژناز نیاز فراوانی دارند، (آنزیم کاتالاز) زنش را نسبت به سایر سلول ها بیشتر رونویسی می کنند تا پروتئین های بیشتری از این ژن تولید کنند.

نتیجه گیری مهم: ژن ها به یک نسبت همانند سازی می شوند اما رونویسی شان بر اساس نیاز سلول می باشد! بعضی از ژن ها زیاد! بعضی ها کم! و بعضی ها در گروهی از سلول ها اصلا! رونویسی نمی شوند.

نکته مهم: هر ژن برای خودش یک زاه انداز دارد و اینطور نیست که ما برای همه ی ژن ها فقط یک راه انداز داشته باشیم!

نکته مهم: آنزیم های rna پلی مراز چون از نوع آنزیم های درون سلولی هستند پس توسط ریبوزوم های آزاد در سیتوسل سنتز می شوند و توسط ریبوزوم های روی شبکه ی آندوپلاسمی زبر ساخته نمی شوند.

پروتئین سازی:

بعد از اینکه MRNA ساخته شد می آید به ریبوزوم ها! تا بر اساس اطلاعاتی که در آن وجود دارد آمینواسیدهای خاصی با ترتیب و تعداد خاص کنار هم دیگر چیده شوند و در نتیجه پلی پپتید ساخته شود. به این کار می گویند پروتئین سازی! یا فرنگی اش می شود Translation (همون ترجمه ی خودمون!). چون در این جا به نوعی اطلاعات موجود در mrna به زبان آمینواسیدی ترجمه می شوند.

فرآیند ترجمه همانند فرآیند رونویسی از ۳ مرحله ساخته شده است که هر کدام را به ترتیب بررسی می کنیم.

مرحله آغاز.:

در این مرحله اول از همه بخش اوچولوی! ریبوزوم می آید و فرتی! می چسبد به MRNA ای که می خواهد ترجمه شود.

همانطور که گفتم هر MRNA دارای یک کدون آغاز می باشد که این کدون اغاز توالی AUG می باشد. بخش کوچک ریبوزوم به گونه ای به mrna متصل می شود که در مجاورت کدون آغاز قرار میگیرد.

بعد از اینکه بخش کوچک ریبوزوم به mrna وصل شد ، با توجه به کدون اغاز ، یک Trna که حامل آمینواسید متیونین است(چون گفتیم که AUG به معنی امیواسید متیونین است.) می آید و به کدون اغاز متصل می شود. از کجا؟ از طریق بازویی که دارای آنتی کدون هستش! به این صورت که TRNA ای که دارای آمینواسید متیونین هستش، آنتی کدونش UAG هستش. یعنی دقیقا مکمل (نه مشابه!) بازهای کدون آغاز می باشد. در نتیجه بین بازهای کدون آغاز با بازهای کدون پایان پیوند هیدروژنی برقرار می شود.

از آنجایی که این TRNA اولین TRNA ای است که وارد ریبوزوم شده است و استارت ترجمه را زده است! می گویند TRNA آغازگر!

نکته مهم: *بین گوانین با سیتوزین، ۳ عدد پیوند هیدروژنی و بین آدنین با یوراسیل۲ عدد پیوند هیدروژنی برقرار می شود پس با توجه به توالی کدون و آنتی کدون، بین آنها۷ عدد پیوند هیدروژنی برقرار می شود.*

بعد از اینکه TRNA آغاز گر با متیونین متصل به به خودش روی MRNA نشست بخش بزرگ ربوزوم میاد و به مجموعه ی قبلی متصل میشه در نتیجه ساختار ریبوزوم تکمیل میشه(یعنی بخش کوچیک و بزرگ به هم متصل می شوند) . وقتی که بخش بزرگ و کوچک به هم وصل می شوند با توجه به ساختار آنها ۲ تا جایگاه در ریبوزوم بوجود میاد. یکی جایگاه P و دیگری جایگاه A ! که با توجه به شکل جایگاه در سمت چپ! و جایگاه A در سمت راست قرار دارد. یهنی اینجوری میشه PA ←

نکته مهم: همانطور که در شکل می بینید TRNA آغازگر در جایگاه P قرار گرفته است و جایگاه A هیچ TRNAای ندارد!

نکته مهم: در مرحله آغاز ما در جایگاه P ، بیش از ۶ تا نوکلئوتید داریم! (۳ تا کدون آغاز که مربوط به MRNA هستش و ۷۰ الی ۸۰ تا هم مربوط به TRNA ! متاسفانه تو خیلی از کتاب ها نوشتن ۶ تا نوکلئوتید داریم! این غلطه!

نکته مهم: جایگاه A ریبوزوم فاقد TRNA و فاقد آمینواسید است و فقط حاوی کدون است! (در مرحله ی آغاز!)

نکته مهم: در این مرحله فقط پیوند هیدروژنی برقرار می شود. آن هم فقط در جایگاه P ! اما در جایگاه A نه پیوند هیدروژنی و نه پیوند پپتیدی هیچ کدام تشکیل نمی شوند! بچه ها تو جایگاه P هم مثل جایگاه A پیوند پپتیدی نداریم.

نکته مهم: اولین کدونی که وارد جایگاه P می شود کدون آغاز است و اولین کدونی که وارد جایگاه A می شود کدون بعد از کدون آغاز می باشد! (این کدون می تونه هر کدونی باشه بجز کدون های پایان!)

نکته مهم: اولین TRNA (آغازگر) همواره! وارد جایگاه P می شود اما سایر TRNA ها از این به بعد از جایگاه A وارد می شوند.! مرحله ی بعد متوجه میشی چی میگم نگران نباش!)

مرحله ی ادامه ی ترجمه:

تو این مرحله از این به بعد TRNA ها وقتی می خوان وارد ریبوزوم بشن لز طریق جایگاه A (نه p !) وارد می شن. Trnaدوم که شامل یک آمینواسید خاص می باشد وارد جایگاه A می شه. این TRNA آنتی کدونش دقیقا مکمل(نه مشابه!) کدونی هستش که در جایگاه A قرار داره. با وارد شدن این TRNA پیوند های هیدروژنی بین بازهای کدون و آنتی کدونی ایجاد میشه. . این TRNA امینواسیدی داره که کدون اون معنی رو میده! مثلا تو کتاب درسی کدون موجود در جایگاه A، کدون GUA هستش که به معنی آمینواسید والین هستش(با توجه به جدول کدون های ذکر شده در کتاب درسی)

حالا اون آمینواسید اولی که وارد ریبوزوم شده بود(آمینواسید مربوط به TRNAاغازگر متیونین است) از TRNAخود جدا می شود. یعنی پیوند بین شان شکسته می شود. و می رود می چسبد به آمینواسید TRNA موجود در جایگاه A! یعنی می رود می چسبد به امینواسید والین!(با توجه به شکل کتاب درسی که به عنوان مثال آورده است). پس بین انها یک پیوند پپیتیدی تشکیل می شود. یعنی آمینواسید متیونین با امینواسید والین بین شان یک پیوند پپتییدی ایجاد می شود.

در همین زمان trna آغازگر که امینواسید خودش را(یعنی متیونین) از دست داده است باید هر چه سریعتر بزنه به چاک! در نتیجه این مولکول trna از طریق جایگاه P از ریبوزوم باید خارج بشه! و از طرفی باید کدون جدید وارد دستگاه ریبوزوم ما بشه تا ترجمه ی یک آمینواسید جدید صورت بگیره.

برای اینکه جایگاه A که الان در حال حاضر حاوی TRNA دوم هستش (که بهش ۲ تا آمینواسید چسبیدن) خالی بشه تا جا واسه ورود و شرف یابی! TRNA های دیگر باز بشه! باید TRNA موجود در جایگاه A بیاد تو جایگاه P!

برای همین ریبوزوم روی MRNA به اندازه ی یک کدون (۳ تا نوکلئوتید) به جلو حرکت می کنه در نتیجه کدون آغاز از جایگاه P خارج میشه و کدون بعد از آغاز! (چه جمله ی سنیگینی بود! کمرم شکست) میاد میوفته تو جایگاه P !

خوب بچه ها پس جایگاه A چی شد؟ معلومه دیگه! کدون بعد از کدونِ بعد از کدون آغاز! یعنی کدون سوم! میوفته تو جایگاه A ! و اینجوری میشه که یک کدون جدید برای ترجمه آماده میشه.

حالا TRNA سوم که آنتی کدون مکمل(نه مشابه!) کدون سوم(موجود در جایگاه A) هستش وارد جایگاه A میشه. که آمینواسیدی رو با خودش داره که معنی اون کدون رو میده! مثلا تو مثال کتاب درسیکدون سوم AAA هستش که آنتی کدون حاوی آمینواسید لیزین هستش و AAA به معنی آمینواسید لیزین هستش.

حالا آمینواسیدهایی که به TRNA دوم موجود در جایگاه P متصل هستند، ازش جدا می شن! (یعنی پیوند بین امینواسید والین و TRNA دوم شکسته میشه) و می رن می چسبن به آمینواسید سوم! یعنی میرن می چسبن به آمینواسید متصل TRNA سوم! (دقیقا مثل حالت قبلی!) در نتیجه TRNA دوم که برهنه شد(یعنی خالی از آمینواسید شد) از طریق جایگاه P از ریبوزوم خارج میشه و برای اینکه جا واسه ورود TRNA جدید باز بشه (یعنی جایگاه A خالی بشه) ریبوزوم به تعداد یک کدون حرکت می کنه یعنی به اندازه ی ۳ تا نوکلئوتید! در نتیجه TRNAسوم که حاوی ۳ تا آمینواسید هستش اورد جایگاه P میشه و جایگاه A خالی میشه. و این است فرآیند ترجمه!

بچه ها توصیه می کنم :

اولا ← به شکل ها خوب نگاه کنید

دوما ← حتمن انیمیشن مربوط به پروتئین سازی رو از سایت ما دانلود کنید چرا که پروتئین سازی رو بدون انیمیشن ممکن نیست خوب یاد بگیرید.

نکته مهم: در مرحله ادامه ی ترجمه می توان به صورت همزمان ۲ تا TRNA در داخل ریبوزوم می توان پیدا کرد.

نکته مهم: در مرحله ی ادامه ی ترجمه هم پیوند هیدروژنی تشکیل می شود و هم پیوند پپتیدی! به این صورت که:
پیوند هیدروژنی ← هم در جایگاه A و هم در جایگاه P
پیوند پپتیدی ← فقط در جایگاه A

توجه! توجه!

دقت داشته باشید که در این مرحله از فرایند ترجمه، پیوند پپتیدی فقط و فقط تشکیل می شود! و ما در این مرحله شکسته شدن پیوند پپتیدی را نداریم!

در این مرحله پیوند هیدروزنی هم تشکیل می شود و هم شکسته می شود! منتهی در جایگاه A فقط تشکیل می شود و در جایگاه P فقط شکسته می شود.

نکته مهم: دقت داشته باشید که وقتی TRNAها می خواهند از جایگاه P خارج شوند پیوندهای هیدروژنی شان با کدون شکسته می شود.

نکته مهم: دقت داشته باشید که در مرحله ی ادامه ی ترجمه ، پیوند بین آمینواسید TRNA موجود در جایگاه P با آمینواسیدهای جایگاه A قبل از خروج TRNA از جایگاه P تشکیل می شود!

نکته مهم: همزمان! (خیلی مهمه!) با جابجایی ریبوزوم ،TRNA ای که آمینواسیدش ازش جدا شده از جایگاه P از ریبوزوم خارج می شود. در این حین TRNA حاوی پلی پپتید (که تو جایگاه A قرار داره) وارد جایگاه P میشه!

توضیح و بررسی موشکافانه:

بچه ها اجازه بدین یه بار دیگه خیلی خلاصه مرحله ی ادامه ی ترجمه رو بگم چون یه نکته ی مفهومی خیلی مهم رو می خوام بگم!
TRNA موجود در جایگاه P ، آمینواسیدش جدا می شود و می رود به جایگاه A تا با آینواسید TRNA موجود در جایگاه A پیوند پپتیدی بین شان برقرار شود. سپس این TRNA ای که حاوی دی پپتید است(۲ تا آمینواسید داره) همزمان با جابجایی ریبوزوم از جایگاه A ریبوزوم وارد جایگاه P ریبوزوم میشه(TRNAای که آمینواسیدش رو از دست داده از جایگاه P از ریبوزوم خارج میشه) و TRNA سوم وارد جایگاه A میشه که حاوی یک امینواسید هستش. دوباره آمینواسیدهای TRNA موجود در جایگاه P (اونی که دی پپتید بهش وصله) کنده میشه و میره می چسبه به آمینواسید TRNAجدید که وارد جایگاه شده! و همینطور این داستان ادامه داره! اگه به شکل کتاب درسی خوب نگاه کنید می بینید که در ساختار رشته ی پلی پپتیدی که در حال ساخت هستش آمینواسیدهای جدید تر به توالی CCA (موجود در یکی از بازوهای TRNA) نزدیک ترند! به عبارتی اخرین آمینواسیدی که وارد ریبوزوم میشه(مثلا در مثال کتاب درسی لیزین!) به TRNA نزدیک تر هستش. و اولین آمینواسیدی که وارد ریبوزوم شده بود(در مثال کتاب درسی متیونین!) از توالی CCA دورتر هستش!

نتیجه گیری مهم: در ساختار رشته ی پلی پپتیدی آمینواسیدهای جدید تر در زیر رشته قرار میگیرند و آمینواسیدهای قدی می تر در راس رشته ی پلی پپتیدی در حال ساخت قرار می گیرند!

نکته مهم: دقت داشته باشید پیوندی که بین آمینواسید با آنتی کدون وجود دارد از نوع پپتیدی نیست بلکه یک نوع پیوند کواالان خاص می باشد!

نکته مهم: به ازاء هر پیوندی که بین آمینواسید با TRNA شکسته می شود یک عدد مولکول آب مصرف می شود!

نکته مهم: به ازء هر پیوندی که بین امینواسیدها ایجاد می شود (پیوند پپتیدی)۱ عدد مولکول آب تلید میشود چون نوعی سنتز آبدی محسوب میشود.

نکته مهم: در مرحله ادامه ، ما .....کدون و .....آنتی کدون در ریبوزوم داریم.

حداقل – ۲ تا – ۱ عدد

حداکثر – ۲ تا – ۲ عدد

نکته مهم : همه ی کدون های MRNA وارد جایگاه A می شوند بجز کدون آغاز! که همان AUG می باشد. پس باید بگوییم که بیشتر (نه همه!) کدون ها وارد جایگاه A می شوند.

توجه!! توجه!!

دقت داشته باشید همانطور که بلا گفتم کدون AUG می تونه در طول MRNA بارها تکرار بشه! اما ما فقط اون AUG ای که در ابتدای MRNA هستش میگیم کدون اغاز! و بقیه رو کدون آغاز نمی گیم! هر چند AUG باشن! پس یه سوال! این جمله درسته یا غلط؟

جمله: کدون AUG هیچ وقت نمی تواند وارد جایگاه A بشود!

غلطه عشقم! چون نگفته کدون آغاز که! بلکه گفته کدون AUG ! که ما نمی دونیم این کدون ما آغازه یا نه! AUG هایی که در فاصله ی بین کدون اغاز و کدون پایان قرار دارند مانند بقیه کدون ها وارد جایگاه A میشن.

نکته مهم: *تعداد جابجایی که ریبوزوم روی MRNA انجام می دهد با تعداد پیوندهای پپتیدی که بین امینواسید های رشته ی پلی پپتیدی در حال ساخت تشکیل شده است ، برابر است!*

یادآوری: در یک پلی مر خطی که از n تا مونومر تشکیل شده است یکی کمتر پیوند وجود دارد یعنی n-۱

نکته مهم: *هر تعداد که آنتی کدون وارد ریبوزوم شود با تعداد آمینواسیدهای رشته ی پلی پپتیدی ساخته شده برابر است.*

توضیح و بررسی موشکافانه:

با توجهبه مثال کتاب درسی وقتی trna سوم وارد جایگاه a ریبوزوم می شود پس از ورود آن دومین امینواسیدی که در جایگاه p قرار دارد از توالی cca مربوط به trna خود جدا می شود و می رود به می چسبد به امینواسید سوم(آمینواسید مربوط به trna سوم!) خوب بچه ها این پیوند پپتیدی که بین آمینواسید دوم (تو مثال کتاب والین!) با آمینواسید سوم(تو مثال کتاب درسی لیزین!) برقرار شد چندین پیوند پپتیدی هستش؟ افرین! دومین پیوند پپتیدی! خوب کجا تشکیل میشه؟ بازم افرین! تو جایگاه A ریبوزوم!

خوب اتفاق بعدی چیه؟ ریبوزوم باید حرکت کنه دیگه؟ خوب این حرکت چندمین حرکت میشه؟ دومین حرکتش!(برو نکته ی بالا رو نگاه کن!) حالا که حرکت دوم اتفاق افتاد کیا کجا میرن؟ با جابجایی دوم ، TRNA سوم و کدون سوم که با همدیگه پیوند هیدروژنی دارن از جایگاه A خارج میشن و وارد جایگاه P میشن! در همین حین TRNA دوم هم که تو جایگاه P بود از اون خارج میشه!

راستی بچه ها کدون چهارم هم که تو مثال کتاب درسی میشه UGA وارد جایگاه A میشه.

بچه ها با این توضیحاتی که دادم می تونیم واسه خودمون یه سری فرمول درست کنیم که در کنکور امسال به احتمال خیلی قوی از این فرمول ها استفاده خواهید کرد! یعنی مسئله میدن! حالا ببین کی گفتم.....

اگر TRNA ی M ام به جایگاه A ریبوزوم وارد شود پارامترهای مختلفی را می توان با فرمول های زیر محاسبه کرد:

الف) تعداد آمینواسیدهایی که از TRNA جدا شده اند ← M – ۱

ب) تعداد پیوند پپتیدی که تشکیل شده است ← M – ۱

بچه ها نیازی به حفظ فرمول نیست! کافیه فقط مثال بالا رو توی ذهنتون داشته باشید همین!

فرض کنید یک MRNA در ساختار خودش دارای X عدد کدون باشد ، پارامترهای زیر را حساب کنید:

الف) جابجایی های ریبوزوم ← X – ۲

ب) کدون هایی که وارد جایگاه P می شوند ← X – ۱

نکته مهم: *اگه یادتون باشه کدون آغاز وارد جایگاه P می شود اما کدون پایان نه! واسه همین منهای یک شد!*

ج) کدون هایی که وارد جایگاه A می شوند. X – ۱

نکته مهم: *کدون آغاز فقط وارد جایگاه P میشد و هیچ وقت وارد جایگاه A نمی شد! واسه همین منهای یک شد!*

د) تعداد آمینواسیدهای رشته ی پلی پپتیدی ساخته شده← X – ۱

نکته مهم: از بین کدون ها، همه ی کدون ها معنی دارند بجز کدون های پایان! برای همین منهای یک شد! چون هر MRNA یک عدد کدون پایان داره.

ت) پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها← (X – ۱) – ۱ ← X – ۲

نکته مهم: تعداد آمینواسیدها که مشخصه. اون عدد یک هم که کم کردیم دوباره به خاطر این بود که گفتم توی پلی مرهای خطی همیشه یکی کمتر از تعداد مونومرها ما پیوند داریم.

ث) کدون هایی که از جایگاه P خارج میشن← X – ۱

کدون پایان هیچ وقت وارد جایگاه P نمیشه تا بخواد از اون خارج بشه! واسه همین یکی کمتر حساب می کنیم.

ه) کدون هایی که از جایگاه A خارج می شوند← X - ۲

نکته مهم: کدون آغاز هیچ وقت تو جایگاه A قرار نمی گیره تا بخواد از اون خارج بشه.

مرحه ی پایان ترجمه:

همینطور که ریبوزوم داره روی MRNA ویراز میده! می رسد به یک توالی خاص! بنام کدون پایان! که این توالی خاص یکی از این ۳ تا خواهد بود:

UAA UAG UGA

زمانی که ریبوزوم به یکی از ۳ تا رسید و یکی از این ۳ کدون وارد جایگاه A ریبوزوم شدند جایگاه A این کدون پایان رو تشخیص میده در نتیجه ریبوزوم می فهمه که عمل ترجمه تموم شده و باید هرکی بره سی خودش! برای همین یک پروتئین بنام عامل پایان ترجمه! وارد معرکه میشه و میاد میره تو جایگاه A و میشینه رو کدون پایان! با این یک آنزیم خاصی میاد و پیوند کوالانی که بین اخرین TRNA و رشته ی پلی پپتیدی هستش رو می شکونه! یعنی طی فرآیند هیدرولیز و با مصرف مولکول آب! و نیز انرژی! در نتیجه رشته ی پلی پپتیدی از TRNA جدا میشه. بعد از این اتفاق هم هرکی میره پی کار خودش یعنی MRNA و دو بخش کوچیک و بزرگ ریبوزوم هم از همدیگه جدا میشن.

نکته مهم: برای کدون پایان هیچ TRNA ای وجود ندارد یعنی این کدون به آمینواسیدهای خاصی ترجمه نمی شود و بی معنی است برای همین به اونا میگیم کدون های پایان!

نکته فوق العاده مهم: کدون پایان برخلاف سایر کدون ها توسط جایگاه A ریبوزوم شناسایی می شود و نه TRNA !

نکته مهم: دقت داشته باشید منظور کتاب درسی از آن آنزیم خاص! که پیوند بین پلی پپتید ساخته شده به TRNA رو می شکونه، همون عامل پایان ترجمه هستش؟ نه! بلکه یک آنزیم دیگر!

نکته مهم: کدون پایان فقط وارد جایگاه A می شود و هیچ وارد جایگاه P ریبوزوم نمی شود.

یک مقایسه ی خیلی مهم:

کدون پایان ← فقط به جایگاه A وارد می شود و فقط از آن خارج می شود! همچنین ترجمه نمی شود و شناسایی اش توسط جایگاه Aصورت می گرد.

کدون آغاز ← فقط وارد P می شود و فقط از آن خارج می شود. ترجمه می شود و شناسایی آن توسط trna آغاز گر می باشد.

نکته مهم: ما در مولکول DNA توالی های TAA ، TAG ،و TGA را می توانیم داشته باشیم! اما این توالی ها اگر رونویسی شوند به عنوان آنتی کدون نخواهند بود! اگه گفتی چرا؟

نکته مهم: آخرین .....که وارد جایگاه .....می شود .....است.

کدونی - A – کدون پایان

کدونی - P کدون قبل از کدون پایان! (یکی مونده به آخر!)

آنتی کدونی - A - آنتی کدون مربوط به کدون قبل از کدون پایان!

آنتی کدون – P – آنتی کدون مربوط به کدون قبل از کدون پایان!

نکته مهم: اولین آمینواسیدی که برای اولین بار وارد جایگاه A می شود ، در واقع دومین آمینواسید در ساختار رشته ی پلی پپتیدی می باشد!

نکته مهم: دقت داشته باشید که آنتی کدون های UAA ، UGA و UAG را با کدون های UAA ، UGA و UAG اشتباه نکنید! به اون لفظ کدون و آنتی کدون دقت کنید.

نتیجه گیری مهم:

کدون های پایان یعنی کدون های UAA ، UGA و UAG وارد جایگاه P نمی شوند و فقط وارد جایگاه A می شوند! اما آنتی کدون های UAA ، UGA و UAG هم می توانند وارد جایگاه A شوند و هم وارد جایگاه P

نکته مهم: دقت داشته باشید « هیدرولیز پیوند بین trna و رشته ی پلی پپتیدی » هم در مرحله ی ادامه رخ می دهد! هم در مرحله ی پایان ترجمه! دیده می شود. اما در مرحله ی شروع ترجمه نه!

نکته مهم: در مرحله ی آغاز ترجمه همانند مرحله ی پایان ترجمه ما در جایگاه A ریبوزوم هیچ TRNA ای پیدا نمی کنیم!

نکته مهم: با توجه به تفکر نقادانه ی کتاب درسی که احتمالا امسال توی گزینه ها بدنش! جهت جریان اطلاعات ژنی در سلول ها همواره (نه اغلب!) یک طرف (نه دو طرفه!) و از سمت DNA به سوی پروتئین ها هستش.

چند سالیه حساااااااااابی طراح کنکور روی مبحث تنظیم بیان ژن در اپران لک کلید کرده! امسال احتمال خیلی قوی ازش سوال طرح کنه پس حتمن خوب بخونیدش.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها:

اول از همه لازم هستش تا با ساختار ژن های پروکاریوت ها آشنا بشیم. می دونم که تقریبا ۹۰ درصدتون اصلا این قسمتم رو خوب متوجه نمی شید و براتون پر از ابهامه! اما خوب گوش کن اینجارو که می خوام یکی از چالش های زندگیت رو! :))) برطرف کنم. اگر به ساختار DNA پروکاریوت ها نگاه کنیم می بینیم که ژن های پروکاریوت ها در پکیج ها و تقسیم بندی (بهتره بگیم بسته بندی!) های خاصی قرار گرفته اند. به هر کدام از این پکیج ها می گویند اپران! (فرتگیش اینجوریه: OPERAN) پس اپران یک پکیج ژنی در ساختار DNA حلقوی پروکاریوت ها می باشد.

نکته مهم: *اپران را هم در DNA حلقوی اصلی (منظور کروموزوم اصلی) و هم در DNA حلقوی فرعی (منظور کروموزوم فرعی یا همون پلازمید!) می تونیم مشاهده بکنیم .*

درواقع اپران ها پکیج هایی هستند که بیان هماهنگ(خیلی مهمه ها!) ژن یا ژن های خاصی را در باکتری ها کنترل می کنند.
با توجه به نوع ژن یا ژن های موجود در اپران خاص، یک نام خاص برای آن بکار می برند! مثلا اپران لک! که مربوط به متابولیسم لاکتوز است و کلمه ی لک از همین لاکتوز گرفته شده است. مثال دیگر اپران مربوط به آنزیم تجزیه کننده ی آنتی بیوتیک تتراسایکلین! و خیلی موارد دیگر....
خوب حالا ببینیم این اپران چه بخش هایی رو داره؟ اپران از قسمت های زیر تشکیل شده است:
هر اپران از دو بخش تشکیل شده است به این صورت که یک بخش تنظیم کننده دارد و یک بخش ساختاری! . در بخش تنظیم کننده یک عدد راه انداز و ممکن است(نه همواره!) یکعدد توالی خاص به نام اپراتور(OPERATOR) وجود داشته باشد.
در بخش ساختاری ژن یا ژن هایی که قرار است رونویسی شوند و از آنها پروتئین و یا پروتئین هایی ساخته شود، قرار گرفته اند. به عبارتی بخش ساختاری حاوی یک عدد یا چندین عدد ژن می باشد. برای همین است که به بخش ساختاری یک اسم دیگر هم بکار می برند آن هم بنام بخش رمز گردان! شکل زیر یک اپران ۵ ژنی رو در یک باکتری نشون میده.

نکته مهم: *دقت داشته باشید که در بخش تنظیم کننده همواره! در همه ی ! اپران ها راه انداز وجود دارد اما وجود اپراتور در همه ی اپران ها قطعی نیست! بلکه در بیشتر اپران ها ما اپراتور داریم!*

نکته مهم: *دقت داشته باشید که بخش ساختاری می تونه فقط عدد ژن داشته باشه و می تونه N تا ژن داشته باشه! برای مثال اپران لک دارای ۳ ژن در بخش رمزگردان خود می باشد.*

نقش اپراتور چیست؟

اپراتور یک توالی خاص از DNA در پکیج اپران هستش که یک پروتئین خاص و گنده بک! این توالی خاص رو شناسایی می کنه و بهش می چسبه. در نتیجه وقتی آنزیم RNA پلی مراز نوع ۲ می خواد از راه انداز شروع کنه به سمت ژن های ساختاری بره تا فرآیند رونویسی رو انجام بده نمی شه! چرا؟ چون این پروتئینه گندهه! جلوی راهش رو سد کرده و نمیزاره rna پلی پروکاریوتی حرکت کنه.

نکته مهم: *با توجه به شکل اپراتور بین بخش ساختاری و راه انداز قرار گرفته است.*

از اونجایی که این پروتئین میاد و اتریم rna پلی مراز رو مهار می کنه بهش می گن پروتئین مهار کننده! یا پروتئین تنظیم کننده!

پس بچه ها پروتئین مهار کننده= پروتئین تنظیم کننده

نکته مهم: مونومر پروتئین مصرف کننده از آمینواسید می باشد که حداکثر می توان ۲۰ نوع مونومر در ساختار این پروتئین مصرف کننده یافت.

اگر یادتون باشه گفتم که همه ی اپران ها، اپراتور ندارن! بلکه بیشتر اپران ها دارای اپراتور هستن. در سلول های پروکاریوت ما یک سری پروتئین هایی داریم که همواره و همیشه! بهشون نیاز داره سلول! برای همین باید همواره در هر شرایطی این پروتئین ها باید تولید بشن. مثلا آنزیم های متابولیسم های خاصی که همواره در سلول داره انجام میشسه ! مثل آنزیم های دخیل در تولید انرژی (از جمله ی آنزیم های دخیل در فرآیند گلیکولیز) . خوب برای اینکه این پروتئین ها باید همواره تولید بشن نیازی به داشتن توالی اپراتور در اپران مربوط به این پروتئین ها نیست چون وقت را تلف می کنند! این پروتئین ها باید در هر زمانی تولید بشن و نیاز ی به تنظیم کم و زیاد تولید شدنشون نیست پس اپراتور به درد عمه شون میخوره!

اپران ها از نظر تعداد ژن ها:

اپران ها از نظر اینکه بخش در بخش ساختاری خود چه تعداد ژن دارند به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) اپران های تک ژنی ← فقط یک عدد ژن در بخش رمزگردان(ساختاری) این اپران ها وجود دارد.

ب) اپران های چند ژنی ← این اپران ها در بخش ساختاری بیش از یک عدد ژن دارند.

نکته مهم: تمامی اپران ها چه تک ژنی و چه چند ژنی در خود فقط فقط یک عدد راه انداز و یک عدد جایگاه پایان رونویسی و در صورت وجود اپراتور فقط یک عدد اپراتور دارند!

نکته مهم: اگر یک اپراتور تک ژنی رونویسی شود یک mrna ساخته می شود که فقط یک ژن دارد بنابراین یک کدون آغاز و یک کدون پایان دارد.

بچه ها کدون پایان کیا بودن؟

UAA / UAG / UGA

کدون آغاز کی می شد؟ **AUG**

توجه!! توجه!!

بچه ها حواستون باشه که ممکنه چندین عدد کدون AUG توساختار اون MRNAببینیم اما کدون آغاز فقط یدونه! چون هر گردی که گردو نی عمو جون! هر AUG ای که کدون آغاز نیست عشقم!

نکته مهم: اگر یک اپران چند ژنی رونویسی شود یک عدد MRNA ساخته می شود که به تعداد ژن هایش در ساختار MRNA ژن دارد بنابراین به همان تعداد هم کدون آغاز و کدون پایان خواهد داشت.

نکته مهم: از MRNA تک ژنی (مربوط به اپران تک ژنی) یک رشته ی پلی پپتیدی ساخته می شود اما از MRNA چند ژنی (مربوط به اپران چند ژنی) چند رشته ی پلی پپتید ساخته می شود.

نتیجه گیری مهم ۱: در پروکاریوت ها هم می توان MRNA تک ژنی یافت و هم چند ژنی!

نتیجه گیری مهم ۲: در پروکاریوت ها از یک MRNA ممکن است (نه قطعا!) بیش از یک نوه پلی پپتید ساخته بشود.

نکته مهم: راستی بچه ها حواستون باشه که همه ی ژن هایی که در بخش رمز گردان یک اپران چند ژنی قرار دارند همگی از یک نوع متفاوت نسبت به دیگری هستند یعنی ژن ها مشابه نیستند!

توضیح و بررسی موشکافانه:

توی همین فصل با یک نظریه ای آشنا شدیم تحت عنوان نظریه ی یک ژن – یک رشته ی پلی پپتیدی! یعنی اینکه از روی هر ژن یک رشته ی پلی پپتید ساخته می شود. خوب برای ساخت رشته ی پلی پپتیدی باید از روی اطلاعات روی مولکول DNA ، MRNA ساخته شود و از روی این MRNA هم رشته ی پلی پپتیدی ما ساخته شود. در مبحث اپران های چند ژنی بر فرض مثال اپران لک! یک MRNA ساخته می شود که در خودش ۳ تا ژن دارد! یعنی اگر این MRNA ترجمه شود ۳ تا رشته ی پلی پپتیدی منفاوت ساخته می شود! در صورتی که در اپران های تک ژنی یا در سلول های یوکاریوتی MRNA ای که برای ترجمه می رود فقط یک ژن دارد و در نتیجه فقط یک رشته ی پلی پتیدی ساخته می شود!

نتیجه گیری مهم: پس اینکه بگیم هر ژن – یک رشته ی پلی پپتیدی درسته! اما بگیم هر MRNA یک رشته پپتیدی غلطه! خدایی فکت اومد پایین؟ برو واسه بچه محلاتون تعریف کن.

نکته مهم: اپران ها از جنس DNA هستند پس ما در آنها چیزی که مربوط به RNA باشد را نمی توانیم بیابیم! مثلا مثلا ریبوز رو نداریم! باز یوراسیل رو نداریم!

اپران ها از نظر وجود اپراتور یا عدم وجود اپراتور!

هر پروتئینی که نیاز باشد تا همواره! در سلول تولید شود پکیج ژنی اش نیازی به داشتن اپراتور ندارد چون همونطور که گفتم وجودش مخل نظم هستش و وقت رو تلف می کنه.

نکته مهم: آنزیم های دخیل در تنظیم تنفس سلولی سلول های پروکاریوت اپران هایشان فاقد اپراتور است.

نکته مهم: اپران مربوط به پروتئین مهار کننده فاقد اپراتور است! چون پروتئین مهار کننده باید همواره! در سلول ساخته شود بنابراین این اپران همواره! روشن است (اپران مربوط به پروتئین مهار کننده)

توجه!! توجه!!

بچه ها پروتئین مهار کننده اپرانش تک ژنی است! و فاقد اپراتور می باشد به این اپران(اپران مربوط به پروتئین مهار کننده) می گویند ژن تنظیم کننده! که این ژن در فاصله ای دور تز ار (نه بلافاصله!) اپرانی که قرار است تنظیم کند، قرار گرفته است.

نکته مهم: اپران مربوط به پروتئین مهار کننده یک راه انداز دارد یک جایگاه پایان رونویسی MRNA مربوط به اون هم تک ژنی هستش و یک عدد کدون اغاز و یک عدد کدون پایان داره.

نکته مهم: فرض کنید اپران مربوط به پروتئین تنظیم کننده جهش پیدا کند اگر جهش ایجاد شده باعث .....بیان پروتئین مهار کننده شود محصولات اپرانی را که تنظیم می کند ..... می یابد.

← افزایش - کاهش

← کاهش - افزایش

حالا بچه ها بریم ببینیم تنظیم بیان ژن در سطح رونویسی چجوری در پروکاریوت ها انجام میشه.

باکتری در لوله ی گوارش ما (در روده ی بزرگ) وجود دارد بنام اشرشیا اِ.کلای که این باکتری برای تامین انرژی مورد نیاز خودش از گلوکز استفاده می کنه . زمانی که ما مواد گیاهی می خوریم سلولز موجود در دیواره ی سلولی سلول های گیاهی ! تجزیه نمی شوند زیرا ما خودمان ژن مربوط به آنزیم سلولاز رو نداریم. در نتیجه ما نمی توانیم سلولاز بسازیم تا سلولز موجود در دیواره ی گیاهان را تجزیه کند . باکتری اِ.کلای این ژن را دارد ! و در نتیجه می تواند سلولاز بسازد و این آنزیم را بندازد به جون این سلولازها! آنزیم سلولاز ، سلولز ها را به مونومرهای سازنده ی آن یعنی گلوکز تجزیه می کند و در نتیجه از این گلوکزها به عنوان منبع انرژی استفاده می کند.

نکته مهم: ما از این گلوکز ها که از تجزیه ی سلولاز حاصل شدن استفاده نمی کنیم چون روده ی بزرگ ما عرضه جذب مواد به جز آب رو نداره .

نکته مهم: باکتری های اِ.کلای با استفاده از گلوکزهای حاصل از تجزیه ی سلولز هم انرژی خودش رو تامین می کنه هم اینکه برخی از! ویتامین ها رو برای ما میسازه . مثل ویتامین های B و K

نکته مهم: بچه ها از اونجایی که هم ما سودز می بیم هم خود باکتری اِ.کلای پس می تونیم بگیم رابطه ی ما با این باکتری یه جور رابطه ی هم یاری هستش!

اگر در محیط باکتری اشرشیا کلای سلولز و یا گلوکز وجود نداشته باشد ، مجبور است که انررژی خود را از یک منبع دیگر تهیه کند. این باکتری در صورت نبود و فقدان گلوکز در محیطش ، از لاکتوز هم می تواند استفاده کند. . لاکتوز دی ساکاریدی است که از دو مونومر گالاکتوز و گلوکز ساخته شده است. می دانید که لاتوز به قند شیر معروف می باشد.

نکته مهم: اگر در محیط گلوکز باشد و لاکتوز هم باشد ، باکتری اِکلای از گلوکز استفاده می کند. یعنی اولویت استفاده با گلوکزه!

خوب برای اینکه باکتری بتواند از لاکتوز استفاده کند بایستی ابتدا آن را جذب کند و سپس تجزیه کند! که هر دوی این کار نیاز به آنزیم های خاص دارد! باکتری اِ.کلای ژن های مربوط به این آنزیم ها را در کروموزوم خود دارد. برای جذب و تجزیه ی لاکتوز در مجموع ۳ تا ازمون نیاز است که ژن هر ۳ تای این انزیم ها در یک پکیج ژنی (اپران) بنام اپران لک قرار گرفته اند. اپران لک یک پکیج ژنی است که در متابولیسم لاکتوز دخیل است.

نکته مهم: آنزیم ها فقط برای تجزیه ی لاکتوز نیستند بلکه برای جذب هم هستند!

نکته مهم: آنزیم تجزیه کننده ی لاکتوز لاکتاز نام دارد که این آنزیم را در پستاندارانی که شری می خورند نیز می توانیم بیابیم .

نکته مهم: وقتی لاکتوز در محیط باشد و گلوکز نباشد ! اپران لک روشن می شود و در نتیجه آنزیم های لازم برای جذب و تجزیه ی لاکتوز ساخته می شوند.

نکته مهم: وقتی لاکتوز در محیط نباشد و گلوکز هم باشد! اپران لک روشن نمی شود و در نتیجه آنزیم ساخته نمی شود.

نکته مهم: وقتی که لاکتوز در محیط نباشد و گلوکز هم نباشد اپران لک روشن نمی شود در نتیجه آنزیم نیز ساخته نمی شود.

ساختار اپران لک در باکتری اِ. کلای

اپران لک یک یک اپران چند ژنی می باشد! له این صورت که این اپران در بخش ساختاری خود ۳ تا ژن دارد! اجزاء اپران لک به صورت زیر هستش:

الف) بخش تنظیم کننده ← از دو بخش بنام های راه انداز و اپراتور تشکیل شده است.

ب) بخش رمز گردان ← از ۳ تا ژن تشکیل شده است. با توجه به کتاب درسی ، این ژن ها به ترتیب بنام های ۱ ، ۲ و ۳ نام گذاری شده اند.

نکته مهم: *در حالت عادی و وقتی که لاکتوز در محیط موجود نیست پروتئین های مهار کننده به اپراتور متصل می باشد و در نتیجه اپران لک خاموش است.*

وقتی لاکتوز در محیط باشد و گلوکز هم نباشد! باکتری مجبور است اتا از لاکتوز موجود در محیط استفاده کند! برای همین باکتری مقداری از لاکتوز موجود در محیط خود را جذب می کند . این لاکتوزها وارد سیتوپلاسم سلول می شوند و در سیتوپلاسم باکتری اِ.کلای توسط انزیم خاصی با مصرف انرژی! کمی تغییر می کنند. در نتیجه به یک ماده ای تبدیل می شوند که در واقع ایزومر لاکتوز می باشد. ایزومر یعنی چی بچه ها؟ ایزومر طبق تعریف شیمی سال دوم دبیرستان! یعنی دو تا ماده که از نظر فرمول نوشتاری یکی هستن اما از نظر فرمول ساختاری با هم دیگه فرق دارن! مثلا دو تا ماده تعداد کربن و اکسیژن و هیدروژن شون برابره و عین همدیگه هستش اما تو نحوه ی قرار گیری این اتم ها در ساختار با هم دیگه فرق دارن(بچه ها این یه تعریف کلی بود!) خوب داشتم می گفتم آره بچه ها خلاصه اینکه این آنزیمه میاد و لاکتوز رو به یک ایزومری از اون تبدیل می کنه و به این ایزومر می گن آلولاکتوز!

نکته مهم: *آلولاکتوز نوعی کربوهیدرات می باشد (همانند لاکتوز) و آن هم مثل لاکتوز از گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است.*

نکته مهم: دقت داشته باشید که فرآیند تبدیل لاکتوز به آلولاکتوز هیدرولیزو یا سنتز نیست! بلکه یه فرایندی است که فقط ساختار فضایی مولکول کمی فرق می کند. منتهی این فرآیند با مصرف انرژی همراه است. هر چند در کتاب درسی از لفظ تجزیه استفاده کرده.

نکته مهم: این آلولاکتوز می رود و می چسبد به پروتئین مهار کننده! از آنجایی که پروتئین مهار کننده تمایلش برای اتصال به آلولاکتوز بیشتر از تمایلش برای اتصال به اپراتور است! با دیدن آلولاکتوز خرکیف می شود و به عشقش (اپراتور) خیانت می کند! به عبارتی پروتئین مهار کننده از اپراتور جدا می شود و فرتی! می پرد بغل آلولاکتوز!

بچه ها حالا اگه بخوام علمی بگم در واقع اینجوریه که با اتصال آلولاکتوز به پرو تئین مهار کننده ، یک تغییر فضایی در شکل پروتئین مهار کننده ایجاد میشه و این تغییر شکل هم باعث میشه تا پروتئین مهار کننده اون قالب خودش رو از دست بده و نمی تونه به اپراتور همچنان متصل باقی بمونه.

نتیجه ی این اتفاق باز شدن راه و جاده! برای فعالیت آنزیم RNA مراز هستش و این آنزیم می تونه رونویسی انجام بده و در نتیجه MRNA پیک ساخته می شه.

همانطور که گفتم اپران لک از نوع چند ژنی هستش! یعنی تو بخش ساختاری اپران لک ما چند تاژن داریم!(۳ تا ژن داریم) بنابراین MRNA ای که از رونویسی این اپران ساخته میشه دارای ۳ تا ژن در خودش خواهد بود! هر کدوم از این ژن ها یک نوع پلی پپتید خاص رو سنتز می کنن یعنی هر کدون نقشه ی ساخت نوع خاصی پلی پپتید هستند! پس چه ها اگه اپران لک روشن بشه و از روش فرایند رونویسی صورت بگیره یک MRNA سه ژنی تولید خواهد و به دنبال اون ۳ نوع پلی پپتید متفاوت!

نکته مهم: MRNA حاصل از رونویسی اپران لک یک MRNA سه ژنی می باشد پس هر ژن که دارای یک کدون آغاز و یک کدون پایان است می توان گفت که MRNA اپران لک ۳ تا کدون آغاز و ۳ تا کدون پایان دارد!

نکته مهم: در اپران لک هر کدام از رشته های پلی پپتیدی حاصل شده، معادل یک پروتئین هستند! که همان آنزیم های لازم برای جذب و تجزیه ی لاکتوز می باشد (نه فقط جذب و نه فقط تجزیه!)

نتیجه گیری مهم: انزیم های لازم جهت تجزیه و جذب لاکتوز از نوع پروتئین های هستند که فقط از یک تک رشته پلی پپتیدی بوجود آمده اند.

نکته مهم: دقت داشته باشید پادتن ها پروتئین هایی می باشند که برخلاف آنزیم های لازم جهت تجزیه و جذب لاکتوز، از چند رشته ی پلی پپتیدی تشکیل شده اند!

نکته مهم: اگر شکل کتاب درسی در فصل ۵ سال دوم را نگاه کنید می بینید که هموگلوبین ها بخش پروتئین شان یعنی گلوبینشان از ۴ رشته ی پلی پپتیدی تشکیل شده است پس هموگلوبین هم برخلاف این آنزیم ها از چند تا رشته ی پلی پپتید تشکیل شده است.

نکته مهم: آلولاکتوز.....

اولا ← با توجه به شکل کتاب درسی از پروتئین های مهار کننده کوچکتر می باشد.

دوما ← از آنجایی که آلولاکتوز می تواند به پروتئین مهار کننده بچسبد می توانیم این را استنباط کنیم که آلولاکتوز بر روی پروتئین مهار کننده دارای جایگاه می باشد!

یک تشابه مهم!

بچه ها این حالت شبیه به چیه؟ اگه گفتی؟ آفرین! این حالت شبیه به جایگاه فعال توی آنزیم هاست که پیش ماده می اومد و به یک جایگاه خاص در آنزیم متصل می شد.

یک مقایسه ی مهم !

بچه ها اینجا با اتصال آلولاکتوز به پروتئین مهار کننده، ساختار پروتئین مهار کننده فرق می کنه اما توی اتصال پیش ماده به آنزیم، ساختار پیش ماده فرق می کنه نه آنزیم!

یک مقایسه ی مهم!

بچه ها یادتونه که به قول کتاب برخی از!سموم و داروها و خلاصه کوفت و زهر مار! می تونن با اتصال به جایگاه فعال آنزیم ها باعث تغییر شکل در جایگاه قعال اون انزیم بشن! پس این حالت یه چیزی تو مایه های اتصال آلولاکتوز به پروتئین مهار کننده س منتهی کلا شکل پروتئین مهار کننده فرق می کنه اما اونجا شکل و قالب جایگاه فعال انزیم!

نکته مهم: بچه ها از اونجایی که بیان شدن و یا نشدن اپران لک رو الولاکتوز تنظیم می کنه بهش می گن عامل تنظیم کننده! پس حواستون باشه که.....

عامل تنظیم کننده ← الولاکتوز

پروتئین تنظیم کننده ← پروتئین مهار کننده

نکته مهم: اپران لک فقط یک راه انداز دارد! و یک جایگاه پایان رونویسی! به این صورت که راه انداز در بخش تنظیم کننده است و جایگاه پایان رونویسی در بخش ساختاری!

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه که ما**MRNA** دو جور داریم . یکی از**MRNA**ها دارای یک ژن هستند و یکی ها دارای چند ژن! ما**MRNA**چند ژنی رو فقط توی باکتری ها داریم ولی**MRNA** تک ژنی رو هم تو یوکاریوت ها و هم تو باکتری ها!

MRNA چند ژنی ← مختص باکتری ها

MRNAتک ژنی ← هم باکتری ها و هم یوکاریوت ها!

توجه!! توجه!!

ما تو باکتری ها دو جور کروموزوم داریم. کروموزوم اصلی که همون DNAاصلی باکتری هستش و کروموزوم فرعی یا پلازمید! که این دومیه توی برخی از!(نه همه!) باکتری ها پیدا میشه. بچه ها دقت داشته باشید که هم توی پلازمید و هم توی کروموزوم اصلی ما می تونیم در اثر رونویسی MRNA چند ژنی رو ببینیم.

۴ نکته مهم و تکراری!(بچه ها حتمن حفظ کنید!)

دقت داشته باشید اگه تو محیط باکتری اِکدری ، لاکتوز.....و گلوکز هم ..... ، در این صورت اپران لک .....است چون .....

← باشد – باشد – خاموش - اولویت با گلوکز است.

← باشد – نباشد – روشن – گلوکز تو محیط نیست و باید از لاکتوز استفاده کنه.

← نباشد – باشد – خاموش – اصلا لاکتوزی در محیط موجود نمی باشد.

← نباشد – نباشد – خاموش – اصلا! لاکتوزی در محیط نیست.

یک مقایسه ی خیلی مهم:

کمی جلوترا تو بحث تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها می خونید که ما پروتئینی داریم به اسم پروتئین فعال کننده (در سلول های یوکاریوت!) که این پروتئین(نوعی پروتئنی تنظیمی محسوب می شود چون بیان شدن ژن را تنظیم می کند) باعث می شود تا رونویسی ژن ها افزایش یابد. در صورتی که در پروکاریوتها پروتئین تنظیم کننده باعث مهار رونویسی می شود!

توضیح و بررسی موشکافانه:

شاید شما هم از اون دست دانش آموزای رو مخ و سمجی باشید که بگید عاغا! مگه نمی گی این ۳ تا انزیم هم برای جذب و هم برای تجزیه ی لاکتوز هستن؟ خوب آره! خو وقتی که اپران لک خاموشه چجوری باکتری این لاکتوزها رو از محیط جذب می کنه؟ و در نتیجه اپران رو روشن می کنه؟ باید بگم که بچه ها اگه به متن کتاب درسی خوب توجه کرده باشید می بینید که نوشته « دانشمندان دریافتند وقتی لاکتوز در محیط نیست غلظت هر سه آنزیم اندک است!» این یعنی اینکه همواره! (خیلی مهمه!) در سلول های اِکلای مقدار خیلی کمی از هر ۳ نوع آنزیم وجود داره و به کمک این آنزیم ها لاکتوزهای موجود در محیط رو جذب می کنن و پس از اینکه اپران لک روشن شد غلظت این ۳ تا آنزیم رو به افزایش می گذارد! چون داره از روی ژن های مربوط به اونها عمل ترجمه صورت میگره و اینا فرت و فرت! تولید میشن. وقتی این آنزیم ها تولید شدن بخش عمده شون برای جذب لاکتوزهای فراوان محیط بکار گرفته می شن و بقیه شون هم برای روز مبادا! می مونن.

نتیجه گیری مهم: غلظت این ۳ تا آنزیم در حالت عادی و نبود لاکتوز در محیط صفر نیست! یعنی این آنزیم ها را هم زمانی که لاکتوز در محیط است می توان یافت و هم زمانی که لاکتوز در محیط نیست!

« نکات مهم فصل ۳ »

این فصل و همینطور فصل ۴ کلا حفظی هستند و تا بحال بجز در یک سال ازشون هیچ تستی طرح نشده اما توصیه می کنم حتمن این فصول حفظی رو بخونید چرا که نکته ی خاصی ندارند و بیشتر روی قیدها مانور می دن. به هر حال چند تا نکته که می تونه مورد توجه طراح باشه رو براتون از این فصل ها انتخاب کردم که جنبه ی مفهومی داره.

نکته ۱: *در آزمایش آقای میلر ما چیزی به نام نوکلئوتید نداشتیم! پس بچه ها این جمله ی زیر غلطه:*

در آزمایش آقای میلر مونومر همه ی مواد اصلی موجود در عصاره ای که آقای ایوری و همکارانش روی آن کار می کردند، را می توان یافت!

بچه ها یادتونه که ایوری چیکار کرد؟ اومد عصاره ی باکتری های خاصی رو تصیه کرد. خوب عصاره همه ی مواد اصلی شیمیایی یعنی کربوهیدرات ها، نوکلوئیک اسیدها، چربی ها و پروتئین ها را دارد.

نکته ی ۲: *در رابطه با الگوی حباب به این نکات مهم توجه کنید:*

نکته اول: *از بین ۵ تا مرحله ای که داره ۳ مرحله ش داخل آب انجام میشه و ۲ تاش درون جو!*

نکته ی دوم: *انرژی حاصل از آتش فشان ها نقش مهم تری در رابطه با این الگو داره چون اگه خوب مراحل رو بررسی کرده باشی می بینی که از بین ۵ تا مرحله ۳ تاش با انرژی آتشفشان ها انجام میشن و ۲ تا با انرژی حاصل از رعد و برق!*

جمله ی کتاب درسی:

دانشمندان تا کنون نتوانسته اند در محیط آبی ، در ازمایشگاه درشت مولکول های پروتئین و DNA را بدون وجود نوکلوئیک اسیدهای مادری بسازند. اگرچه زنجیره های کوتاه RNA و DNA در محیط آبی تشکیل شده اند.

نکته مهم: طبق این متن از کتاب درسی بچه ها مامی تونیم به این نتیجه برسیم که عاغا! ساخت مولکول های پروتئینی و DNA درشت! (این اندازه خیلی مهمه ها!) بدون وجود DNA و MRNA امکان پذیر نیست اما تولید همین مولکول ها منتهی به قول کتاب با زنجیره های کوتاه! تو محیط های آبی ممکن هستش .

نکته مهم: کواسروات ها چون می توانند رشد کنند (بزرگ شوند در اثر جذب مولکو های لیپید دیگر) پس می توانیم بگوییم که کواسروات ها توانایی تغییر نسبت سطح به حجم خود را دارند.

نکته مهم: همه ی کواسروات ها دارای لیپید هستند که از ۲ لایه ی لیپیدی تشکیل شده اند اما برخی از آنها می توانند (نه همواره!) دارای امینواسید هم در ساختار خود باشند. پس می توان گفت کواسروات ها ممکن است دو نوع مونومر داشته باشند و ممکن است فقط یک نوع مونومر داشته باشند!

نکته مهم: از آنجایی که کواسروات ها قابلیت رشد دارند اما زنده نیستند! می توان گفت:

هر چیزی که قابلیت رشد داشته باشد لزوما موجود زنده محسوب نمی شود. مثال آن کواسروات!

نکته مهم: میکروسفرها همانندکواسروات ها دارای غشاء دو لایه ای می باشند که از جنس پروتئین می باشند. همچنین همانند انها یک ساختار غیرزنده می باشند. قدرت جوانه زنی را در هر دو می توان دید.

نکته مهم: دقت داشته باشد که اگه گفتن تنوع مونومر تو کی بیشتره شما بگید کواسروات! چون گفتم که جنشون از لیپید و ممکنه! امینواسید هم کنار این لیپیدها داشته باشن.

نکته مهم: بچه ها کواسروات ها همه شون! غیرزنده ن اما میکروسفر ها بعضی هاشون زنده ن و اکثریت شون غیرزنده! اونایی که دارای RNA هستند و می توانند صفات رو به نسل بعد انتقال بدن زنده محسوب می شن!

جمله ی کتاب درسی:

در طی میلیون ها سال انواعی از میکروسفرها که با استفاده از مولکول های دیگر و کسب انرژی ، به مدت بیشتری به بقای خود ادامه دادند، ار فراوانی بیشتری برخوردار شدند.

توضیح و بررسی موشکافانه:

ما در فصل ژنتیک جمعیت مبحثی داریم تحت عنوان انتخاب طبیعی! که طبق این تعریف اگر بخواهم خودمانی اش را بگویم هر کی که عرضه و شایستگی زنده موندن رو داشته باشه! توسط محیط انتخاب میشه و به مرور فراوانی و تعداد این افراد با عرضه! افزایش پیدا می کنه. به این نوع انتخاب می گم انتخاب طبیعی جهت دار! خوب در اینجا می خونیم که میکروسفرهایی که عرضه داشتند! (استفاده از مولکول های دیگر و کسب انرژی! برای بقاء بیشتر!) از فراوانی بیشتری برخوردار شدند! پس می تونیم بگیم که عاغا! در رابطه با میکروسفرها انتخاب طبیعی رخ داده اونم از نوع جهت دارش!

ترکیب مهم: بچه ها تو ژنتیک جمعیت کیا انتخاب طبیعی شون از نوع جهت داره؟

← افزایش تدریجی اندازه ی بدن اسب در جریان تغییر گونه ها

← نگه داری از حیوان هایی با ویژگی های خاص توسط انسان (انتخاب طبیعی جهت دار مصنوعی)

← مثلا: گاوهایی که شیر زیادی میدن.

← امیزش گیاهان ذرتی که روغن بیشتری تولید می کنند (انتخاب طبیعی جهت دار!)

نتیجه گیری مهم: در اینها همانند میکروسفرها انتخاب طبیعی جهت دار رخ داده. پس مشابه همدیگه هستند.

نکته مهم: از آنجایی که برخی از RNA ها در گذشته می توانستند خود همانند سازی کند و حتی DNA بسازند و حتی پروتئین بسازند! پس می توان گفت که:

اولا ← هر همانندسازی مربوط به DNA نمی شود! مثلا RNA خودش از روی خودش می سازد!

دوما ← ساخت RNA نزوما توسط آنزیم پروتئینی و طی فرآیند رونویسی انجام نمی شود!

سوما ← ساخت DNA نزوما طی همانند سازی صورت نمی گیرد! بلکه میتواند از روی RNA باشد. (این حالت رو در ویروس های RNA دار می تونیم مشاهده کنیم)

چهارما ← امروزه پروتئین ها ساخت RNA را کاتالیز می کنند اما در گذشته برعکس بوده است!

نکته مهم: بچه ها اولین جاندارانی (نه جانوران!) که به خشکی اومدن کیا بودن؟ گلسنگ ها! و اولین جانورانی که به خشکی اومدن کیا بودن؟ بند پایان بودن!

خوب می دونی که گلسنگ ها از یک بخش جلبکی و یک بخش قارچی تشکیل شده پس سلول های گلسنگ ها دارای دیواره هستند اما سلول های اولین جانورانی که به خشکی اومدن دیواره ندارن چون اسمشون روشه جانورن!

راستی! گلسنگ ها رو کیا میل می کردن؟ گوزن های آلاسکا! صل ۶ پویایی جمعیت ها رو یادت رفت؟ خوب من طراح باشم یه گزینه این مدلی میدم:

اولین جاندارنی که از دریا به خشکی آمدند می توانند غذای جانورانی باشند که انشعابات شاخ در آنها جزء صفات چشمگیر محسوب می شود!

این یعنی گوزن های آلاسکا!

تو این فصل در مورد قیدها خیلی تاکید می کنم که خوب حفظ کنید چون حتما امسال سوال می دن. یه تیپ سوال در مورد این فصل بچه ها اینجوریه....

فراوان ترین و متنوع ترین جانوران.....

گزینه های مختلف رو می دن!

خوب فراوانترین کیا میشن؟ میشن حشرات! پس هرچی در مورد حشرات بلدی رو باید تو ذهنت پیاده کنی! پس بچه ها حتما! برید جزوه ی جمع بندی که روی سایت هستش رو دانلود کنید(رمزشم ۹۶۱۶ هستش) و ویژگی های جانوران رو نگاه کنید.

کلون کردن گوسفند

خوب بچه ها اول از همه باید معنی کلون کردن رو بدونید! کلون یعنی چی؟

وقتی ما میگیم یک جاندار کلون هستش یعنی اینکه این جاندار کپی برابر اصلِ! والد خودش هستش! به عبارتی کلون جانداری هستش که از نظر ژنتیکی درست مثل والد خودش هستش. مثلا وقتی یک باکتری تقیم دوتایی انجام میده و دو تا باکتری بوجود می آید از اونجایی که این باکتری های دختر! کاملا شبیه به والد خودشون یعنی باکتری مادر هستن بهشون می گیم کلون!

کلون ها می تونن هم از طریق تولید مثل جنسی و هم از طریق تولید مثل غیرجنسی بوجود بیان. مثلا:

تولید باکتری ها از طریق تقسیم دوتایی ← نوعی کلون از طریق تقسیم غیرجنسی

تولید قطعات اسپیروژیر ← نوعی کلون از طریق تولید مثل غیرجنسی

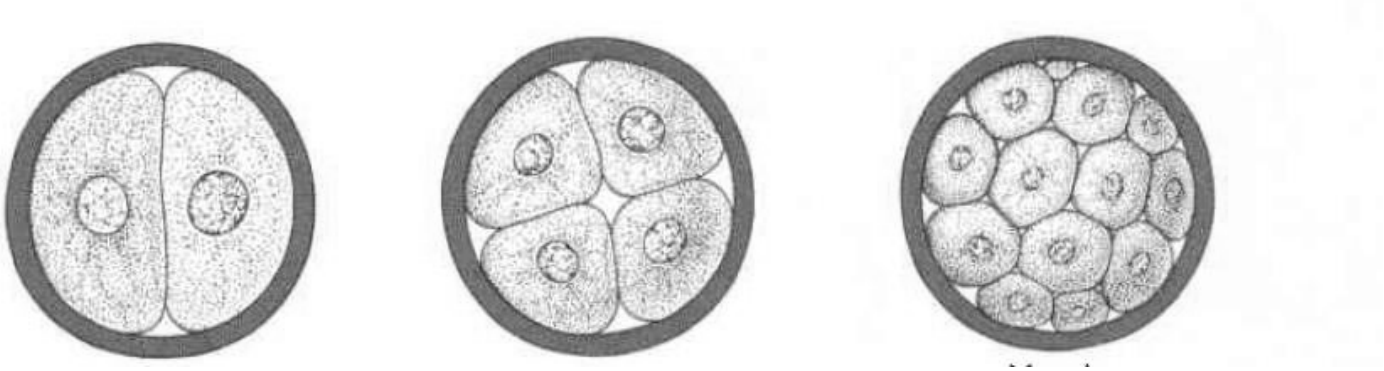
تولید زنبور عسل نر در بکرزایی توسط زنبور ملکه ← نوعی کلون از طریق تولید مثل جنسی!

کلون کردن یعنی چی! یعنی تکثیر کردن! به این صورت که میان از یک جاندار یدونه! سلول رو بر میدارن و اون رو تکثیر میدن و این سلول ها که تکثیر شدن می شن عین همون جانداری که ازش سلول رو کندن!

خوب برای اینکه یک سلول رو از یک جاندار بکنیم و اون رو کلون بکنیم باید این سلول ویژگی هایی داشته باشه! مثلا قدرت تقسیم بالایی داشته باشه! تمایز نیافته باشه! مثلا همین سلول های جنینی یه کیس خوب برای تولید یک جاندار کلون هستن. یا سلول های مغز قرمز استخوان!

خوب برای این کار دانشمندان میان چیکار می کنن؟

میان یک تخمک بالغ که لقاح پیدا نکرده! یعنی هاپلوئیده! اون رو هسته ش رو تخلیه می کنن. پس قدم اول اینه که هسته ی یک تخمک بالغ لقاح نیافته رو خارج کنیم. بعدش می یان از یک سلول ترجیحا! تمایز نیافته یک هسته خارج می کنن مثلا از یک سلول جنینی انسان (که دیپلوئیده) میان هسته ی یکی از سلول های جنینی ش رو خارج می کنن و این هسته رو به اون تخمک بدون هسته منتقل می کنن! نتیجه ی این کار تشکیل یک سلول جدید هستش که در واقع چیزی شبیه به یک زیگوت می مونه! یعنی تخمک ما الان دیگه هاپلوئید نیست و دیپلوئیده! این سلول جدید تشکیل شده رو می زارن تو آزمایشگاه تو شرایط خاص تا رشد پیدا کنه یعنی میتوز انجام بده و بده بده تاااااااا بشه جنین! یعنی مثل شکل پایینی!



نکته مهم: *بچه ها هر چقدر اون سلولی که داریم هسته ش رو می دیم به تخمک لقاح نیافته، تمایز نیافته تر باشه احتمال اینکه کارمون بگیره! یعنی جنین تولید بشه خیلی زیاده!*

علم یه خورده که پیشرفت کرد دانشمندان تونستند حتی به کمک سلول های تمایز یافته! مثلا یک سلول لاله ی گوش! یا یک سلول زنده ی پوست! کلون بکنن!

اولین کسی که این کار رو انجام داد یک شخصی بود به اسم یان ویلموت! این عاغا اومد از سلول های پستان! یک گوسفند که تمایز یافته بودند(سلول های پستان تمایز یافته می باشند) یک بره ای رو کلون کرد! یعنی توی آزمایشگاه به کمک اون سلول پستانی که از این گوسفند جدا کرده بود جنین درست کرد و بعد این جنین تبدیل شد به یک بره! فیلم های هالیوودی رو دیدی؟ شبیه سازی می کنن آدما رو؟ این دقیقا قضیه ش همونه! یعنی اگه یکی کلون کردن بلد باشه می تونه یکی از سلول های پوست بدنت که زنده هستن رو برداره و یکی عین خودت رو بسازه! که

از هر نظر ! حتی اثر انگشت مثل خودته! از این تکنیک الان کشورها می تونن ارتش درست کنن! یعنی بیان از یکی که خیلی خر زوره! خیلی باهوشه! ۲۰ هزارتا کلون درست کنن! و بعد اینا رو بفرستن به جبهه ی نبرد! منتهی از نظر اخلاقی چون این موضوع دوشواری داره! کلا تو دنیا هر کی کلون بکنه پیگرد قانونی داره و پدرشو در میارن.

حالا روش کار یان ویلموت جون چطوری بود؟(خودمونیما خیلی مخ بوده! دمش جیلیز و ویلیز!)

یان ویلموت اومد دو تا گوسفند متفاوت رو انتخاب کرد! این دو تا گوسفند نژادشون با هم دیگه فرق داره! اگه شکل کتاب درسی رو نگاه کنی می بینی که کی شون سرش سفیده و یکیش سرش سیاهه! من اونی که سرش سفیده هستش اسمش رو میزارم آق دوماد! اونی هم که کله ش سیاه رو میزارم همون کله سیاه! راستی بچه ها هر دوتا گوسفندی که یان ویلموت توی آزمایشش بکار گرفت ماده بودنا! ما اینجا گوسفند نر نداریم. اون گوسفند کله سفید هم ماده س! همون آق دوماد!

یادآوری: بچه ها تمایز یافته یعنی چی؟ ببینید وقتی سلول زیگوت از لقح نخمک و اسپرم حاصل میشه این سلول میا تقسیم میشه و جنین رو بوجود میاره. در جنین سلول ها تقسیم کار می کنن و بر اساس اینکه کدوم ژن ها در کدوم دسته از سلول ها روشن بشن و در کدوم دسته خاموش باشن یکسری ویژکی های خاصی پیدا می کنن مثلا فلان ژن در سلول های خاصی روشن میشه و در بقیه ی سلول ها روشن نمیشه و همین ژن روشن شدنش باعث میشه تا اون سلول نسبت به بقیه ویژگی های خاصی رو پیدا کنه و ما اون رو تحت عنوان سلول عضلانی بشناسیم! پس بچه ها تو بحث تمایز یافته و نیافته ما بحث روشن شدن ژن ها رو داریم! توی سلول تمایز نیافته تقریبا همه ی ژن ها روشن اند ولی در تمایز یافته ها برخی از ژن ها روشن و اند اکثریت ژن ها خاموشند!

خوب بچه ها گفتیم که توی کلون کردن کلا ما به یه تخمک نیاز داریم و به یک سلول! تو روش قدیمی سلول ما باید حتمن تمایز نیافته بود اما اینجا یان ویلموت دگرگونی بپا کرد! یعنی به قول حشمت فردوس اومد گفت دِ کی! از سلول تمایز یافته هم میشه کلون کرد! خوب توی این ازمایش آقای ویلموت تخمک رو از اون گوسفنده کله سیاه گرفت و هسته ی اون تخمک بالغ لقاح نیافته(نه تمایز نیافته!) رو خارج کرد.

نکته مهم: *سلول های پستان! سلول های تمایز یافته ای هستند که در این سلول ها ژن های مربوط به ساخت شیر و یک سری ژن های خاص روشن می باشد و بقیه ی ژن ها خاموش می باشند.*

خوب می دونیم که از بین سلول های بدن جانوران، سلول های عصبی تقریبا قدرت تقسیم ندارن اما بقیه ی سلول ها مثل سلول های پستان قدرت تقسیم رو دارن وبه عبارتی آماده ی تقسیم شدن هستند تا به محض نیاز! تقسیم بشن پس می تونیم بگیم که سلول های پستانی در مرحله ی سنتز و دومین رشد سلولی قرار دارند. در فصل هفتم سال سوم هم می خوانیم که سیلول های تخمک کلا عرضه ی تقسیم شدن رو ندارن و به عبارتی در چرخه ی سلولی شون متوقف هستند.

سلول تخمک هاپلوئیده اما سلول پستانی دیپلوئیده! خوب برای اینکه سلول پستانی کنده شده از گوسفند تقسیم نشه اون رو میزارن توی یک محیط کشت ویژه ای که چرخه ی سلولی رو متوقف می کنه! یعنی نمی زاره سلول تقسیم بشه.

بچه ها از آق دوماد!! اومدن سلول پستانی رو خارج کردن و از گوسفند سیاهه سلول تخمک رو! پس می تونیم بگیم:

گوسفند سفید ← دهنده ی سلول تمایز یافته(پستانی)

گوسفند سیاه ← دهنده ی تخمک(سلول هاپلوئید)

وقتی که هسته ی سلول تخمک خارج شد، آقای یان ویلموت میاد م سلول پستانی میزاره کنار اون تخمکی که لخته! یعنی هستش خارج شده! بعد با یه شوک الکتریکی میان این دو تا سلول رو با هم دیگه لقاح می دن! یعنی شوک الکتریکی باعث ایجاد شکاف در غشاء دو تا سلول میشه و در نتیجه مثل دو تا قطره آب این دو تا سلول به همدیگه ملحق میشن. در نتیجه یک سلول حجیم تر! و بزرگتر بوجود میاد که دیپلوئیده! (چون تخمک هسته نداشت و فقط هسته ی سلول پستانی رو داخلش داریم)

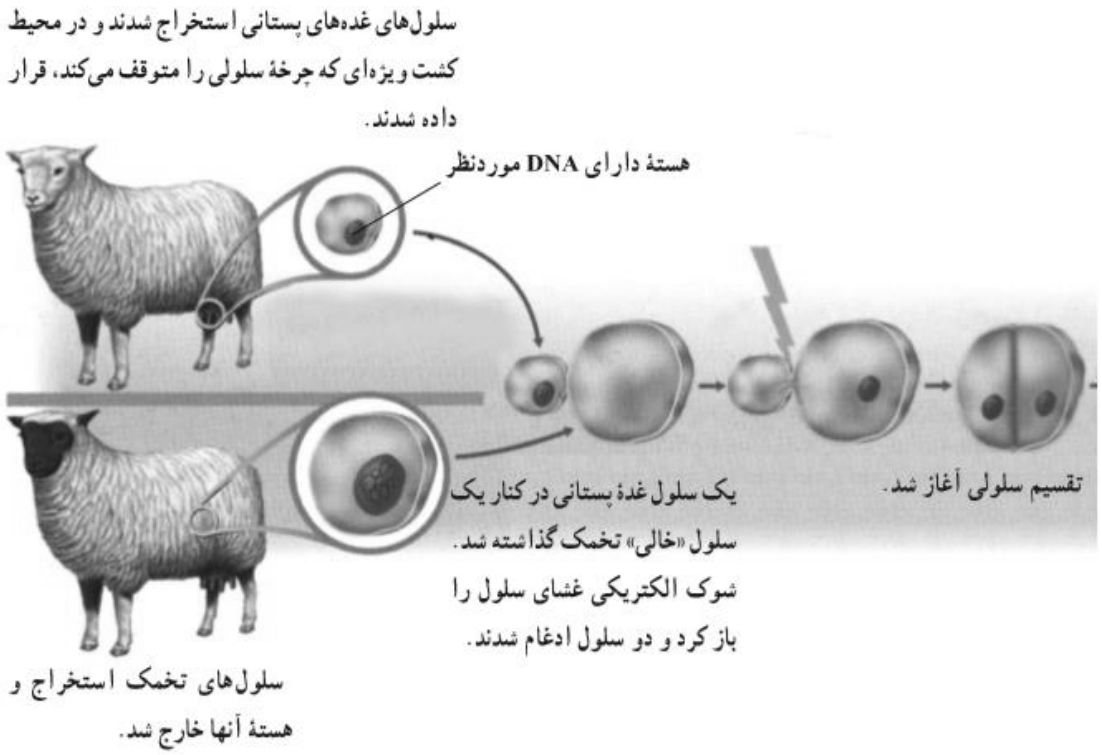
نکته مهم: *سلول حاصل از ملحق شدن تخمک بدون هسته و سلول پستانی به یکدیگر، نسبت سطح به حجم کمتری دارد! (هر چقدر سلول بزرگتر نسبت سطح به حجم کمتر!)*

این سلول در واقع حکم یک زیگوت رو داره. سلول زیگوت مصنوعی بوجد آمده رو می زارن توی محیط کشت ویژه ای (که با اون محیط کشت قبلیه فرق داره ها!) تا تقسیم های میتوزی انجام بده. این سلول زیگوت میاد و تقسیم های پی در پی میتوزی انجام میده دقیقا مثل سلول زیگوت

موجود در لوله ی فالوپ! یعنی حجم کل سلول ها تغییر نمی کنه اما خود سلول ها کوچیکتر میشن! تا جنین رو بسازه! بعد این جنین رو که تو آزمایشگاه بوجود اومده باید بزارن توی رحم گوسفند! منتهی در رحم گوسفند دیگری! پس بچه ها کله سفید سلول پستانیش رو داد! کله سیاه سلول تخمکش رو داد! و در آخر سلول زیگوت حاصل رو گذاشتن تو شیکم یکی دیگه! بچه ها با توجه به شکل کتاب درسی اون گوسفند سومی که جنین رو توی رحمش می کارن شبیه به به همون گوسفندی هستش که تخمک رو داده!(یعنی اون گوسفند سومه هم کله ش سیاه!)

نکته مهم: این کار یعنی کاشت جنین در رحم یک گوسفند به صورت مصنوعی نوعی پیوند بافت محسوب می شود!

بعد از ۵ ماه حاملگی ، نوزاد متولد میشه و اسمش رو میزارن دالی! که این نوزارد با توجه به شکل کتاب درسی شبیه به اون گوسفندی هستش که ازش سلول تمایز نیافته تولید کردیم! یعنی شبیه به گوسفند کله سفیده!



نکته مهم: چون به این گوسفند بافت پیوند زده شده است پس سیستم ایمنی بدن این گوسفند به خصوص ایمنی سلولی نسبت به این موضوع تحریک می شود.

نکته مهم: برای اینکه سیستم ایمنی بدن گوسفند سوم به این جنین حمله نکنه به گوسفند کورتیزول تزریق می کنن تا سیستم ایمنی بدنش غلط اضافه نکنه!

نکته مهم: سلول زیگوتی که در آزمایشگاه رخ حاصل می شود این سلول ژنوم سیتوپلاسمی اش شامل ژنوم سیتوپلاسمی گوسفند کله سیاه و گوسفند کله سفید است اما ژنوم هسته ای اش از ژنوم هسته ای گوسفنده کله سفیده! (دهنده ی سلول تمایز یافته)

نتیجه گیری مهم: پس می تونیم بگیم که بچه ها ما توی گوسفند متولد شده همه ی ژنوم مربوط به گوسفند کله سفید را داریم(هم سیتوپلاسمی اش و هم هسته ای اش!) اما فقط ژنوم سیتوپلاسمی گوسفند کله سیاه را داریم.

نکته ی خیلی مهم!

در فصل رشد و نمو در گیاهان می خوانیم که برای ایجاد گیاه اصلی دو رگه، سیب زمینی و هویج از روش الحاق یا همون هم جوشی استفاده می کنیم. توی این روش پروتوپلاست ها رو طی هم جوشی به کمک شوک الکتریکی به همدیگه تلقح میدن. پس می تونیم بگیم در این روش همانند روش الحاق سلول تخمک بدون هسته با سلول تمایز یافته از شوک الکتریکی استفاده می شود!

تنفس سلولی:

تنفس سلولی به فرآیندی گفته میشه که طی اون از یک ماده ی آلی!(نه معدنی!) میان انرژی تولید می کنن. این انرژی مولکولی هستش بنام مولکول آدنوزین تری فسفات! دقت داشته باشید که در تنفس سلولی از انواع مختلف مواد آلی طی روش های مختلف انرژی تولید میشود اما از آنجایی که گلوکز ماده ی مصرفی خیلی از جانداران می باشد برای همین هم در کتاب درسی مسیر تنفس سلولی در رابطه با گلوکز را بررسی کرده است. اگر بخوایم به صورت خلاصه تنفس سلولی در رابطه با گلوکز رو بگیم این شکلی میشه:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{آنزیم‌ها}} 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

گلوکز اکسیژن دی‌اکسیدکربن آب انرژی

در اینجا باید دو تا تعریف مهم رو یاد بگیرین:

اکسید شدن: اونی که اکسیژن رو از بگیره می گن اکسید شده و اگه هیدروژن بده می گن بازم اکسید شده!

احیا شدن: اونی که اکسیژن رو بده می گن احیا شده و اونی که هیدروژن بگیره بازم می گن احیا شده!

خوب با توجه به واکنش بالا می بینیم که گلوکز چون اکسیژن گرفته می گیم که طی فرایند تنفس سلولی گلوکز اکسید میشه و اکسیژن هم در این واکنش احیا میشه چون هیدروژن میگیره از کی میگیره؟ از گلوکز! در نتیجه مولکول آب تولید میشه.

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه که فرآیند تنفس سلولی یک فرایند شیمیایی هستش که طی اون انرژی شیمیایی(که در گلوکز ذخیره شده) به انرژی شیمیایی(که در ساختار ATP) ذخیره هستش تبدیل میشه.

خوب این تنفس سلولی در جاندارن مختلف و حتی توی سلول های مختلف یک جانور تحت شرایط خاص به روش های مختلفی انجام میشه. دو روش معمول به صورت زیر هستش:

الف) تنفس هوازی: به تنفس سلولی گفته می شود که طی آن قسمتی از مرحله!(نه همه ش!) نیازمند مولکول های اکسیژن است چون این مولکول ها به عنوان گیرنده و به عبارتی پذیرنده ی الکترون عمل می کنند.

ب) تنفس بی هوازی: به تنفسی گفته می شود که طی آن همه ی مراحل بدون نیاز به مولکول های اکسیژن انجام می پذیرند. دقت داشته باشید که به این نوع تنفس ، تخمیر هم می گویند که خود این تخمیر دو جور است: تخمیر لاکتیکی و تخمیر الکلی!(حالا جلوترا می گم چیه اینا)

نکته مهم: *در هر دو نوع تنفس (یعنی هم هوازی و هم بی هوازی) ما قسمتی داریم به نام فرایند گلیکولیز که این قسمت از تنفس در هر دو نوع تنفس بدون نیاز به اکسیژن صورت میگیرد برای همین به این قسمت مرحله ی بی هوازی تنفس می گویند.*

نتیجه گیری مهم: بچه ها برای اینه که در تعریف تنفس هوازی گفتم قسمتی از آن! نه همه ی آن!

نکته مهم: *دقت داشته باشید که در هر دو نوع تنفس در ابتدا (یعنی طی فرآیند گلیکولیز) مقدار کمی ATP تولید می شود اما اگر تنفس به سمت هوازی بودن برود (در صورت بالا بودن اکسیژن در سلول این اتفاق رخ می دهد) مولکول های P بیشتری تولید می شود و اگر تنفس به سمت بی هوازی پیش بره مولکول های ATP کمتری تولید میشه. به عبارتی کارایی تولید مولکول ATP توسط تنفس هوازی بسیار کم است!*

خوب بچه ها حالا بریم ببینیم تنمفس سلولی چجوری انجام میشه قبلش منتهی یه نمای کلی از تنفس سلولی رو بگم بهتون بعدش با خیال راحت بریم سر وقتشون.

گفتم که مرحله ی اول توی هر دو نوع گلیکولیز هستش که طی این مرحله گلوکز به پیرووات ، آدنوزین تری فسفات و NADH تبدیل می شود.

مرحله ی دوم:

همونطور که گفتم از اینجا به بعد مربوط به فقدان یا عدم فقدان اکسیژن میشه! اگه اکسیژن به اندازه کافی تو محیط باشه پیرووات و $NADH + H^+$ که طی گلیکولیز حاصل شدن، برای تولید ATP بیشتر وارد میتوکندری (خیلی مهمه ها!) می شن و در اونجا مصرف می شن. به این میگن تنفس هوازی!

حالا فرض کن اکسیژن توی سلول به اندازه ی کافی موجود نیست اون موقع اون موادی که طی گلیکولیز حاصل شدن می مونه رو دست سلول و باد می کنه! اینجا دیگه پیرووات نمیره تو میتوکندری بلکه تو همون سیتوسل می مونه و طی واکنش هایی یا تبدیل میشه به ماده ای بنام لاکتات! و یا به الکل و دی اکسید کربن!

خوب بریم ببنیم تک تک اینایی که گفتیم با جزئیات به چه صورتی انجام میشن.

مرحله ی اول: گلیکولیز(بخش بی هوازی تنفس سلولی)

گام اول ← در گام اول یک عدد مولکول گلوکز که دارای ۶ تا کربن است از دو تا مولکول ATP گروه فسفات دریافت می کند. حالا گلکوز به یک قند جدید به نام قند ۶ کربنه ی ۲ فسفاته تبدیل شده است.

نکته مهم: بچه ها برای طراح موادی که مصرف می شن یا تولید می شن خیلی مهمه. توی این گام مواد تولید شامل موارد زیر هستند:

ترکیب شیش کربنه ی دو فسفاته +ADP

و مواد مصرفی شامل موارد زیر هستند:

قند ۶ کربنه ی بدون فسفات! (همون گلوکز) و آدنوزین تری فسفات (یا همون ATP)

نکته مهم: بچه ها این واکنش کاملا انرژی خواه هستش چون آدنوزین تری فسفات مصرف میشه. از بین گام های گلیکولیز فقط این گام انرژی خواه هستش و بقیه انرژی زا هستند.

نکته مهم: از اونجایی که گلوکز از ادنوزین دی سفات گروه فسفات دریافت کرده و برای تولید ترکیب ۶ کربنه ی ۲ فسفاته انرژی صرف شده پس می تونیم بگیم که میزان سطح انرژی ترکیب ۶ کربنه ی دو فسفاته از گلوکز بیشتر هستش.

نکته مهم: دقت داشته باشید که اگه بخوایم از نظر پایداری بسنجیم اونی که انرژی بیشتری داره یه جا سر جاش نمی شینه که بلکه ناپایداره! پس گلوکز پایداریش نسبت به ترکیب ۶ کربنه ی ۲ فسفاته بیشتره یعنی ترکیب شیش کربنه ی ۲ فسفاته ناپیدار هستش!

یک مقایسه ی خیلی مهم!

بچه هایی که چرخه کالوین رو خوندن همین بدو بدو برین گام یکش رو نگاه کنید! چی تولید میشه؟ آ باریکلا! ترکیب شش کربنه ی ۲ فسفاته! یعنی در گام ۱ گلیکولیز همانند گام ۱ کالوین ترکیب ۶ کربنه ی ۲ فسفاته تولید می شود که در هر دو ناپیدار می باشد.

گام دوم ← وقتی که گروه فسفات به گلوکز وصل می شوند و ترکیب شش کربنه ۲ فسفاته حاصل می شود این مولکول ناپیدار است در نتیجه مولکول شیش کربنه ی دو فسفاته از وسط نصف میشه و در نتیجه تبدیل میشه به دو تا ترکیب ۳ کربنه که هر کدوم یک فسفات دارن! به عبراتی محصول این گام از گلیکولیز تولید ۲ تا ترکیب ۳ کربنه ی تک(نه دو!) فسفاته می باشد.

نکته مهم: بچه ها موادی که در این گام .....می شوند شامل .....می باشد.

مصرف – ترکیب ۶ کربنه ی ۲ فسفاته
تولید – ۲ تا! ترکیب ۳ کربنه ی ۱ فسفاته

نکته مهم: بچه ها در اینجا حرف از نصف شدن و شکوندن شد! خوب وقتی یک ماده ی کی نصف بشه یعنی چی؟ یعنی هیدرولیز! خوب پس این فرآیند توسط یک هیدرولاز با مصرف آب صورت میگیرد.

نکته ی مقایسه ای مهم!

بچه ها بازم بدو بدو با سرعت ۱۸۰ تا! برید گام دوم گلوین رو نگاه کنید! فهمیدی چی می خوام بگم؟ آ باریکلا! در گام ۲ گلیکولیز همانند! گام ۲ گلوین ۲ تا! ترکیب ۳ کربنه ی ۱ فسفاته تولید میشه.

گام سوم ← توی این مرحله هر کدوم از ترکیب های سه کربنه ی تک فسفاته! میان یک فسفات معدنی(خیلی مهمه ها!) می گیرن و بتیدل میشن به دو تا ترکیب ۳ کربنه ی ۲ فسفاته! . البته در این مرحله این ترکیبات سه کربنه ی ما هیدروژن هم از دست می دن که این هیدروژن رو می دن به یک یونی بنام NAD^+ و این یون با دریافت این هیدروژن تبدیل میشه به NADH که مخفف کلمه ی نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید هستش.

یادآوری: فسفات معدنی به فسفاتی گفته می شود به صورت وِل! در سیتوسل وِل! است! یعنی گروه فسفات آزاد در سیتوسل! به عبراتی گروه فسفاتی که از atp کنده نمی شود بلکه در سیتوسل ول است!

نکته مهم: در گام سوم مواردی که .....می شود شامل .....می باشد.
مصرف – ۲ تا ترکیب ۳ کربنه ی ۲ فسفاته + ۲ تا NAD^+ + ۲ تا فسفات معدنی
تولید – ۲ تا ترکیب سه کربنه ی دو فسفاته + ۲ تا NADH

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه از بین اون صفات هایی که به این ترکیبات سه کربنه چسبیدن هر دوتاشون معدنی نیستن! بلکه یکی شون از ATP اومده و یکی شون از سیتوسل (معدنی) اومده!

اینجا دیگه مقایسه و تشابهی به ذهنم نرسید :))))

گام چهارم ← توی این گام هر کدوم از این مولکول های سه کربنه ی دو فسفاته! دو تا فسفات خودشون رو از دست می دن و این فسفات های سرگردان رو دو تا مولکول ADP یا همون آدنوزین دی فسفات دریافت می کنن یعنی هر ترکیب ۳ کربنه ی ما در این گام ۲ تا مولکول دی فسفات رو به فیض می رسونه! و در نتیجه توی این مرحله ما در مجموع ۴ تا مولکول ATP خواهیم داشت.
(چون دو تا ترکیب ۳ کربنه ی دو فسفاته داشتیم دیگه). وقتی که این دو تا ترکیب ۳ کربنه ی ۲ فسفاته ، فسفات های خودشون رو از دست دادند به پیرووات تبدیل میشن پس پیرووات ها مولکول های سه کربنی می باشند.

دو تا تعریف مهم:

وقتی که گروه فسفات به مولکول ADP منتقل می شود ، مولکول ATP تولید می شود. حالا اگر این فسفاتی که به ADP منتقل می شود اگر از.....

یک مولکول فسفات دار باشد ← به این نوع تولید ATP می گویند تولید **در سطح پیش ماده!**

سیتوسل و از فسفات های معدنی و وِل! به همراه انرژی حاصل از انتقال الکترون ها باشد ← به این نوع تولید ATP می گویند **در زنجیره انتقال الکترون!**

پس بچه ها در گام چهارم گلیکولیز ATP در سطح پیش ماده تولید می شود! چون فسفات هایش رو از ترکیب فسفات دار دریافت می کند.

نکته مهم: موادی که در گام چهارم گلیکولیز .....می شوند شامل .....

مصرف – ۲ تا ترکیب ۳ کربنه ی ۲ فسفاته + ۴ تا ADP

تولید – ۲ تا ترکیب ۳ کربنه ی فاقد فسفات! + ۴ تا ATP

حالا خوب گوش کن نکته های گلیکولیز رو!

نکته مهم: در تمامی سلول ها! چه یوکاریوت ها و چه پروکاریوت ها! محل انجام فرآیند گلیکولیز یکجا می باشد آن هم سیتوسل!

یادآوری: سیتوسل یعنی سیتوپلاسم منهای اندامک! یعنی اگه یه سیتوپلاسم رو بدن به ما و ما اندامک های اون رو ازش بکنیم! اسمش میشه سیتوسل!

نکته مهم: ماده ای که تولید میشه پیروات هستش که۳ تا کربن داره منتهی۲ تا پیروات تولید میشه و ماده ای که مصرف میشه گلوکز هستش که۶ تا کربن داره منتهی۱ عدد!

نکته مهم: همونطور که دیدین توی گلیکولیز نه دی اکسید کربنی تولید یا مصرف میشه و نه اکسیژنی!

نکته ی مهم: بچه ها اگر گام ها رو نگاه کنید می بینید که توی گام اول! دو تا مولکول ATP مصرف شد! اما در گام چهارم (آخر!) ۴ تا مولکول ATP تولید میشه پس اگه بخوایم به صورت خالص حساب کنیم باید بگیم که در گلیکولیز در مجموع۲ تا مولکول ATP تولید می شود.

نکته مهم: بدو برو زودی به تعریف احیا و اکسید شدن نگا کن. با توجه به تعریف در گلیکولیز اونی که احیا میشه یون NAD^+ هستش چون داره هیدروژن میگیره! و اونی که داره اکسید میشه مولکول های۳ کربنه ی یک (نه دو!) فسفاته ن! چون دارن هیدروژن از دست می دن.

نکته مهم: محصولاتی که طی گلیکولیز حاصل می شن شامل:

دو تا پیروات (ترکیب۳ کربنه ی فاقد فسفات) +۲ تا ATP + ۲ تا $NADH + H^+$

گلیکولیز در یک نگاه

بچه ها در مورد سرنوشت پیرووات بهتون گفتم که چه بلایی سرش میاد؟ اگه اکسیژن باشه میره میتوکندری و اونجا عشق و حال اگه نه که همون سیتوسل می مونه و به لاکتات یا به اتانول و دی اکسید کربن تبدیل میشه.

توجه!! توجه!!

دقت داشته باشید که بچه ها طی تنفس هوازی پیرووات در سلول های یوکاریوت در میتوکندری میسوزه و در سلول های پروکاریوت در غشاء پلاسمایی سلول!

نکته مهم: وقتی یکی یون هیدروژن میگیره همراه با اون الکترون هم میگیره و کسی که هیدروژن میده همراه با اون الکترون هم میده. به ازاء هر هیدروژن ۲ تا الکترون جابجا میشه.

نکته مهم: خوب اگه بگن پذیرنده ی الکترون کیه؟ میگی اونی که هیدروژن میگیره! خوب بگو ببینم کی گرفت؟ آفرین! NAD^+ پذیرنده ی الکترون هستش.

توجه!! توجه!!

ما دو تا لفظ مهم داریم:

پذیرنده ی الکترون ← به مولکول یا یونی گفته می شود که الکترون بگیرد.

حامل الکترون ← به مولکولی گفته می شود که الکترون رو دریافت کرده است و با خود حمل می کند.

خوب الان به نظر شما حامل الکترون کی میشه؟ میشه NADH

نکته مهم: گلیکولیز چون منجر به تولید انرژی شده است پس می توانیم بگوییم در کل! این فرآیند انرژی زا می باشد. دقت داشته باشید گام اول انرژی خواه است و گام آخر انرژی زا اما در کل گلیکولیز انرژی زا می باشد.

مرحله ی دوم تنفس سلولی

همونطور که گفتم در سلول های یوکاریوتی اگر قرار بر این باشه که تنفس از نوع هوازی ادامه پیدا کنه در این صورت مولکول های پیرووات تولید شده در سیتوسل میرن به میتوکندری! اونم به صورت انتقال فعال! یعنی با مصرف انرژی در خلاف جهت شیب غلظت! خوب ببینیم مرحله ی دوم تنفس هوازی در یواکریوت ها به چه صورت انجام میشه.

مولکول های پیرووات وقتی از سیتوسل وارد میتوکندری می شوند هر کدام از این پیرووات ها یک کربن خود را از دست می دهند و به یک مولکول دی اکسید کربن تولید می کنند. همچنین همراه با این دی اکسید کربن یک H هم آزاد می کنند. پس پس یک مولکول پیرووات به یک مولکول دی اکسید کربن + ۱ عدد هیدروژن + یک ترکیب ۲ کربنه ی فاقد فسفات! تبدیل می شود. به این ترکیب ۲ کربنه ی فاقد فسفات حاصل شده می گویند استیل! که این استیل می آید و زپرتی! می پسبد به یک مولکول دیگر به نام کوآنزیم A ! و در نتیجه از ترکیب استیل با کوآنزیم A مولکولی بنام استیل کوA حاصل می شود. پس بچه وقتی یه مولکول گلوکز میاد گلیکولیز روش انجام میشه، و دو تا پیرووات تولید میشه ، پس می تونیم بگیم که دو تا استیل کوآ هم تولید میشن.(در مرحله ی دو)

نکته مهم: بچه ها برای اینکه کوآنزیمa به استیل کوa تبدیل بشه یک آنزیمی میاد استیل و کوآ رو به هم می چسبونه پس این واکنش یک واکنش آنزیمی هستش. طبق فعالیت کتاب درسی این آنزیم برای اینکه بتونه این کار رو انجام بده به ویتامین B۱ احتیاج داره. اسم دیگه ش ویتامین تیامین هستش.

نکته مهم: باکتری هایی که تو روده ی بزرگ زندگی می کنند با استفاده از گلوکز حاصل از تجزیه ی سلولز میان ویتامین های B و K رو تولید می کنن.

نکته مهم: طی مرحله ی دوم تنفس هوازی در یوکاریوت ها در میتوکندری، یک NADH تولید می شود. (به ازاء هر پیرووات)

پس به ازاء هر گلوکز دو تا NADH در مرحله ی دوم تنفس هوازی تولید می شود. (در داخل میتوکندری) پس دو تا هم یون NAD^+ تولید می شود.

بچه ها یه مقایسه خودتون انجام بدین در مورد **NADH** و NAD^+ در مرحله ی دوم تنفس هوازی با گلیکولز.

نکته مهم: بچه ها در مرحله ی دوم تنفس هوازی اونی که.....

اکسید می شود← پیرووات هستش چون داره هیدروژن از دست میده.

احیا می شود← NAD^+ هستش چون داره هیدروژن با الکترون دریافت می کنه.

نکته مهم: پذیرنده ی الکترون کیه؟ آفرین! NAD^+ خوب حامل الکترون و حامل هیدروژن کیه؟ NADH

نکته مهم: بچه ها ناقل (حامل) ترکیب دو کربنه یاهمون استیل کیه؟ کوآنزیمA

یک مقایسه ی مهم!

بچه ها در این مرحله همانند گلیکولیز اکسیژن نه مصرف میشه و نه تولید! اما دی اکسید کربن همانند گلیکولیز مصرف نمی شود اما و برخلاف گلیکولیز در اینجا تولید می شود!

خوب وقتی که دی اکسید کربن تولید شد و استیل کوآ نیز تولید می شود. این مولکول برای ادامه ی تنفس هوازی وارد چرخه ی کربس می شود. چرخه کربس هم همانند مرحله دوم و برخلاف گلیکولیز در داخل میتوکندری انجام می شود. حالا بریم ببینیم چرخه کربس چجوری انجام میشه.

چرخه کربس همونطور که اسمش روشه برخلاف گلیکولیز! چرخه س! یعنی وقتی یک ماده ای مصرف میشه دوباره در انتهای چرخه این ماده تولید میشه! اما در گلیکولیز وقتی یک ماده ای مصرف شد دیگه واسه همیشه مصرف شده!

چرخه کربس برخلاف گلیکولیز از ۵ تا گام تشکیل شده که به صورت مجزا هر کدوم از این گام ها رو بررسی می کنیم. منتهی اجازه بدین در رابطه با این چرخه یه منبر برم براتون!اعاغا یه بابایی بود به اسم هانس کِربس!(یادمه اولین بار که من دوران دانش آموزی خودم اینو می خوندم همینجوری پیش خوانی کرده بودم(خر خونم خودتی!) که مثلا مثل این دانش آموزای عقده ای جلو معلممون خود شیرینی کنم! هیچی دیگه این معلممونم درس داد و درس دا و درس داد تا رسید به این مبحث! گفت بچه ها خوب! حالا به نظرتون بعد از مرحله ی دوم وارد چه مرحله ای میشیم؟ منم گفتم چرخه ی کَرَبس! معلممونم برگشت گفت نه مجید جان! اون کَرَفسه که تو خورشت میریزن نه کَرَبس! (مجید دلبندم رو که یادتونه؟) وای من چقد حرفیدم کجا بودیم؟ آها داشتم می گفتم این آقای هانس کربس که اهل آلمانم بود این چرخه رو کشف کرد. اولش اسم این چرخه رو گذاشت چرخه ی سیتریک اسید! چون طی این چرخه اولین مولکولی که تولید میشه سیتریک اسید(ترکیب ۶ کربنه) هستش. اما بعدش گفتن بزار یه حالی به هانس بدیم و اسمشو بزاریم رو چرخه ! طی این چرخه یکسری مواد تولید می شن از جمله atp ، NADH و FAFH۲ و دی اکسید کربن! که تک تک بررسی می کنیم.

گام های چرخه کربس

گام اول ← در گام اول استیل کو A با یک ترکیب چهار کربنه ای بنام اگزالواستات که در ماده ی زمینه ای میتوکندری یعنی ماتریکس قرار دارد ترکیب می شود. خوب استیل کوآ یک ترکیب دو کربنه ست پس ترکیب حاصل از به هم پیوستن استیل کوآ با اگزالواستات یک ترکیب ۶ کربنه خواهد بود! به این ترکیب ۶ کربنه می گویند سیتریک اسید! وقتی که این دو ترکیب بهم متصل می شوند تا سیتریک اسید بوجود بیایید ، کوآنزیم A از استیل کوA جدا می شود. یعنی بچه ها یه جورایی می تونیم بگیم که کوآنزیم A ناقل استیل هستش. دستشو گرفته گذاشته تو دست عشقش!(اگزالواستات) و بعد خودش رفته سی خودش!

***نکته مهم:** این کوآنزیم A همچنان در کارهای خیر شرکت می کند و میرود دنبال یک استیل دیگر تا به آن بپیوندد و استیل کوآ تشکیل دهد تا دوباره این فرایند اتفاق بیافتد. پس می تونیم بگیم که این ماده مصرف نمیشه! هر چند ممکنه فرسوده بشه و از بین بره!*

***نکته مهم:** در این گام از چرخه کربس نه اکسیژن مصرف می شود و نه تولید! در مورد دی اکسید کربن هم همینطور! راستی کلا توی کربس تو هیچ کدوم از گام ها ما اکسیژن نداریم!*

گام دوم ← در این گام از چرخه کربس، اسید سیتریکی که تولید شده است یک کربن از دست می دهد در نتیجه این کربن به صورت دی اکسید کربن از سیتریک اسید آزاد می شودو یک ترکیب ۵ کربنه از آن بوجود می آید. همچنین سیتریک اسید هیدروژن هم از دست می دهد و این هیدروژن را یون NAD^+ که در کمین نشته است خفت می کند! در نتیجه بچه ها $NADH + H^+$ حاصل میشه. راستی یادتون باشه همیشه همراه با هیدروژن الکترون هم میره ها!

نکته مهم: در این گام از چرخه کربس کی که.....شده است .....می باشد
چون .....است.
اکسید – سیتریک اسید – هیدروژن و الکترون از دست داده
احیاء – NAD^+ - هیدروژن و الکترون گرفته

نکته مهم: موادی که در این مرحله .....می شود شامل .....می باشد.
مصرف – سیتریک اسید + NAD^+
تولید – ترکیب ۵ کربنه + $NADH + H^+$ + دی اکسید کربن

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه که در تنفس هوازی اولین مولکول دی اکسید این نیست! بلکه اولین مولکول دی اکسید کربن تولید شده توی مرحله ی قبلی به هنگام تولید بنیان استیل تولید شد!این دی اکسید کربن دومین مولکول دی اکسید کربن هستش که تولید میشه!

گام سوم ← توی این گام ترکیب ۵ کربنه ای که در گام قبلی تولید شد یک عدد از کربن خودش رو از دست میده و در نتیجه این کربن به شکل یک مولکول دی اکسید کربن از اون جدا میشه! و این ترکیب ۵ کربنه تبدیل میشه به یک ترکیب ۴ کربنه! همچنین این ترکیب ۵ کربنه میاد و هیدروژن هم از دست میده و این هیدروژن و الکترون های همراه اون رو یون NAD^+ دریافت می کنه و در نتیجه یک مولکول $NADH + H^+$ تولید میشه. همونطور که دیدین بچه ها گام دوم و سوم خیلی به هم شبیه ن! منتهی گام ۳ یه چیزی داره که گام ۲ نداره! اونم این که در گام سوم علاوه بر اون موادی که گفته شد، یک عدد مولکول ATP تولید میشه.
پس همه ی نکته هاش مثل گام قبلیه منهی به اضافه ی یک عدد P ناقابل!
راستی! در اینجا فسفاتی که به ADP متصل میشه فسفات معدنی هستش! پس تولید ATP در اینجا در سطح پیش ماده نیست!

نکته مهم: علاوه بر مواد مصرفی در گام قبلی،ADP هم مصرف می شود.

گام چهارم ← در این مرحله ترکیب چهار کربنه ای که در مرحله ی قبل تولید شده بود میاد ۲ تا هیدروژن از دست میده و در نتیجه این هیدروژن ها و الکترون هارو یک ناقلی پذیرنده ای بنام FAD میگیره در نتیجه یک مولکولی بنام FADH۲ تولید میشه.
حواستون باشه که بچه ها توی این مرحله تحت هیچ شرایطی دی اکسید کربن آزاد نمیشه!
نکته مهم: در این مرحله برخلاف مراحال قبلی از تعداد کربن ترکیب کاسته نمی شود! چون دی اکسید کربنی آزاد نمی شود اما حواستون باشه ترکیب چهار کربنه ی حاصل از نظر شیمیایی همون ترکیب ۴ کربنه نیستا! بلکه با اون فرق داره!

نکته مهم: در این مرحله ما $NADH + H^+$ تولید نمی کنیم بلکه FADH۲ تولید می کنیم. همچنین در این مرحله خبری از ATP نیست.

نکته مهم: ماده ای که در این گام .....می شود .....می باشد.
اکسید – ترکیب ۴ کربنه
احیاء – FAD

گام پنجم ← ترکیب چهار کبنه ی جدیدی که در گام قبلی حاصل شد میاد هیدروژن از دست میده و در نتیجه دوباره تبدیل به یک ترکیب چهار کربنه ی جدید میشه! که همون اگزالواستات خودمون هستش! در نتیجه اگزاولواستات در این گام تولید میشه. هیدروژن ها و الکترون هایی هم که از دست داده توسط NAD^+ گرفته می شن و در نتیجه یک مولکول $NADH + H^+$تولید میشه.

نکته مهم: موادی که در این چرخه.....می شوند شامل .....می باشد.

مصرف – ترکیب چهار کربنه + NAD^+

تولید – اگزالواستات چهار کربنه +NADH

نکته مهم: در این گام هم همانند گام قبلی تعداد کربن ها تغییر نمی کنه! اما حواستون باشه که ماهیت اون ترکیب ۶ کربنه از نظر شیمیایی تغییر می کنه ها!

حالا یه سری نکات کلی در مورد چرخه کربس بگم و خلاص!

نکته مهم: عامل هدف از انجام چرخه کربس چیه؟ اکسید کردن بنیان استیل!

نکته مهم: موادی که در چرخه کربس مصرف می شوند شامل NAD^+ ، استیل ، ADP و FAD

نکته مهم: موادی که به ازاء هر بار چرخش چرخه کربس حاصل میشه شامل یدونه ATP + یدونه FADH۲ + ۳ تا NADH و ۲ تا دی اکسید کربن!

نکته مهم: بچه ها تنها ماده ای که توی چرخه کربس هم مصرف میشه و هم تولید میشه آنزالواستات هستش!

نکته مهم: در چرخه کربس ترکیباتی که دی اکسید کربن ازشون آزاد میشه شامل ترکیبات۶ و ترکیبات ۵ کربنه هستش پس حواستون باشه که در رابطه با آزاد شدن دی اکسید کربن کاری به ۴ کربنه ها نداریم!

نکته مهم: تو چرخه کربس اونایی که اکسید میشن کیان؟ شامل موارد زیر می باشد:
اسید سیتریک (مولکول ۶ کربنه) + مولکول ۵ کربنه + اولین مولکول ۴ کربنه ی تولید شده + دومین مولکول ۴ کربنه ی تولید شده!

نکته مهم: آگه طراح بگه سومین یا آخرین مولکول ۴ کربنه ی تولیده یعنی آنزالواستات!

نکته مهم : بچه ها کیا ناقل الکترون هستن؟ FADH۲ و NADH خوب کیا پذیرنده ی الکترون هستن؟ FAD و NAD^+

مرحله ی سوم تنفس هوازی (زنجیره ی انتقال الکترون) :

خوب بچه ها وقتی که حامل های انرژی در چرخه کربس ساخته شدند این حامل ها میرن در غشاء داخلی!(نه خارجی!) میتوکندری تا توسط یکسری از پروتئین ها انرژی شون در قالب ATP ذخیره بشه تا برای سلول قابل استفاده باشه. پس زنجیره انتقال الکترون آخرین مرحله تنفس هوازی هستش. بچه ها حامل های انرژی تولید شده در چرخه کربس همون حامل های الکترون ها هستند چون الکترون ها پر از انرژی هستند بهشون می گیم حامل های انرژی!
خوب حامل های انرژی کیان؟ NADH + FADH۲

میتوکندری :

این اندامک هم همانند کلروپلاست و هسته دارای ۲ غشاء می باشد بنابراین از ۴ لایه ی فسفولیپیدی تشکیل شده است. میتوکندری برخلاف کلروپلاست فقط دارای ۲ فضا است . یک فضا بین دو غشاء که به آن فضای بین غشایی یا فضای اول می گویند و یک فضا هم در درون میتوکندری که به آن فضای درونی یا فضای دوم و یا فضای ماتریکس می گویند. دقت داشته باشید که هسته هم همانند میتوکندری دارای ۲ فضا می باشد به این صورت که یک فضای درونی و یک فضای بین غشایی!. به مایعی که در داخل میتوکندری در جریان است می گویند ماتریکس! و به امیعی که در داخل هسته در جریان است می گویند شیره ی هسته!

در میتوکندری غشاء داخلی(نه خارجی!) برخلاف غشاء داخلی کلروپلاست چین خوردگی های زیادی دارد که باعث بوجود آمدن منظره های تیغه مانند شده است. به هر کدام (نه مجموع) از این تیغه ها می گویند کریستا !! یعنی غشاء داخلی میتوکندری دارای چندین عدد کریستا می باشد. با این کار سطح غشاء داخلی بسیار گسترش پیدا کرده است که برای انجام وظیفه ی میتوکندری مناسب می باشد.

در غشاء داخلی میتوکندری پروتئین های مختلفی در ضخامت غشاء و سطح آن(چه سطح خارجی و چه سطح داخلی) وجود دارند که باعث تولید مولکول های انرژی زیستی یا همان PTA می شوند. در داخل میتوکندری چرخه هایی بنام چرخه های کربس رخ می دهد که بخشی از مراحل تولید انرژی می باشد. پس هر سلولی که زیاد فعالیت می کند باید میتوکندری های زیاد و مردی! داشته باشد.

نکته (مهم) : *میتوکندری هم مثل کلروپلاست منشاء باکتریایی داشته است بنابراین دارای ریبوزوم های کوچک و ساده + ماده ی وراثتی حلقوی می باشد. میتوکندری ها در مرحله ی G۲ سلول تقسیم می شوند که از نوع تقسیم دوتایی می باشد.*

به طور کلی هر سلولی که فعالیت های انرژی خواهش زیاد باشد بایستی میتوکندری های فراونی داشته باشد. زیرا با این کار می توانند انرژی لازم را فراهم آورند.

نکته (مهم) : *در لوله های نفرون کلیه ها جاهایی که عمل بازجذب را به صورت فعال انجام می دهند میتوکندری های فراوانی دارند برای مثال سلول های لوله ی پیچ خورده ی دور فقط بازجذب فعال دارد بنابراین سلول های آن میتوکندری های بسیار زیاد و بزرگی دارند.*

نکته (مهم) : *در بیماری پرکاری تیروئید (هایپرتیروئیدیسم) هورمون های تیروئیدی (تیروکسین یا همان T۴ و T۳) باعث افزایش متابولیسم سلول های بدن می شوند بنابراین این هورمون ها باعث افزایش تعداد و بزرگ شدن میتوکندری های سلول های بدن می شوند (زیرا با افزایش تعداد میتوکندری ها می توان افزایش متابولیسم را جوابگو بود)*

نکته (مهم) : سلول های اریتروسیت انسان و بسیاری از (نه همه!) جانوران فاقد اندامک میتوکندری می باشند . سلول های مرده ی گیاهی هم همینطور . همچنین سلول های آوند آبکشی (نه سلول های همراه!) گیاهان یا میتوکندری ندارند یا میتوکندری هاشون تغییرشکل یافته می باشد و غیرفعال است.

نکته فوق العاده مهم :

هر سلولی که فعالیت انرژی سازی اش بیشتر باشد کریستاهای بیشتری خواهد داشت! مثل میتوکندری های سلول های عضلانی! چون سلول های عضلانی کلا به انرژی زیاد نیاز دارن میتوکندری های خفن! با کریستاهای خفن! دارن.

نکته مهم: بچه ها حواستون باشه که غشاء خارجی میتوکندری برخلاف غشاء داخلیش صاف هستش و به عبارتی چیزی به اسم کریستا تو غشاء خارجی ما نمی بینیم.

در ساختار غشاء داخلی میتوکندری یکسری پروتئین های خاص وجود دارد که این پروتئنین ها یک زنجیره ای را تشکیل می دهند که الکترون از این زنجیره و مسیر عبور می کند برای همین به این پروتئین ها و این مسیر می گویند زنجیره ی انتقال الکترون!

نکته مهم: دقت داشته باشید که در پروکاریوت های هوازی چون کلا پرکاریوت ها میتوکندری ندارند ، این زنجیره انتقال الکترون در غشاء پلاسمایی سلول قرار دارد.

اگر خوب به شکل کتاب درسی نگاه کنید می بینید که زنجیره انتقال الکترون از ۶ پروتئین ساخته شده است. با توجه بهشکل کتاب درسی، ۵ تا از این پروتئین ها در ضخامت غشاء قرار گرفته اند و به عبارتی جزء پروتئین های سرتاسری محسوب می شوند. البته یکی از این پروتئین ها نسبت به بقیه کوچکتر است دقیقا بین دو لایه ی فسفولیپیدی قرار دارد یکی هم فقط در لایه ی فسفولیپیدی خارجی غشاء داخلی میتوکندری قرار گرفته است و جزء پرتئین های سطحی محسوب می شود. ولی ۳ تای دیگر از دو لایه ی فسفو لیپیدی رد شده اند.

نکته مهم: دقت داشته باشید که یکی از این پروتئین ها یعنی پروتئین کانالی جزء زنجیره انتقال الکترون می باشد اما به صورت مستقیم در انتقال الکترون نقش ندارد بلکه به صورت غیر مستقیم!

نکته مهم: حامل های انرژی هم در چرخه ی کربس هم در مرحله ی تولید استیل کوآ و هم در گلیکولیز تولید می شوند و همه ی اینها در زنجیره ی انتقال الکترون‌الکترون های خودشون رو تحویل می دن تا ATP بسازه.

نکته مهم: هر $FADH_2$ وقتی الکترون های خود را در زنجیره ی انتقال الکترون قرار می دهد ۲ تا ATP ساخته می شود و از اشتراک الکترون های NADH در زنجیره انتقال الکترون ۳ تا ATP ساخته می شود.

وقتی که این حامل های انرژی در مرحل مربوطه ساخته شدند می آیند به غشاء داخلی میتوکندری! و الکترون های پرانرژی در خود را در زنجیره ی انتقال الکترون به اشتراک می گذارند یعنی آنها را به ناقل ای پروتئینی که در غشاء داخلی میتوکندری وجود دارند، می دهند. وقتی که الکترون های پرانرژی به این ناقل ها داده می شوند ، ناقل ها به کمک این انرژی، یون های پروتونی که در داخل میتوکندری(ماتریکس) وجود دارند را گرفته و به زور! یعنی برخلاف شیب غلظت به خارج از ماتریکس یعنی فضای بین دو غشاء پمپ می کنند. پس می توان گفت این کار یک انتقال فعال می باشد. با این کار تراکم(غلظت) یون های پروتون در داخل ماتریکس کم می شود اما بر تراکم این یون ها در فضای بین غشایی اقزوده می شود!

نکته مهم: اگر به شکل کتاب درسی نگاه کنید می بینید که در انتهای زنجیره انتقال الکترون از یون های هیدروژن برای تولید آب استفاده می شود

نتیجه گیری مهم: پس به دو طریق غلظت یون های هیدروژن در ماتریکس میتوکندری در حال کاهش است:

الف) پمپ در ضخامت غشاء داخلی میتوکندری

ب) تولید آب در ماتریکس و استفاده از یون های هیدروژن

همینطور که این روند ادامه پیدا می کنه، در نهایت غلظت پروتون ها در فضای بین غشایی زیاد میشه و در فضای درونی میتوکندری کم میشه! در نتیجه در اثر شیب غلظت یون های هیدروژن تمایل پیدا می کنند که واد میتوکندری بشن(از از جای پر تراکم بیان به جای کم تراکم). منتهی این یون های هیدروژن از طریق یک پروتئین خاصی که خاصیت کانالی آنزیمی دارد وارد ماتریکس می شوند!

نکته مهم: *ورود پروتئن ها از فضای بین غشایی به داخل فضای درونی بدون مصرف انرژی می باشد. به این نوع انتشار که بدون مصرف انرژی و با کمک پرتئین های کانالی انجام می شود می گویند انتشار تسهیل شده!*

نکته مهم: *دقت داشته باشید خروج پروتون ها از فضای درونی به فضای بین غشایی در اثر انتقال فعال است و با مصرف انرژی انجام می شود منتهی این انرژی از* **ATP** *(انرژی زیستی) حاصل نشده است بلکه از انرژی الکترون ها استفاده شده است.*

وکه پروتون ها از طریق این کانال دارای خاصیت آنزیمی از فضای بین غشایی به فضای درونی وارد می شوند ، یک انرژی به هنگان رد و بدل شدن این پروتون ها بوجود می آید که این پروتئین کانالی با کمک این انرژی ایجاد شده می اید و فسفات معدنی را به ADP متصل می کند(با صرف انرژی! منتهی نه انرژی زیستی!) و در نتیجه مولکول ATPساخته می شود.

نکته مهم: *پس می توانیم بگوییم یک پروتئین کانالی ممکن است دارای فعالیت آنزیمی باشد!*

نکته مهم: می توانیم بگوییم که انرژی جهت انتقال فعال صرف از انرژی زیستی نیست بلکه می تواند از انرژی الکترون ها باشد!

وقتی که اولین پروتئین ناقل الکترونی در زنجیره ی الکترونی ، الکترون های ارسالی توسط NADH را دریافت کرد، این الکترون ها در طول زنجیره ی انتقال الکترون دست به دست می شوند تا آخرین ناقل! که این ناقل می آید الکترون را به اکسیژن می دهد تا به کمک یون های هیدروژن موجود در داخل ماتریکس مولکول آب تولید شود.

خوب بچه ها این یک نمای کلی از زنجیره انتقال الکترون بود! حالا گوش کن نکاتش رو:

نکته مهم: وقتی یک گلوکز در تنفس سلولی مورد استفاده قرار می گیرد اگر تنفس سلولی اگر از نوع هوازی باشد در مجموع ۱۰ تا NADH و ۲ تا FADH۲ تولید می شود که با توجه به نکته ای که چند خط پیش گفتم در زنجیره انتقال الکترون در مجموع ۳۴ تا مولکول ATP حاصل می شود.

نکته مهم: اگه تعداد ATPها رو در مراحل گلیکولیز (۲ تا) ، تولید استیل کوآ (صفر تا!) و چرخه ی کربس (۲ تا!) بشمریم میشه کلا ۴ تا مولکول ATP که با اون ۳۴ تای زنجیره میشه ۳۸ تا مولکول ATP

نتیجه گیری مهم: بازده خالص تولید ATP به ازاء هر گلوکز برابر است با ۳۸ تا

نکته مهم: در زنجیره انتقال الکترون برخلاف مراحل قبلی مولکول های حامل انرژی مصرف می شوند و نه تولید!

نکته مهم: محل نهایی الکترون توی .....

پروکاریوت ها – غشاء پلاسمایی سلول
یوکاریوت ها – غشاء داخلی میتوکندری

نکته مهم: کسی که در اینجا الکترون میگیرد کیه؟ اکسیژن! خوب به نظرتون اکسید میشه یا احیا؟ بچه ها احیا میشه.

نکته مهم: در اینجا کی الکترون از دست میده؟ معلوم دیگه! حامل های انرژی! پس کیا اکسید میشن؟**FADH** و **NADH**

نکته مهم: در اینجا مولکول های اکسیژن مصرف می شوند! دی اکسید کربن تولید نمی شود! اما در کربس برعکس است و گلیکولیز هیچکدام! و در تولید استیل کوآ فقط دی اکسید کربن تولید می شود.

نکته مهم: هر چقدر یون های پروتون در محیطی زیاد باشند آن محیط**ph** کمتری دارد. از آنجایی که با فعالیت پمپ هیدروژنی تراکم این یون ها در ماتریکس رو به کاهش در فضای بین غشایی رو به افزایش است می توانیم بگوییم که این پمپ باعث افزایش**ph** فضای درونی و کاهش **PH** فضای بین غشایی می شود.

نکته مهم: پروتئین کانالی آنزیمی که**ATP** تولید می کند باعث افزایش**PH** فضای بین غشایی و کاهش **PH** فضای درونی میتوکندری می شود.