نظریه ی یک ژن - یک آنزیم

این نظریه بیان می دارد هر ژن مسئول ساخته شدن یک آنزیم است(این نظریه امروزه تصحیح شده است). برای ارائه ی آن، دو پژوهش انجام شد:

۱. کشف بیماری آلکاپتونوریا

- نوعی بیماری **ارثی** ⟵ علت آن وابسته به ژن هاست.2
- در ادرار افراد مبتلا، آنزیم تجزیه کننده ی هموجنتیسیک اسید وجود ندارد. در نتیجه هموجنتیسیک اسید در ادرار این افراد مشاهده می شود و ادرار این افراد در مجاورت هوا سیاه می شود.
- در ۱۹۰۹ **آرچیبلد گرو**، توانست بین نقص ژنی (بیماری آلکاپتونوریا) و نقص آنزیمی (آنزیم تجزیه کننده ی هموجنتیسیک اسید) رابطه برقرار کند.
- نقص ژنی ⟵ عدم تولید آنزیم تجزیه کننده ی هموجنتیسیک اسید ⟵ وجود هموجنتیسیک اسید هموجنتیسیک اسید در خون افراد مبتلا یافت می شود.

× در مورد علل بیماری آلکاپتونوریا عباراتی مانند نبود آنزیم، وجود آنزیم معیوب، نقص در ژن یا نبود ژن سالم عبارات درستی بوده اما عباراتی مثل نبود ژن یا کمبود آنزیم غلط می باشد.

× آرچیبلد گرو **اندیشه** های نظریه ی یک ژن-یک آنزیم را شکل داد اما **ارائه** ی آن توسط بیدل و تیتوم صورت گرفت.

۲. آزمایش بیدل و تیتوم

- **جاندار مورد مطالعه**: هاگ قارچ کپک نوروسپورا کراسا
- **ویژگی جاندار مورد مطالعه**: ۱. هاپلوئید است (هر جهشی در آن بروز می کند) ۲. تعداد فراوان هاگ در زمان کوتاه
- **ویژگی آزمایش**: بررسی جهش های مربوط به ژن های کنترل کننده ی واکنش های مهم متابولیک مثل تولید ویتامین و آمینواسید ها.

× تا این زمان بیشتر آزمایش ها بر روی صفات قابل مشاهده مثل **ژن های رنگ چشم در مگس سرکه** یا **ژن های کنترل کننده ی رنگیزه ها در گیاهان** انجام می گرفت.

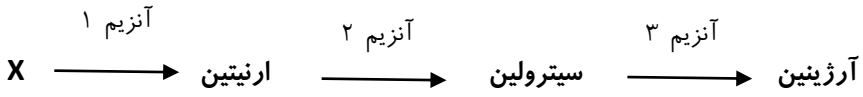
- **محیط کشت حداقل**: حاوی حداقل مواد لازم برای رشد و سلول سالم می تواند همه ی موادآلی لازم را از مواد محیط کشت حداقل بسازد. در نوروسپورا شامل: مخلوط رقیق ۱.انواع نمک ها ۲. کمی شکر ۳. ویتامین بیوتین ۴. آب
- **محیط کشت غنی شده**: مواد محیط کشت حداقل + موادی که سلول جهش یافته توان تولید آن را ندارند.
- **محیط کشت غنی شده**: شامل همه ی موادآلی لازم برای رشد همه ی سلول های زنده

هاگ ها در محیط کشت حداقل توانایی رشد دارند. در اثر اصابت پرتو X با هاگ ها، ***بعضی از*** هاگ ها جهش پیدا کرده و توانایی رشد در محیط کشت حداقل را ندارند. این **هاگ های جهش یافته** تنها در صوررتی رشد می کنند که به محیط کشت آن ها بعضی مواد آلی افزوده شود(محیط کشت غنی شده).

Pooya.raeesi@gamil.com

- **بررسی مسیر متابولیسمی ساخت آرژینین:**

آرژینین یک آمینواسید است که از پیش ماده های X، ارنیتین و سیترولین حاصل می شود. مسیر متابولیسمی ساخت آرژینین به شرح زیر است:



هاگ های جهش یافته به شرح زیرند:

- **نوع ۱: جهش در آنزیم ۱** ← با افزودن ارنیتین، سیترولین یا آرژینین به محیط کشت حداقل رشد می کنند.
- **نوع ۲: جهش در آنزیم ۲** ← با افزودن سیترولین یا آرژینین به محیط کشت حداقل رشد می کنند.
- **نوع ۳: جهش در آنزیم ۳** ← تنها با افزودن آرژینین به محیط کشت حداقل رشد می کنند.

نتیچه ی حاصل از این آزمایش ها منجر به ارائه ی یک ژن-یک آنزیم شد. یعنی آسیب به یک ژن منجر عدم تولید یا ساخت پروتئین غیرکارکردی در سلول می شود. **به عبارتی هر ژن از طریق تولید یک آنزیم اثر خود را اعمال می کند.**

این عقیده که یک ژن تولید یک آنزیم را رهبری می کند تا یک دهه رواج داشت. اما نظریه ی یک ژن-یک آنزیم ۲ اشکال اساسی دارد:

۱. ***بسیاری از*** ژن ها پروتئین هایی را به رمز در می آورند که آنزیم نیستند.
۲. ***بسیاری از*** پروتئین ها از چند زنجیره ی پلی پپتیدی تشکیل شده اند (مثل هموگلوبین دارای ۴ زنجیره) و هر زنجیره توسط یک ژن خاص تولید می شود.

این ۲ دلیل موجب تبدیل نظریه ی **یک ژن- یک آنزیم** به **یک ژن-یک زنجیره ی پلی پپتیدی** شد.

با وقوع جهش در هر بخشی از یک واکنش زنجیره ای، ساخت محصولات مختل می شود اما هر چه جهش در مراحل ابتدایی تری از واکنش باشد، با مواد متنوع تری رشد کرده و توان ما در کمک به تولید آن بیشتر است.

مثال: زنجیره ای مربوط به ساخت ماده ای را بنویسید که در آن جهش یافته ی اول فقط در حضور ماده ی A واکنش ،

جهش یافته ی دو در حضور A
م B
یا C
یا جهش یافته ی سوم در حضور A
و C
یا رشد کند.

تست ۱: کپک نوروسپورا فاقد آنزیمی است که .....

Pooya.raeesi@gamil.com

تست۳ : در مسیر متابولیسمی ساخت آرژینین در کپک نوروسپورا، آنزیم سازنده ی سیترولین توسط دو ژن a و b رمز می شود. اگر ژن a جهش یابد، جهش یافته احتمالا در حضور کدام یک از موارد زیر رشد خواهد کرد؟

۱) آرژینین یا سیترولین ۲) آرژینین، ارنیتین یا سیترولین

۳) فقط آرژینین ۴) آرژینین یا ارنیتین

مثال: کدام یک از عبارات زیر توجیه کننده ی نظریه یک ژن-یک آنزیم است؟

۱) تولید آنزیم های ۱ و ۲ توسط ژن A و B و C

۲) تولید آنزیم های ۱ و ۲ و ۳ توسط ژن های A و B

رمز های وراثتی

- اطلاعات به صورت رمز در DNA ذخیره شده است.
- رمز: علائم مورد استفاده برای ذخیره سازی و انتقال اطلاعات

الفبای زبان نوکلئوتیدی ۴ حرفی است. الفبای زبان آمینواسید ها ۲۰ حرفی است.

اگر هر ۱ حرف زبان نوکلئوتیدی معادل ۱ آمینواسید باشد، آن موقع ۴ آمینواسید بیشتر نخواهیم داشت.
اگر هر ۲ حرف زبان نوکلئوتیدی معادل ۲ آمینواسید باشد، آن موقع ۱۶ آمینواسید بیشتر رمز نخواهد شد.
اگر هر ۳ حرف زبان نوکلئوتیدی معادل ۳ آمینواسید باشد، آن موقع ۶۴ کلمه ی ۳ حرفی پدید می آید که هر کلمه یا رمز ۳ حرفی می تواند معادل یک آمینواسید باشد.

می‌دانید که مولکول DNA مولکول بسیار بلندی است و در ساختار آن فقط چهار نوع نوکلئوتید به‌کار رفته است. بنابراین می‌توان گفت که زبان مولکول DNA به صورت یک الفبای چهارحرفی (A،C، G، T) است، که هر حرف نشان‌دهندهٔ یک نوع نوکلئوتید است.

دانستیم که از اطلاعات ژنتیک برای ساختن پروتئین استفاده می‌شود. پروتئین‌ها از ۲۰ نوع آمینواسید ساخته شده‌اند و هر پروتئین توالی آمینواسیدی مخصوص به خود را دارد. در واقع رمزهای موجود در DNA باید به نحوی تعیین‌کنندهٔ نوع و ترتیب آمینواسیدهای پروتئین‌ها باشند.

اگر هر نوکلئوتید علامت رمز یک آمینواسید باشد، بازهای A، G، C و T علامت‌های رمز چهار نوع آمینواسید می‌شوند. بنابراین فقط چهار نوع آمینواسید علامت رمز خواهند داشت. بدیهی است که رمز یک حرفی جوابگوی ۲۰ آمینواسید نخواهد بود. در صورتی که رمز دو حرفی باشد فقط ۱۶ نوع آمینواسید علامت رمز خواهند داشت. بنابراین رمز دو حرفی نیز جوابگوی ۲۰ نوع آمینواسید نخواهد بود. در صورتی که رمز سه حرفی باشد، ۶۴ رمز سه حرفی به‌دست می‌آید که بیشتر از تعداد رمز لازم برای ۲۰ نوع آمینواسید است. در این صورت یک آمینواسید ممکن است بیش از یک رمز داشته باشد. در واقع رمزهای نوکلئیک اسیدها سه حرفی هستند.

Pooya.raeesi@gamil.com

تست ۱: سلولی حاوی نوکلئوتید های A ، U، C و G می باشد. در بین انواع رمز های ممکن، نسبت فراوانی رمز های سیتوزین دار چقدر است؟

۱) $\frac{9}{32}$ ۲) $\frac{27}{64}$ ۳) $\frac{15}{32}$ ۴) $\frac{37}{64}$

تست ۲: احتمال این که در یک رمز ۳ حرفی RNA ، نوکلئوتید های آدنین دار و سیتوزین دار وجود نداشته باشند، چقدر است؟

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{1}{8}$ ۳) $\frac{3}{16}$ ۴) $\frac{1}{4}$

تست ۳: کدام عبارت نادرست است؟

در یک سلول ، تعداد انواع رمز های وراثتی DNA فاقد باز های آلی ..... تعداد انواع رمز های وراثتی فاقد باز های آلی..... است.

۱) مکمل، از – پورینی، بیشتر ۲) تکراری، از – مکمل، کم تر

۳) تکراری، با – پیریمیدینی، برابر ۴) پورینی، با – پیریمیدینی، برابر

شناخت رمز DNA

رمز DNA چگونه شناخته شد؟

نیرنبرگ[۱] و همکاران او اولین گروهی بودند که موفق به کشف رمز DNA شدند. آنها از mRNA برای شناسایی رمز DNA استفاده کردند.

آنان انواع خاصی از مولکول‌های mRNA را ساختند. در لولهٔ آزمایشی که آمینواسیدها و تعدادی آنزیم وجود داشته باشد، mRNA می‌تواند زنجیره‌ای از آمینواسیدها را بسازد. هر نوع mRNA با پیام رمزی که دارد باعث تولید نوع خاصی رشتهٔ پلی‌پپتیدی می‌شود. حال در صورتی که نوع mRNA و رشتهٔ پلی‌پپتیدی که ساخته شده است مشخص باشد، پیام mRNA معلوم می‌شود. نیرنبرگ و همکاران او بر این اساس رشته‌ای mRNA ساختند که فقط نوکلئوتید **یوراسیل**[۲]دار (U) داشت. مولکول RNA ساخته شده را در لولهٔ آزمایشی قرار دادند که دارای بیست نوع آمینواسید و مایع استخراج شده از سیتوپلاسم سلولی بود. تجزیهٔ رشتهٔ پلی‌پپتیدی ساخته‌شده، نشان داد که از بین ۲۰ نوع آمینواسید فقط یک نوع آمینواسید به نام **فنیل‌آلانین** در این رشته به‌کار رفته است. با توجه به این که از قبل به‌وسیلهٔ آزمایش‌هایی مشخص شده بود که رمزهای DNA و درنتیجه رمزهای RNA سه نوکلئوتیدی هستند، بنابراین نتیجه گرفته شد که UUU، رمز قرار گرفتن آمینواسید فنیل‌آلانین در یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی است.

بعداً، محققان دیگر توانستند با انجام آزمایش‌هایی شبیه آزمایش نیرنبرگ، رمزهای هر یک از ۲۰ نوع آمینواسید را شناسایی کنند. هر رمز سه نوکلئوتیدی mRNA را یک **کدون** می‌نامند. کدون‌ها عمومی هستند، یعنی در جانداران یکسان‌اند.

Pooya.raeesi@gamil.com

منبع اسیدهای آمینه در آزمایش نیرنبرگ: ۱. مایع سیتوپلاسمی ۲. مخلوط اسید های آمینه ی اضافه شده

عوامل لازم برای ترجمه عبارتند از: mRNA، ریبوزوم، tRNA، اسید آمینه و آنزیم

تست ۱: در آزمایش نیرنبرگ برای کشف رمز اسیدآمینه، وجود کدام یک در مایع سیتوپلاسمی استخراج شده از سلول لازم نبود؟

۱) tRNA ۲) RNA پلی مراز ۳) آنزیم ۴) ریبوزوم

تست ۲: در آزمایش نیرنبرگ ، عصاره سلولی برای تامین ..... به لوله آزمایش افزوده شده بود.

۱) آنزیم های لازم برای ترجمه ۲) آنزیم های لازم برای سنتز DNA

۳) مونومر های لازم برای ساخت رشته پلی پپتیدی ۴) آنزیم های لازم برای سنتز RNA

تست ۳: عده ای از RNA های ناقل که آمینو اسید سیستئین را حمل می کنند، دارای آنتی کدون ..... هستند.

۱) UGC ۲) UAC ۳) ACG ۴) GAA

RNA و انواع آن

- **mRNA (RNA پیک)**
  - از دو گزاره وجود این نوع RNA اثبات شد:

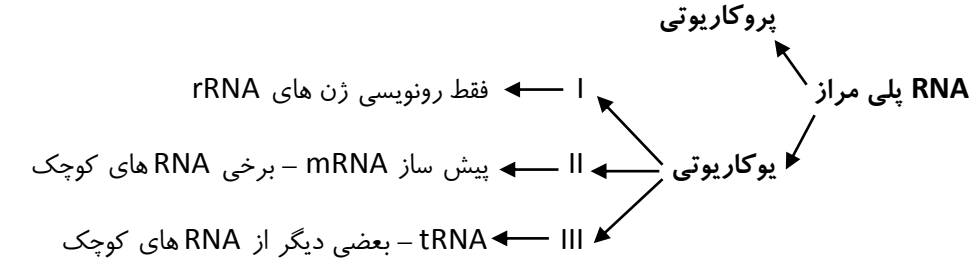
۱. جایگاه DNA در هسته و RNA در سیتوپلاسم است. RNA هم در هسته و هم در سیتوپلاسم یافت می شود.

۲. در سلول هایی که فعالیت پروتئین سازی آن ها شدید است، RNA فراوانی هم یافت می شود.

  - وظیفه: حمل اطلاعات از DNA به ریبوزوم
- **tRNA (RNA ناقل)**
  - وظیفه: انتقال آمیواسید ها توسط ریبوزوم
- **rRNA**
  - وظیفه: ۱. جزئی در ساختار ریبوزوم ۲. در ایجاد پیوند پپتیدی
- **RNA کوچک**

رونویسی

ساخته شدن RNA از روی DNA که به کمک آنزیم **RNA پلی مراز** صورت می گیرد.



Pooya.raeesi@gamil.com

در میان RNA پلی مراز ها متنوع ترین فعالیت مربوط به **RNA پلی مراز پروکاریوتی** بوده که همه ی انواع RNA را تولید می کند و کمترین فعالیت مربوط به **RNA پلی مراز I** می باشد.

در یوکاریوت ها علاوه بر RNA پلی مراز نوع I، II و III، در میتوکندری ها و کلروپلاست ها که دارای DNA حلقوی می باشند، RNA پلی مراز پروکاریوتی دیده می شود.

تست ۱: در یکی از سلول های کبدی انسان، همانند سازی ژن های مربوط به rRNA توسط کدام آنزیم کاتالیز می شود؟

۱) RNA پلی مراز ۲) عملکرد آنزیمی RNA ۳) DNA پلی مراز ۴) RNA پلی مراز I

تست ۲: در تریکودینا محصول فعالیت کدام آنزیم دارای کدون آغاز است؟

۱) RNA پلی مراز II ۲) RNA پیک ۳) RNA پلی مراز I ۴) RNA پلی مراز پروکاریوتی

تست ۳: برای شروع رونویسی حضور کدام یک ضروری است؟

۱) RNA پلی مراز ۲) RNA پیک ۳) RNA ریبوزومی ۴) RNA ناقل

تست ۴: برای تشکیل ریبوزوم در پارامسی، فعالیت RNA پلی مراز ..... لازم است.

۱) فقط II ۲) III ۳) فقط I و II ۴) I و II و III

مراحل رونویسی در یک سلول پروکاریوتی

۱. اتصال RNA پلی مراز **به قسمتی از ژن** به نام **راه انداز**

راه انداز: قسمتی از DNA که به RNA پلی مراز امکان رونویسی از محل صحیح را می دهد.

راه انداز رونویسی نمی شود.

جایگاه آغاز رونویسی: اولین نوکلئوتیدی از DNA که رونویسی می شود و مجاور راه انداز قرار دارد.

۲. RNA پلی مراز دو رشته ی DNA را از یکدیگر باز می کند. (با شکستن پیوند هیدروژنی)

× DNA پلی مراز توانایی شکستن پیوند هیدروژنی نداشته و این کار توسط آنزیم هلکاز صورت می گرفت.

۳. RNA پلی مراز مقابل هر یک از دئوکسی ریبونوکلئوتید های DNA، ریبونوکلئوتید مکمل را قرار می دهد و ریبونوکلئوتید جدید را به قبلی وصل می کند (با پیوند فسفودی استر)

در مقابل باز A، باز U قرار گرفته و در مقابل باز C، باز G قرار می گیرد.

جایگاه پایان رونویسی آخرین نوکلئوتیدی از DNA است که رونویسی می شود.

شباهت ها و تفاوت های همانند سازی و رونویسی:

- در هر دو از نوکلئوتید های DNA به عنوان الگو استفاده می شود. در رونویسی از **یک رشته** و در همانند سازی از هر **دو رشته** به عنوان الگو استفاده می شود.
- مولکول حاصل در همانند سازی DNA و نوکلئوتید های به کار رفته در آن دئوکسی ریبونوکلئوتید می باشد در حالی که محصول حاصل در رونویسی RNA و نوکلئوتید های آن، ریبونوکلئوتید می باشد.

Pooya.raeesi@gamil.com

- RNA پلی مراز توانایی شکستن پیوند فسفودی استر ندارد. بنابراین در رونویسی ویرایش نداریم، به همین علت احتمال جهش در رونویسی بیشتر است.

تست ۱: کدام یک بخشی از ژن نیست؟

۱) RNA پلی مراز ۲) جایگاه آغاز رونویسی ۳) راه انداز ۴) جایگاه پایان رونویسی

ساختار پر مانند

به دنبال همانند سازی چند RNA پلی مراز از روی ی ژن به وجود می آید.

در RNA های ساخته شده ی یوکاریوتی، چندین RNA پلی مراز به طور همزمان از روی یک ژن در حال ساخت RNA می باشند. در شکل، هر چه از سمت راست به چپ می رویم، مقدار بیشتری از RNA تولید شده و طول پر ها بلند تر است. بنابراین می توان رونویسی از سمت راست به چپ در حال انجام است.

تست ۲: جایگاه آغاز رونویسی، ..... جایگاه پایان رونویسی، .....

۱) همانند – قند ریبوز دارد. ۲) برخلاف – قند دئوکسی ریبوز دارد.

۲) برخلاف – پیوند هیدروژنی دارد. ۴) همانند – رونویسی می شود.

تست ۳: در ساختار پر مانندی که رونویسی یک ژن یوکاریوتی را نشان می دهد، .....

۱) RNA ها توسط یک RNA پلی مراز رونویسی می شوند. ۲) RNA ها فقط از نوع RNA پیک می توانند باشند.

۳) RNA های بلندتر به جایگاه پایان رونویسی نزدیک ترند. ۴) RNA های کوتاه تر از راه انداز دورترند.

تست ۴: کدام عبارت در مورد جایگاه پایان رونویسی ژن صحیح است؟

۱) دارای باز یوراسیل است و ترجمه نمی شود. ۲) بخشی از مولکول mRNA است و ترجمه می شود.

۳) دارای قند دئوکسی ریبوز است و ترجمه نمی شود. ۴) بخشی از مولکول DNA است که ترجمه می شود.

• tRNA

- نوعی RNA که آمینواسید ها را به ریبوزوم می آورد.
- ساختار ۲ بعدی ⟵ برگ شبدری
- ساختار ۳ بعدی ⟵ شبیه حرف L

مولکول RNA تک رشته ای است و بخش های دو رشته ای ایجاد شده نتیجه ی تاخوردگی مولکول های tRNA روی خود و ایجاد پیونده های هیدروژنی حاصل شده است.

- دارای : ۱. دو بازوی نگه دارنده

۲. یک بازوی کوچک

۳. آنتی کدون (بازوی میانی)

Pooya.raeesi@gamil.com

۴. محل اتصال آمینواسید با باز های CCA (آمینواسید با باز A پیوند برقرار می کند)

هر آنتی کدون، مکمل یکی از کدون های mRNA است و آنتی کدون هر tRNA نشان دهنده ی آمینواسید متصل به آن است. وجه تمایز tRNA های مختلف، آنتی کدون آن هاست.

تعداد کدون ها، آنتی کدون ها، رمز های قابل ترجمه

- به ازای هر رمز (کدون) قابل ترجمه یک آنتی کدون در tRNA وجود دارد.
- رمز (کدون) پایان غیرقابل ترجمه است.
- ۳ کدون از ۶۴ کدون مربوط به کدون پایان بوده که ترجمه نمی شود. بنابراین ۶۱ نوع رمز قابل ترجمه و آنتی کدون داریم .

کدون های پایان ← UAA، UAG، UGA

کد روی DNA، کدون روی mRNA و آنتی کدون بر روی tRNA قرار دارد. رمز اصطلاحی است که شامل کد و کدون می شود.

مثال: آنتی کدون AGC معادل با چه توالی نوکلئوتیدی بر روی DNA است؟

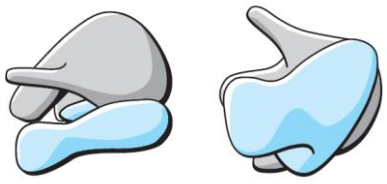
مثال: آنتی کدون UCG معادل چه توالی ۳ نوکلئوتیدی روی DNA است؟

مثال: کدون UAA معادل چه آنتی کدونی است؟

ریبوزوم

- از اجزای ریز سلول بوده و در **پروتئین سازی** نقش دارد. هر ریبوزوم دارای دو بخش غیر مساوی (کوچک و بزرگ است) که در ساختار خود دارای **پروتئین و RNA** می باشد:

ریبوزوم ← **بخش کوچک: rRNA + پروتئین**
ریبوزوم ← **بخش بزرگ: rRNA + پروتئین**



شکل ۱۵ــ۲ــ نماهایی از ساختار یک ریبوزوم از دو جهت مختلف.

Pooya.raeesi@gamil.com

- **بخش بزرگ دارای ۲ جایگاه P و A می باشد.**

جایگاه P: اسید آمینه ترجمه شده برای اضافه شدن به رشته ی پلی پپتیدی به این بخش می آید.

جایگاه A: اسید آمینه و رمز برای ترجمه شدن به یکدیگر آماده می شوند.

- RNA ریبوزومی در یوکاریوت ها و از روی **DNA هستک** ساخته می شود. پس ریبوزوم درون هسته و هستک ساخته شده اما **فعالیتی ندارد**. پس از ساخته شدن از هسته وارد سیتوپلاسم شده ودر آن فعالیت می کند.

rRNA در ایجاد پیوند پپتیدی نقش دارد.

- ریبوزوم در سلول های پروکاریوتی در سیتوپلاسم پراکنده است اما در سلول های یوکاریوتی در ۴ نقطه وجود دارد:

۱- آزاد در سیتوپلاسم ۲- روی غشای خارجی هسته یا شبکه آندوپلاسمی زبر ۳- داخل میتوکندری ۴- داخل کلروپلاست

- ساختار ریبوزوم پروکاریوتی ساده و مشابه ریبوزومهای میتوکندری و کلروپلاست است در حالی که ریبوزومهای روی شبکه آندوپلاسمی زبر و درون سیتوسل یوکاریوتی ساختار پیچیده تر و اندازه بزرگتری دارد.
- **اریترومایسین** دارویی است که خاصیت **آنتی بیوتیکی** دارد و **از پروتئین سازی در باکتری ها جلوگیری می کند** اما بر پروتئین سازی بدن ما بی تاثیر است. این اتفاق به خاطر اثر آن بر ریبوزوم های کوچک پروکاریوت هاست.

ترجمه

- این فرآیند نیازمند انرژی و آنزیم است.
- زبان اول ⟵ ریبونوکلئوتید mRNA
- زبان دوم ⟵ اسیدآمینه ی رشته ی پلی پپتیدی
- مترجم ⟵ ریبوزوم

شامل ۳ مرحله ی آغاز، ادامه و پایان:

الف) آغاز:

۱. اتصال بخش کوچک ریبوزوم به mRNA در **مجاورت** کدون آغاز
۲. اتصال tRNA آغازگر دارای آنتی کدون UAC به کدون آغاز AUG
۳. اتصال بخش کوچک ریبوزوم به بخش بزرگ آن

✓ رمز آغاز اولین AUG رشته ی mRNA است که همواره به آمینواسید متیونین ترجمه می شود. رمز آغاز تنها رمزی است که تنها وارد جایگاه P شده و در آن جا ترجمه می شود و وارد جایگاه A نمی شود.

مرحله ی آغاز ترجمه با ترجمه شدن رمز AUG به اسیدآمینه ی متیونین به پایان می رسد.

در پایان این مرحله و کامل شدن شکل ریبوزوم ۲ رمز، ۱ tRNA و ۱ اسید آمینه در ریبوزوم وجود دارد.

ب) ادامه:

۱. tRNA حامل دومین آمینواسید به جایگاه A وارد می شود و با آمینواسید موجود در جایگاه P پیوند پپتیدی برقرار می کند. ایجاد پیوند پپتیدی توسط rRNA که نوعی آنزیم غیرپروتئینی است، کاتالیز می شود.

Pooya.raeesi@gamil.com

۲. tRNA موجود در جایگاه P آمینواسید نخواهد داشت و باید ریبوزوم را ترک کند.
۳. **جابجایی**: ریبوزوم به اندازه ی یک کدون در طول mRNA پیش می رود و tRNA موجود در جایگاه A به جایگاه P منتقل می شود.
۴. جایگاه A که سومین کدون در آن قرار دارد خالی می شود و آمادگی پذیرش tRNA حاصل آمینواسید سوم را کسب می کند

بعد از جابجایی n ام، n+1 امین کدون در جایگاه P و n+2 امین کدون در جایگاه A قرار می گیرد.

ج) پایان:

۱. قرار گیری یکی از کدون های پایان در جایگاه A
۲. عامل پایان ترجمه به جایگاه A وارد می شود.
۳. عامل پایان ترجمه پیوند بین آخرین tRNA موجود و پلی پپتید را هیدرولیز می کند.
۴. پلی پپتید آزاد شده و mRNA و بخش کوچک و بزرگ ریبوزوم نیز از هم جدا می شوند.

عامل پایان ترجمه تنها در جایگاه A دیده می شود. رمز آغاز تنها در جایگاه P دیده می شود.
برای کدون های پایان tRNA اختصاصی نداریم.
تعداد tRNA ها = تعداد کدون های قابل ترجمه = تعداد آنتی کدون ها = ۶۱
تعداد کدون ها = ۶۴
کدون های پایان هیچ گاه در جایگاه P دیده نمی شوند. بنابراین ۶۴ نوع کدون در جایگاه A و ۶۱ نوع کدون و آنتی کدون هم در جایگاه A و هم در جایگاه P قرار می گیرند.

مثال: رشته ی mRNA با ۱۱۷ نوکلئوتید ترجمه می شود. به دنبال ترجمه به سوالات زیر پاسخ دهید؟

الف) تعداد اسید آمینه های رشته ی پلی پپتید ساخته شده؟

ب) رشته ی پلی پپتید چند پیوند پپتیدی داشته و هنگام ساخت آن چند مولکول آب آزاد می شود؟

ج) چند بار جایگاه A و P توسط رمز و ضد رمز اشغال می شوند؟

د) برای ساخت این رشته ریبوزوم چند بار روی mRNA جابجا می شود؟

تست ۱: در یک سلول یوکاریوتی، حداکثر چند نوع کدون برای آمینو اسید ها، در RNA پیک و چند نوع آنتی کدون در هر RNA ناقل می تواند وجود داشته باشد؟

۱) ۶۴ – ۶۱ ۲) ۶۱ – ۶۱ ۳) ۶۱ – ۱ ۴) ۶۴ – ۱

تست۲: در ساختار یک مولکول tRNA آغازگر، دو جایگاه ویژه ی ..... وجود دارد.

۱) UAC و CCA ۲) CCA و AUG ۳) UAC و CAC ۴) AUG و CAC

Pooya.raeesi@gamil.com

تست ۲: کدام یک در ارتباط با tRNA ، نادرست است؟

۱) tRNA آغازگر، فقط در جایگاه P ریبوزوم قرار می گیرد.

۲) توسط دو حلقه ی خود روی ریبوزوم نگه داری می شود.

۳) ساختار ۳ بعدی آن در سلول شبیه برگ گیاه شبدر است.

۴) همه ی آمینواسید ها به نوکلئوتید آدنین دار tRNA متصل می شوند.

۳- اگر یک مولکول mRNAاز مکمل رشته‌ی DNA با توالی GTA – AAA – TGA رونویسی شود، آنتی‌کدون‌هایی که برای ترجمه مورد استفاده قرار می‌گیرند، به ترتیب کدام است؟ (تجربی - ۸۸)

۱) AAA و GUA

۲) UUU و CAU

۳) UGA و AAA و GUA

۴) ACU و UUU و CAU

۴- در فرایند ترجمه‌ی ژن اکتین (نوعی پروتئین تک‌رشته‌ای) در سلول‌های عضلانی انسان و در حین جابه‌جایی ریبوزوم بر روی mRNA، ..... (سراسری - ۸۹)

۱) جایگاه A همواره پذیرای tRNA ی حامل آمینواسید می‌گردد.

۲) tRNA ی موجود در جایگاه P، ریبوزوم را ترک می‌کند.

۳) پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها در جایگاه A برقرار می‌شود.

۴) tRNA حامل یک آمینواسید خاص به جایگاه P منتقل می‌شود.

۵- با توجه به mRNA ی مقابل، چهارمین کدون وارد به جایگاه A ..... و سومین آنتی‌کدون وارد به جایگاه P ریبوزوم ..... است. (سراسری - ۹۰)

CCA , CCU , AUG , CUG , UAC , UGC , UUC , CAC , UGA

۱) ACG – UGC

۲) UAC – UUC

۳) UAC – AAG

۴) AUG – UUC

۶- کدام عبارت در مورد استافیلوکوکوس اورئوس درست است؟ «در مرحله‌ی .....» (سراسری - ۹۳)

۱) اول رونویسی، آنزیم رونویسی کننده، نوکلئوتید مناسبی را برای جایگاه آغاز انتخاب می‌کند.

۲) دوم رونویسی، پیوند بین بازهای آلی دو رشته‌ی الگو و غیرالگوی DNA، گسسته می‌شود.

۳) ادامه‌ی ترجمه، با جابه‌جایی آخرین tRNA، کدون پایان به جایگاه A ریبوزوم منتقل می‌شود.

۴) آغاز ترجمه، پس از اتصال دو زیر واحد ریبوزوم به یکدیگر، tRNA آغازی با نخستین رمز جفت می‌شود.

Pooya.raeesi@gamil.com

۷- در mRNA فرضی زیر، پس از خروج tRNAی حاوی آنتی کدون CUC از جایگاه P ریبوزوم، tRNA حاوی کدام آنتی کدون وارد جایگاه A ریوزوم می‌شود؟ (تجربی - ۹۰)

AUG.CCA.AAU.CCC.GAG.UUC.UCC.AUC

۱) UCC ۲) UUC ۳) AAG ۴) AGG

۸- در کورینه باکتریوم دیفتریا، ..... پارامسی، هر ژن پیام خود را به طور ..... به مولکولی انتقال می‌دهد که دارای ..... می‌باشد. (تجربی - ۹۲)

۱) برخلاف- مستقیم- توالی کدون‌ها ۲) همانند- غیرمستقیم- توالی ضدکدون

۳) برخلاف- غیرمستقیم- پیوندهای پپتیدی ۴) همانند- مستقیم- پیوندهای فسفودی‌استر

ژن های گسسته یوکاریوتی

- در **یوکاریوت ها**، mRNA اولیه که در نتیجه ی مستقیم فعالیت RNA پلی مراز است، **mRNA اولیه** نام دارد.
- در اثر حذف بخش هایی از این mRNA، mRNA بالغ حاصل می شود و سپس به سیتوپلاسم فرستاده می شود.
- این فرآیند در **هسته** انجام می شود و در مورد ***بسیاری از*** RNA های یوکاریوتی رخ می دهد.
- **مناطقی از DNA** که رونوشت آن ها در mRNA بالغ می ماند، **اگزون** و مناطقی که رونوشت آن ها حذف می شود، **اینترون** نامیده می شود. **به این گونه ژن ها، ژن گسسته می گویند.**
- mRNA بالغ از اولیه کوتاه تر است.
  - ✖ همه ی رونوشت اگزون ها نیز ترجمه نمی شود مثل: قبل از رمز آغاز، رمز پایان و بعد از رمز پایان

مثال: در هنگام تبدیل mRNA اولیه به mRNA بالغ، ۱۸ پیوند فسفودی استر شکسته یا تشکیل می شود. این mRNA اولیه چند رونوشت اگزون دارد؟

تست ۱: اگر برای حذف رونوشت اینترون ها از یک RNA نابالغ، شش پیوند کوالانسی شکسته شود، DNA ی مربوط به این RNA چند اگزون داشته است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۲: بخشی از یک ژن ساختاری دارای ۴۰۰ نوکلئوتید و ۳ اگزون و ۲ اینترون است. اگر هر یک از اینترون های این ژن ۵۰ نوکلئوتید داشته باشد، RNA بالغ چند نوکلئوتید خواهد داشت؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

Pooya.raeesi@gamil.com

تنظیم بیان ژن

- همه ی سلول های هسته دار در یک موجود پر سلولی همه ی ژن ها را دارند و اطلاعات ژنتیکی در آن ها یکسان است.
- تفاوت در شکل و عملکرد سلول ناشی از تفاوت در ژن های فعال و غیرفعال می باشد که تنظیم این که کدام ژن فعال و کدام غیر فعال باشد به **تنظیم بیان ژن** معروف است.
- تنظیم بیان ژن در پاسخ به تغییرات محیط و نمو جاندار نقش اساسی دارد.
- بیان ژن در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها متفاوت است.

تنظیم بیان ژن در پروکاریوت ها

- تنظیم بیان ژن در سطوح مختلفی از جمله رونویسی، ترجمه و پس از ترجمه ولی **عمدتا هنگام رونویسی** (اگر نیازی به محصول ژن نباشد، از آن رونویسی صورت نمی گیرد).

در عدم حضور لاکتوز

- اتصال RNA پلی مراز به راه انداز
- اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور

اتصال پروتئین مهار کننده به اپراتور، مانع حرکت RNA پلی مراز و رونویسی می شود.

ژن تنظیم کننده ⟵ ژن رمز کننده ی پروتئین مهار کننده

اپراتور ⟵ بخشی از DNA برای اتصال پروتئین مهار کننده

مدل اپران

- ارائه توسط ژاکوب و مونو
- هر اپران دارای **چند ژن ساختاری و یک بخش تنظیم کننده**
- بخش تنظیم کننده کنترل کردن بیان همزمان ژن ها، دارای ۲ بخش اپراتور و راه انداز

اپران لک

- اپران تنظیم کننده ی متابولیسم لاکتوز
- دارای ۳ ژن ساختاری + اپراتور و راه انداز (بخش تنظیم کننده)
- هر ۳ ژن یک راه انداز دارند و از روی هر ۳ ژن یک mRNA ساخته می شود. بنابراین mRNA حاصل از آن، **mRNA چندژنی** خواهد بود.
- اگر اپران دارای یک ژن ساختاری باشد، mRNA حاصل **تک ژنی** خواهد بود.
- در عدم حضور لاکتوز پروتئین مهارکننده به اپراتور متصل است اما در حضور لاکتوز، لاکتوز درون باکتری به آلولاکتوز تبدیل شده و آلولاکتوز به مهارکننده متصل می شود. شکل مهار کننده تغییر پیدا کرده و از اپراتوز جدا می شود.
  - آلولاکتوز ⟵ **عامل تنظیم کننده**

Pooya.raeesi@gamil.com

- پروتئین مهار کننده ⟵ **پروتئین تنظیم کننده**

تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها

- فاقد اپران
- دارای DNA بیشتر از سول های پروکاریوتی
- در پاسخ به تحریکات محیطی بعضی ژن های خود را روشن و بعضی را خاموش می کنند.
- به دلیل وجود غشای هسته رونویسی از ترجمه جدا صورت گرفته و زمان بیشتری برای تنظیم بیان ژن فراهم است.
- تنظیم بیان ژن قبل، در حین یا بعد از رونویسی، بعد از خروج mRNA از هسته، هنگام ترجمه یا بعد از ترجمه
- ***غالبا*** هنگام شروع رونویسی
- RNA پلی مراز به تنهایی قادر به شناسایی راه انداز نیست. شناسایی به کمک عوامل رونویسی صورت می گیرد.
- عوامل رونویسی متعددند و نقش های مختلف دارند. یک دسته از آن ها به راه انداز متصل اند و بعد RNA پلی مراز به آن ها متصل می شود.

گروه دیگر **فعال کننده** اند و به **توالی های افزاینده ی DNA** متصل شده و موجب تقویت عمل رونویسی می شوند. افزاینده ممکن است هزاران نوکلئوتید از ژن فاصله داشته باشد.

با ایجاد حلقه توسط افزاینده و فعال کننده های متصل به آن، RNA پلی مراز و سایر عوامل رونویسی کنار هم قرا گرفته و فعال کنند ها می توانند عوامل رونویسی متصل به راه انداز را فعال کنند.

- محصول حاصل حتما تک ژنی خواهد بود.

ترتیب مراحل

۱. اتصال عوامل رونویسی به راه انداز
۲. اتصال فعال کننده (نوعی از عوامل رونویسی) به افزاینده
۳. تشکیل حلقه و قرار گرفتن اجزا کنار هم
۴. اتصال RNA پلی مراز به راه انداز
۵. اتصال فعال کننده به RNA پلی مراز و افزاینده موجب فعال شدن عوامل رونویسی متصل به راه انداز می شوند.
۶. شروع رونویسی

تست ۱- اپراتور اپران لک، فاقد ..... است.

۱) تیمین و دئوکسی ۰ ریبوز ۲) آدنین و دئوکسی ریبوز ۳) آدنین و گوانین ۴) یوراسیل و ریبوز

تست ۲- برای تولید .....، RNA پلی مراز ، به تنهایی راه انداز را شناسایی می کند.

۱) میوگلوبین ۲) عوامل رونویسی ۳) مهارکننده ی اپران ۴) RNA پلی مراز II

Pooya.raeesi@gamil.com

تست ۳: در یک mRNA چندژنی، یک ..... . وجود دارد.

۱) بخش تنظیم کننده ۲) رشته ی پلی نوکلئوتیدی ۳) کدون آغاز ترجمه ۴) کدون پایان ترجمه

تست ۴: کدام آنزیم در اشریشیا کلای، الگوی کدون پروتئین مهارکننده را سنتز می کند؟

۱) RNA پلی مراز پروکاریوتی ۲) RNA پلی مراز II ۳) DNA پلی مراز ۴) ریبوزوم

۵- اگر اشریشیاکلای در محیط فاقد لاکتوز قرار گیرد، ..... (سراسری - ۹۰)

۱) رونویسی از ژن تنظیم کننده ادامه می‌یابد.
۲) اتصال RNA پلی‌مراز II به اپراتور مختل می‌شود.
۳) سنتز mRND تک‌ژنی اپران لک متوقف می‌شود.
۴) تغییراتی در شکل پروتئین تنظیم کننده ایجاد می‌شود.

۶- اگر در محیط باکتری اِ.کلای لاکتوز یافت نشود، حتی پس از اتصال ..... (سراسری - ۹۲)

۱) عامل تنظیم کننده به پروتئین تنظیم کننده، mRNA ی چند ژنی ساخته خواهد شد.
۲) پروتئین تنظیم کننده به اپراتور، تولید عامل تنظیم کننده ادامه خواهد داشت.
۳) مهار کننده به اپراتور، رونویسی از ژن تنظیم کننده ادامه پیدا خواهد کرد.
۴) عوامل رونویسی به راه‌انداز، سدی در مقابل حرکت RNA پلی‌مراز ایجاد خواهد شد.

جهش

- هرگونه تغییر در ساختار DNA
- جهش های قابل انتقال و وراثتی جهش های رخ داده در سلول های جنسی (گامت ها) هستند.
- جهش نادر اما شدنی است.
- **جهش های نقطه ای**: جهش های تغیر دهنده ی یک یا چند نوکلئوتید بر روی ژن

خود بر دو نوع است: ۱. جانشینی ۲. تغییر چارچوب

جانشینی: جایگزینی یک نوکلئوتید با نوکلئوتیدی دیگر

تغییر چارچوب: افزایش یا کاهش نوکلئوتید ها و تغییر در الگوی خواندن ژن

در صورت وقوع برخی جهش ها، تغییری در بیان ژن ایجاد نخواهد شد مثل تبدیل کدون UGU به UGC چون هر دو رمز کننده ی آمینواسید **سیستئین** اند.

تست ۱: بروز هر جهش نقطه ای در یک ژن ، همواره تغییری در ..... ایجاد می کند.

۱) ترتیب آمینو اسید ها ۲) تعداد مونومر های mRNA
۳) طول مولکول های حاصل از ترجمه ۴) مولکول های حاصل از رونویسی

Pooya.raeesi@gamil.com

تست ۲ : وقوع نوعی جهش در ژن تنظیم کننده ی اپران لک در اِ.کلای، اتصال ..... را مختل می سازد.

۱) مهارکننده به آلولاکتوز ۲) فعال کننده به راه انداز

۳) عوامل رونویسی به افزاینده ۴) RNA پلی مراز به راه انداز

تست های ترکیبی

۱- هر جهش ..... است.

۱) نقطه ای، نوعی جهش جانشینی ۲) نقطه ای، بر بیان ژن تاثیرگذار

۳) جانشینی، بر مولکول های حاصل از رونویسی ۴) تغییر چارچوب، نوعی جهش نقطه ای

۲- به طور معمول در یک زیگوت کبوتر، .....

۱)ژن های مغلوب کم تر از ژن های غالب، مضاعف می شوند. ۲) هر ژن توسط آنزیم ویژه ی خود رونویسی می شود.

۳) هر الل مغلوب به تنهایی در بروز صفت مغلوب ناتوان است. ۴) هر ژن فقط به کمک یک نوع آنزیم همانندسازی می شود.

۳- در مگس سرکه .....

۱) تنظیم بیان ژن نمی تواند در خارج از هسته صورت گیرد. ۲) تنها یک راه انداز، رونویسی از چند ژن محاور را ممکن می سازد.

۳) یک نوع آنزیم رونویسی کننده مسئول تولید انواع RNA ها می باشد. ۴) علاوه بر راه انداز، توالی های دیگری از DNA در رونویسی دخالت دارند.

۴- کدام عبارت نادرست است؟« در گونه ی مورد مطالعه بیدل و تیتوم..... »

۱) سه نوع آنزیم در رونویسی شرکت می کنند. ۲) عوامل رونویسی به شناسایی راه انداز کمک می کنند.

۳) در mRNA بالغ قطعات اگزون وجود دارد. ۴) هر اپران علاوه بر بخش تنظیم کننده، سه ژن ساختاری دارد.

۵- کدام عبارت نادرست است؟

« در سلول تخم دوزیست، .....»

۱) بعضی از محصولات حاصل از رونویسی ژن ها هرگز ترجمه نمی شوند.

۲) نوکلئوتید های قرار گرفته در دو انتهای mRNA نابالغ، درmRNA بالغ نیز حضور خواهند داشت.

۳) آنزیم رونویسی کننده به کمک پروتئین های ویژه ای به سمت توالی خاصی از DNA هدایت می شود.

۴) امکان تولید مولکول های حاصل از رونویسی و مولکول های حاصل از ترجمه در یک محل وجود ندارد.

۶- ژن سازنده ی پروتئین ..... ، توسط نورون های انسان بیان نمی شود.

۱) میکروتوبول ۲) غلاف میلین ۳) کانال دریچه دار سدیمی ۴) گیرنده ی استیل کولین

۷- در کورینه باکتریوم دیفتریا ..... پارامسی، هر ژن پیام خود را به طور ..... به مولکولی انتقال می دهد که دارای ..... می باشد.

۱) برخلاف – مستقیم – توالی کدون ها ۲) همانند – غیرمستقیم – توالی رمز

۳) برخلاف – غیرمستقیم – پیوند های پپتیدی ۴) همانند – مستقیم – پیوندهای فسفودی استر

Pooya.raeesi@gamil.com

۸- در استافیلوکوکوس ارئوس، بلافاصله پس از که ساختار ریبوزم برای ترجمه کامل گردید، .....

۱) tRNA ی مربوط رمز دوم، وارد جایگاه A می شود.

۲) پیوند بین متیونین و tRNA ی آغازگر گسسته می شود.

۳) tRNA ی آغازگر با کدون آغاز، رابطه ی مکملی برقرار می کند.

۴) پیوند پپتیدی بین متیونین و دومین آمینواسید ایجاد می شود.

رئیسی

Pooya.raeesi@gamil.com