

فهرست

خط به خط	مفهومی	ترکیبی	پاسخنامه کلیدی	پاسخ‌های تشریحی
۸	۱۴	۲۶	۳۰	۳۱
فصل ۱: پروتئین‌سازی				
۱۰۲	۱۰۸	۱۱۶	۱۱۸	۱۱۹
فصل ۲: تکنولوژی زیستی				
۱۶۱	۱۶۶	۱۶۹	۱۷۲	۱۷۳
فصل ۳: پیدایش و گسترش زندگی				
۲۰۴	۲۰۷	۲۱۰	۲۱۲	۲۱۳
فصل ۴: تغییرگونه‌های جمعیت				
دست‌چین	درهم			
۲۴۳	۲۵۷		۲۶۶	۲۶۷
فصل ۵: ژنتیک جمعیت				
تست‌ها	پاسخ تشریحی			
۳۷۹	۳۸۰			
ضمیمه کنکور ۹۲				
۳۸۲	۳۸۳			
ضمیمه کنکور ۹۳				
۳۸۴	۳۸۵			
ضمیمه کنکور داخل ۹۴				
۳۸۸	۳۸۹			
ضمیمه کنکور خارج ۹۴				





کتاب درسی زیر ذره‌بین



تا سر رمزها!

۱- کدام یک در مورد آلکاپتونوریا نادرست است؟

- (۱) یک بیماری ارثی است.
 (۲) علت اصلی آن نقص در DNA است.
 (۳) در این بیماری هموجنتسیک اسید ساخته نمی‌شود.
 (۴) ادرار این افراد در مجاورت هوا سیاه می‌شود.

۲- کدام یک در محیط کشت حداقل کپک نوروسپورا وجود ندارد؟

- (۱) بیوتین (۲) آب (۳) آرژینین (۴) ساکارز

۳- در آزمایش بیدل و تیتوم ترتیب مراحل زیر چگونه است؟

(a) تاباندن اشعه‌ی X (b) رشد در محیط کشت شاهد (c) رشد در محیط کشت کامل (d) رشد در محیط کشت غنی‌شده

- (۱) a ← b ← c ← d (۲) b ← a ← c ← d

- (۳) a ← c ← b ← d (۴) b ← d ← a ← c

۴- در آزمایش بیدل و تیتوم اولین تغییر در رخ داد.

- (۱) اسیدهای آمینه (۲) آنزیم‌ها (۳) نوکلئوتیدها (۴) محیط حداقل

۵- از نظر بیدل و تیتوم «جهش یافته» یعنی هاگی که

- (۱) نوکلئوتیدی در ژنوم آن تغییر کرده باشد.
 (۲) در مواجهه با اشعه‌ی X ژنومش جهش تغییر چارچوب داده باشد.
 (۳) در محیط حداقل رشد نکند.
 (۴) در محیط غنی‌شده رشد کند.

۶- هاگ را بعد از قرار گرفتن تحت اثر اشعه‌ی X و تکثیر آن اول به می‌برند

- (۱) محیط کشت حداقل، چون به آن نیاز دارد.
 (۲) محیط کشت غنی‌شده، تا بتواند رشد کند.
 (۳) محیط کشت غنی‌شده، تا مسیری که در آن جهش ایجاد شده کشف شود.
 (۴) محیط کشت حداقل، چون می‌خواهند مطمئن شوند جهش رخ داده است.

۷- در آزمایش بیدل و تیتوم کدام ماده در لوله‌ی آزمایش شاهد وجود داشت؟

- (۱) آرژینین (۲) اسید فولیک (۳) تیامین (۴) بیوتین

۸- برای تبدیل پیش‌ماده‌ی X به آرژینین آنزیم عمل می‌کند و پیش‌ماده‌ی دیگر تولید می‌شود.

- (۱) ۲، ۳ (۲) ۳، ۲ (۳) ۳، ۲ (۴) ۳، ۳

۹- با توجه به مسیر مقابل کدام یک نادرست است؟

- (۱) نبود آنزیم E_2 مقدار X را افزایش می‌دهد.
 (۲) در صورت نبود آنزیم E_2 ، کپک در حضور سیترولین رشد می‌کند.
 (۳) در صورت ساخته نشدن E_1 ، کپک در حضور آرژینین رشد می‌کند.
 (۴) در صورت ساخته نشدن E_1 و E_3 کپک در حضور آرژینین رشد می‌کند.

۱۰- کدام یک نادرست است؟

- (۱) کپکی که تحت تأثیر اشعه‌ی X قرار بگیرد نمی‌تواند در محیط حداقل رشد کند.
 (۲) کپکی که آنزیم ۱ را ندارد در حضور همزمان ارنیتین و آرژینین در محیط حداقل رشد می‌کند.
 (۳) کپک نوروسپورای طبیعی در محیط حداقل غنی‌شده با ارنیتین رشد می‌کند.
 (۴) اگر در مسیر سنتز آرژینین هر ۳ آنزیم ساخته نشوند کپک در حضور آرژینین رشد می‌کند.

۱۱- استفاده‌ی اصلی آرژینین برای کپک نوروسپورا در است.

- (۱) همانندسازی (۲) رونویسی (۳) ترجمه (۴) تغذیه

۱۲- چرا نظریه‌ی یک ژن - یک آنزیم به نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی تبدیل شد؟

- (۱) آنزیمی بودن و تک رشته‌ای بودن بعضی از پروتئین‌ها
 (۲) آنزیمی بودن و چند رشته‌ای بودن بعضی از پروتئین‌ها
 (۳) غیرآنزیمی بودن و تک رشته‌ای بودن بعضی از پروتئین‌ها
 (۴) غیرآنزیمی بودن و چند رشته‌ای بودن بعضی از پروتئین‌ها



تست‌های ترکیبی

۲۹۰- در انسان pH ادرار است که در مبتلایان به آلکاپتونوریا یا pH می‌یابد.

- (۱) اسیدی - کاهش (۲) اسیدی - افزایش (۳) بازی - کاهش (۴) بازی - افزایش

۲۹۱- کدامیک در هاگ‌های کپک نروسپورا دیده می‌شود؟

- (۱) کلروفیل (۲) کروموزوم همتا (۳) رفتن کروموزوم‌ها در آنافاز به دو قطب سلول (۴) آنزیم ساخت اسید فولیک

۲۹۲- کدامیک نادرست است؟

- (۱) کپک نروسپورا گلوکز نمی‌سازد. (۲) ساکارز در محیط کشت شاهد کپک نروسپورا وجود دارد. (۳) کپک نروسپورا جزو شاخه‌ی آسکومیست‌هاست. (۴) گلوکز در محیط کشت حداقل کپک نروسپورا دیده نمی‌شود.

۲۹۳- با توجه به طرح روبه‌رو کدامیک نادرست است؟

- (۱) پیش‌ماده‌ی E_3 سیترولین است. (۲) متیونین در E_1 دیده می‌شود. (۳) پیش‌ساز E_3 اسیدآمینه است. (۴) در ابتدای حیات E_1 از بقیه‌ی آنزیم‌ها زودتر به‌وجود آمده است.



۲۹۴- رخ ندادن کدامیک می‌تواند نظریه‌ی یک ژن یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی را رد کند؟

- (۱) همانندسازی DNA نیمه‌حفظ‌شده است. (۲) رونویسی فقط از روی یک رشته‌ی DNA صورت می‌گیرد. (۳) کروموزوم‌های همتا در آنافاز میوز I از هم جدا می‌شوند. (۴) آل‌های یک ژن در آنافاز میوز I از هم جدا می‌شوند.

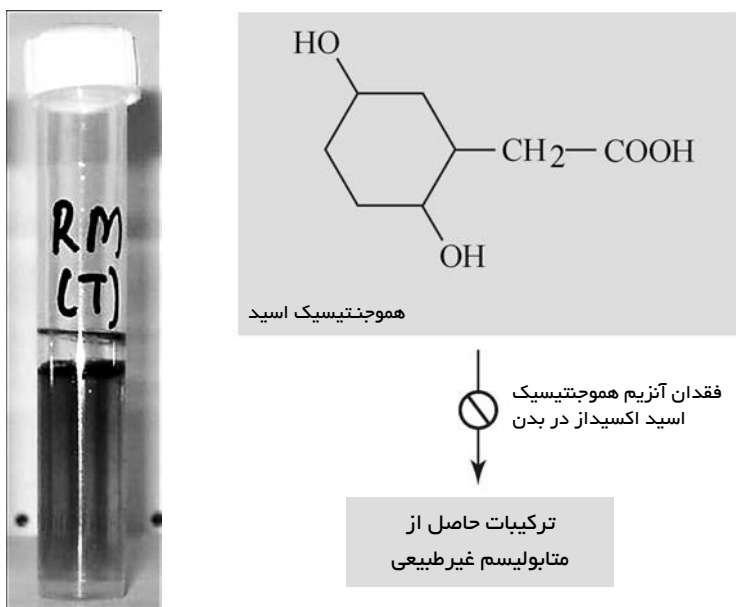
۲۹۵- مهم‌ترین آنزیم در آزمایش نیرنبرگ است.

- (۱) پروتئینی (۲) tRNA (۳) rRNA (۴) mRNA

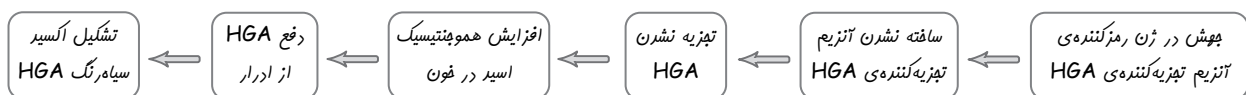
- ۲۹۶- کدون و آنتی‌کدون در کدام جاندار به وسیله‌ی یک نوع RNA پلی‌مراز رونویسی می‌شوند؟
 (۱) استرپتوکوکوس نومونیا (۲) آمانیتا موسکاریا (۳) اسپیریلوس (۴) اوگلنا
- ۲۹۷- رمز آغاز ترجمه چند حلقه‌ی نیتروژنی دارد؟
 (۱) ۸ (۲) ۷ (۳) ۵ (۴) ۶
- ۲۹۸- در کدام یک تنظیم بیان ژن عمدتاً در سطح رونویسی انجام می‌شود؟
 (۱) تریکودینا (۲) پارامسی (۳) اریتروسیت (۴) آنابنا
- ۲۹۹- جهش مخرب در توالی افزایش‌دهنده‌ی ژن انسولین، منجر به کدام یک می‌شود؟
 (۱) کاهش گلیکوژن بدن (۲) دیابت نوع II (۳) تولید انسولین ناکارآمد (۴) افزایش مقدار انسولین خون
- ۳۰۰- در یک قطعه DNA خطی، ۱۰۰ پیوند فسفودی‌استر وجود دارد. کدام یک در مورد آن نادرست است؟

آلکاپتونوریا

۱ بیماری آلکاپتونوریا (alkaptonuria) یک بیماری ارثی، ژنتیکی و غیراکتسابی است که از پدر و مادر به فرزند به ارث می‌رسد. در این بیماری ژن (DNA) رمزکننده‌ی آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید (homogentisic acid) جهش یافته است. به همین دلیل آنزیم تجزیه‌کننده‌ی هموجنتیسیک اسید در مبتلایان به آلکاپتونوریا ساخته نمی‌شود. باز هم به همین دلیل هموجنتیسیک اسید ساخته شده در بدن تجزیه نمی‌شود، مقدارش در خون افزایش می‌یابد و از طریق ادرار دفع می‌شود. هموجنتیسیک اسید (HGA) در مجاورت هوا اکسید می‌شود و اکسیدش سیاه‌رنگ است. به همین دلیل علامت نوزادان مبتلا به آلکاپتونوریا پوشک سیاه است!



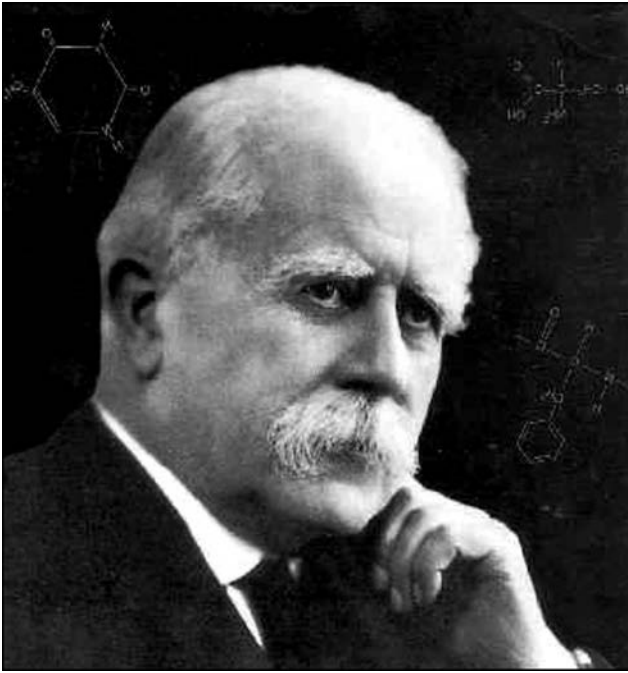
▲ وقتی هموجنتیسیک اسید اکسیداز نباشد آلکاپتونوریا می‌شه و ادرار در مجاورت هوا سیاه!



۲ در مورد آلکاپتونوریا و مسیر تجزیه‌ی هموجنتیسیک اسید به موارد زیر توجه کنید:

- HGA هم در افراد سالم و هم در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا ساخته می‌شود. این اسید در افراد سالم تجزیه می‌شود اما در مبتلایان به آلکاپتونوریا نه.
- ژن آنزیم تجزیه‌کننده‌ی HGA در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا به علت وقوع جهش روشن نمی‌شود و پروتئین (آنزیم تجزیه‌کننده‌ی HGA) را نمی‌سازد.
- HGA سیاه‌رنگ نیست. پس در کلیه و مثانه فرد مبتلا به آلکاپتونوریا ادرار سیاه‌رنگ نداریم بلکه اکسید آن (HGA در مجاورت هوا) سیاه‌رنگ است.
- در آلکاپتونوریا هم نقص ژنی داریم و هم فقدان آنزیم و هم چیزهای دیگر ... اما علت اصلی همه‌ی علامت‌ها و نواقص در آلکاپتونوریا، نقص ژنی، جهش در DNA و روشن نشدن یک ژن است.
- مواد حاصل از تجزیه‌ی HGA در ادرار افراد سالم دیده می‌شود اما در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا خود HGA وارد ادرار می‌شود.

تذکره pH ادرار اسیدی است (سال سوم - صفحه‌ی ۲۳۷). در مبتلایان به آلکاپتونوریا به علت ورود مواد اسیدی (HGA) به ادرار pH ادرار اسیدی‌تر می‌شود و کاهش می‌یابد.



▲ Sir Archibold Edward Garrod (1857-1936)

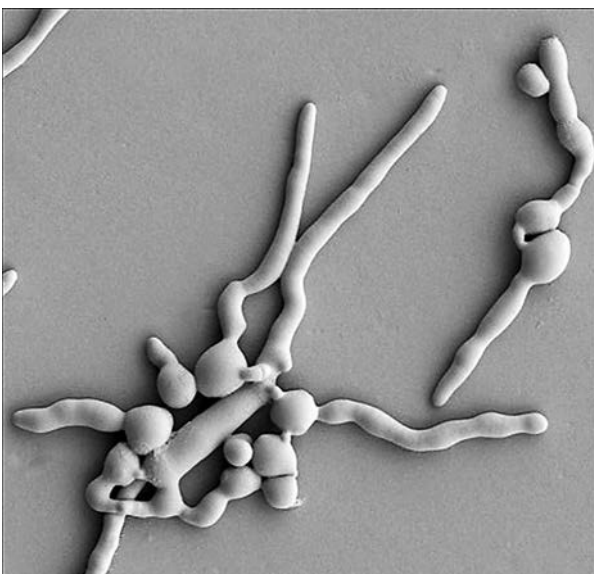
۳ آقای گرو (Archibold Garrod) که مثل خودمان Dr بود! آمد و بین یک نقص ژنی و ارثی (بیماری آلکاپتونوریا که از پدر و مادر به فرزند به ارث می‌رسد) و یک نقص آنزیمی (نبود آنزیم تجزیه‌کننده‌ی HGA در این بیماران) ارتباط برقرار کرد! و اندیشه‌های اولیه‌ی این جمله را که هر ژن مسئول ساخت یک آنزیم است، بنیان نهاد. دقت کنید که نظریه‌ی «یک ژن - یک آنزیم» متعلق به بیدل و تیتوم است نه آقای گرو.

عاشقیه آلکاپتونوریا یعنی آلکاپتون (Alkapton) در اوریا (Uria). آلکاپتون نام دیگر HGA و اوریا نام فرنگی ادرار خودمان! است. پس آلکاپتونوریا یعنی HGA در ادرار! عاشقیه آلکاپتونوریا نوعی بیماری اتوزومی مغلوب است. خیلی از کتاب‌ها به این موضوع پرداخته‌اند و حتی از آن تست در آورده‌اند. نگران نباشید. این موضوع خارج از کتاب است!!!

تَرَکُپِپ از یک منظر می‌توان بیماری‌های ژنتیکی حاصل از جهش‌های نقطه‌ای (نه کروموزومی) را به دو دسته تقسیم کرد: در بعضی از آن‌ها مثل فنیل کتونوریا و آلکاپتونوریا جهش باعث ساخته نشدن یک پروتئین می‌شود و در بعضی دیگر، مثل کم خونی داسی شکل، جهش باعث ساخت پروتئین غیرمفید و بدون کارایی می‌شود. در حالت اول، جهش جلوی روشن شدن ژن را می‌گیرد. تَرَکُپِپ لزوماً هر بیماری ارثی و ژنتیکی از بدو تولد خودش را نشان نمی‌دهد. در بعضی از بیماری‌های ژنتیکی مثل هانتینگتون، بیماری خودش را بعد از ۳۰ سالگی تابلو می‌کند!

۲- گزینه «۳»

کپک نوروسپورا

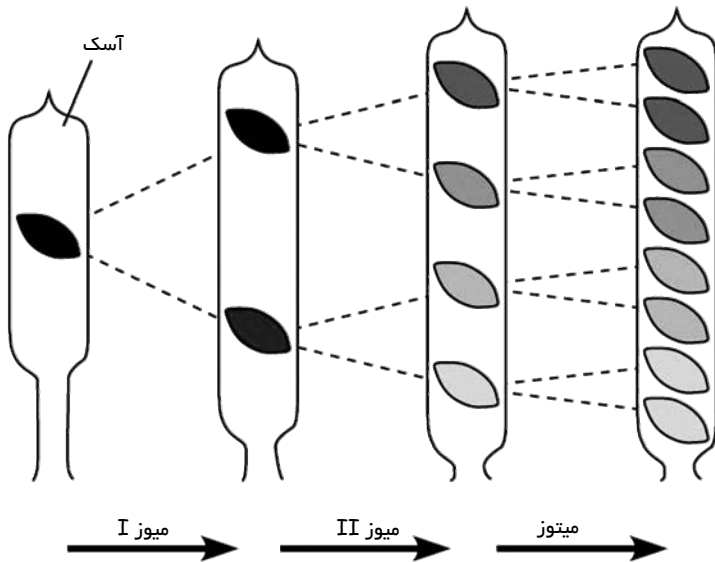


▲ نخینه‌های نوروسپورا؛ ادغام نخینه‌ها آغاز تولید مثل جنسی است

۱ کپک نوروسپورا کراسا (*neurospora crassa*)، جاننداری است پرسلولی و از فرمانروی قارچ‌ها. مثل همه‌ی قارچ‌ها کلروپلاست و کلروفیل ندارد، هتروتروف (غذاخور) و هاپلوئید است. دیواره‌ی قارچ‌ها کیتینی است.

تَرَکُپِپ در شکل ۱-۱ کتاب درسی می‌بینید درون کیسه‌ای، ۸ هاگ کپک نوروسپورا در نتیجه‌ی میوز و سپس میتوز به وجود آمده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که این هاگ‌ها، هاگ‌های جنسی کپک نوروسپورا هستند. در فصل قارچ‌ها می‌خوانیم که در شاخه آسکومیست‌ها، در هر هاگدان جنسی (آسک) ۸ هاگ تولید می‌شود. پس به‌صورت داخل کتاب (در مقابل کلمه‌ی زشت و نادرست فارچ از کتاب!) به این نتیجه رسیدیم که کپک نوروسپورا یک آسکومیست پرسلولی است. پس مشخصات آسکومیست‌ها در مورد آن صادق است:

- تولیدمثل غیرجنسی در آن بیش از تولیدمثل جنسی است.



▲ سرانجام یک زیگوت دیپلوئید در آسک نورو سپورا؛ تولید ۸ هاگ در پی یک میوز و چهار میتوز

● در هر آسک بعد از میوز، ۴ سلول به وجود می‌آید که هر کدام یک میتوز انجام می‌دهند (یعنی ۴ میتوز) و ۸ هاگ جنسی به وجود می‌آید.

● قارچ فنجانی و کپک نورو سپورا، آسکومیست‌های پرسلولی و مخمرها، آسکومیست‌های تک‌سلولی هستند.

🔬 **تشریح** سلول‌های اصلی قارچ‌ها، هاپلوئید و n کروموزومی هستند و کروموزوم هم‌تا ندارند. چرخه‌ی تولیدمثل جنسی آن‌ها، چرخه‌ی هاپلوئیدی است و تنها ساختار $2n$ در چرخه‌ی هاپلوئیدی، زیگوت است. میتوز در قارچ‌ها، هسته‌ی است. یعنی در پروفاز میتوز، غشای هسته از بین نمی‌رود و کروموزوم‌ها در آنافاز به سمت دو قطب هسته می‌روند، نه دو قطب سلول.

۲ کپک نورو سپورا یکی از گزینه‌های بسیار شایع در طرح تست است و زیاد یاد طراحان می‌ماند!! یادتان باشد که کپک نورو سپورا یوکاریوت است و همه‌ی مشخصات یوکاریوت‌ها در مورد آن صادق است.

🔬 **تشریح** کلمه‌ی کپک لزوماً متعلق به فرمانروی قارچ‌ها نیست. کپک نان و کپک نورو سپورا قارچ هستند، اما کپک مخاطی سلولی و کپک مخاطی پلاسمودیومی هر دو جزء فرمانروی آغازیان تشریف دارند.

۳ محیط کشت حداقل، محیطی است شامل حداقل چیزهایی که برای زنده ماندن لازم است. یعنی اگر هر کدام از آن چیزها برای یک کپک سالم، موجود نباشند، فاتحه‌ی کپک خوانده می‌شود. محیط کشت حداقل کپک نورو سپورا، محیط رقیقی (شامل آب) از نمک، ویتامین بیوتین و شکر (ساکارز) است.

۴ دقت کنید که هیچ اسیدآمینهای در محیط کشت کپک نورو سپورا نیست. این یعنی این که کپک سالم می‌تواند همه‌ی اسیدهای آمینه مورد نیازش را خودش بسازد! **Eival dare baba!!!**

۵ آخرین نکته این که کپک نورو سپورا هتروتروف است و نمی‌تواند قند بسازد. پس ATP اش را از شکر (ساکارز) تأمین می‌کند.

🔬 **تشریح** ساکارز از گلوکز و فروکتوز ساخته شده است. گوارش در قارچ‌ها برون سلولی است و همه‌ی قارچ‌ها آنزیم‌های گوارشی‌شان را به بیرون سلول ترشح می‌کنند (پیش‌دانشگاهی - صفحه‌ی ۲۵۱). پس در محیط حداقل کپک نورو سپورا، بعد از اثر آنزیم‌های گوارشی می‌توان گلوکز و فروکتوز را دید. قارچ با جذب گلوکز و فروکتوز، آن‌ها را در میتوکندری‌اش می‌سوزاند و خانه‌اش را گرم گرم می‌کند.

۳- گزینه «۳»

بیدل و تیئوم

۱ تا قبل از بیدل و تیئوم، (۱۹۴۰) بیشتر بررسی‌ها روی ژن‌هایی صورت می‌گرفت که باعث ایجاد صفات قابل مشاهده می‌شدند. مثلاً آقای مندل (۱۸۶۶) روی ژن‌های کنترل‌کننده‌ی رنگی‌های گیاهان مطالعه کرد با آقای مورگان روی ژن‌های رنگ چشم مگس سرکه مطالعه کرد. بیدل و تیئوم برای اولین بار روی ژن‌هایی کار کردند که کنترل‌کننده‌ی واکنش‌های متابولیک (تولید ویتامین و آمینواسید) بودند و قابل مشاهده نبودند.



▲ جایزه‌ی نوبل برای بیدل و تیتوم؛ آقای‌ی که عینک داره تیتوم و فرد سمت راستیش بیدله

۲ بیدل و تیتوم می‌خواستند با اشعه‌ی X ژن‌ها را تخریب (جهش) و اثر آن را بررسی کنند. برای این کار به موجود زنده‌ای نیاز داشتند که:

- a جهش مخرب و مؤثر در آن به سرعت اثرش را نشان بدهد (جاندار باید **هاپلوئید** باشد).
- b جاندار جهش‌یافته به سرعت تکثیر شود تا بتوان از یک نوع جهش‌یافته تعداد زیادی به دست آورد و روی آن‌ها آزمایش‌های مختلفی انجام داد.

۳ دقت کنید که برای یک ژن تحت تأثیر اشعه‌ی X چند جور اتفاق ممکن است بیفتد:

- a جهش در آن رخ ندهد.
- b جهش در آن رخ دهد اما جهش رخ داده مؤثر نباشد و اثر فنوتیپی (پروتئینی) نداشته باشد.
- c جهش در آن رخ دهد و اثر مخرب هم داشته باشد. اما اثر مخرب با آلل‌های همتای سالم پوشانده شود.
- d جهش در آن رخ دهد و اثر فنوتیپی هم داشته باشد و اثر فنوتیپی ظاهر شود.

در آزمایش بیدل و تیتوم حالت **d** مورد نظر است.

۴ در آزمایش بیدل و تیتوم جاندار دیپلوئید به درد نمی‌خورد و جاندار مورد استفاده باید هاپلوئید می‌بود! حالا چرا؟ فرض کنید که حالت **c**

جهش با اثر اشعه‌ی X در یک جاندار $2n$ رخ می‌دهد و یکی از آلل‌ها از کار می‌افتد (هر جاندار $2n$ برای یک صفت تک‌ژنی ۲ آلل دارد). خب آلل دیگر که نمرده است! (یعنی جهش نیافته است) کار خودش را می‌کند و پروتئین سالم را می‌سازد و انگار نه انگار که اشعه‌ی X آلل کناری‌اش را از کار انداخته است. اما در جانداران هاپلوئید مثل قارچ‌ها، هر سلول برای هر صفت تک‌ژنی فقط یک آلل دارد و اگر اشعه‌ی X این آلل را تخریب کند و آن را دچار جهش مؤثر کند، دیگر آلل سالمی برای جبران این اثر وجود ندارد.



▲ آلل **B** جلوی بروز اثر آلل **b** را می‌گیرد و اثر جهش آشکار نمی‌شود.

▲ اثر جهش آشکار می‌شود.

(آلل **B**: سالم، آلل **b**: جهش یافته)

۵ مراحل آزمایش بیدل و تیتوم و چرایی هر مرحله:

a کپک در محیط حداقل رشد می کند! و هاگ تولید می کند (اینجاش ربطی به بیدل و تیتوم نداره!).

b تاباندن اشعهی X به هاگها و اتفاقات ممکنه.

c کشت هاگهای تحت تأثیر اشعهی X روی محیط کشت کامل (کامل ریگه پیه؟)، تولیدمثل جنسی هاگها و در نتیجه تولید هاگهای فراوان جهش یافته و جهش نیافته.

d کشت یکی از هاگهای فراوان در محیط کشت شاهد (حداقل سابق!) و عدم رشد در محیط کشت شاهد و مشخص شدن هاگهای جهش یافته و جدا کردن آنها.

e کشت هر یک از هاگهای فراوان جهش یافته در یکی از انواع محیطهای کشت غنی شده.

f رشد یکی از هاگهای جهش یافته در یکی از انواع محیطهای غنی شده که به کشف مسیر جهش یافته منجر می شود.

g نتیجه: هر ژن ساخت یک آنزیم را رهبری می کند!!

۶ وقتی اشعهی X به کپک نورو سپورا می تابد، چند حالت مختلف ممکن است اتفاق بیفتد:

a اشعهی X روی DNA اثر نمی کند و جهش رخ نمی دهد.

b جهش رخ می دهد و DNA تغییر می کند، اما جهش رخ داده مؤثر نیست و اثر فنوتیپی ندارد.

c جهش مؤثر و با اثر فنوتیپی رخ می دهد که در این حالت جهش باعث ساخته نشدن یک پروتئین یا ساخت یک پروتئین غیرطبیعی می شود.

تعریف بیدل و تیتوم از جهش یافته با تعریف علمی آن متفاوت است. در تعریف علمی، تغییر در DNA جهش محسوب می شود، چه مؤثر باشد، چه نباشد اما بیدل و تیتوم در این آزمایش منظورشان از هاگ جهش یافته هاگی است که بعد از اثر اشعهی X نتواند در محیط کشت حداقل رشد کند. پس براساس تعریف بیدل و تیتوم، هاگی جهش یافته محسوب می شود که در آن جهش مؤثر رخ داده باشد. یادتان باشد! هر هاگی که تحت تأثیر اشعهی X قرار بگیرد لزوماً جهش یافته نیست و می تواند سالم باشد.

۷ پس از تاباندن اشعهی X به هاگها، آنها را (همه‌ی آنها را؛ جهش نیافته، جهش غیر مؤثر یافته!! و جهش مؤثر یافته!!) می برند در محیط کشت کامل تا از آنها تعداد زیادی هاگ به دست آید. چون در هر یک از این هاگها اگر جهش یافته باشند، نوع خاصی جهش یافته اند! و ژن خاصی در آنها جهش یافته است و باید از آنها تعداد زیادی در اختیار داشت تا بتوانیم روی آنها آزمایشهای متنوعی انجام دهیم. برای این کار آنها را در یک محیط کشت قرار می دهیم آقا، توپ توپ، کویت امارات! این محیط کشت که نامش محیط کشت کامل است و از هر نظر کامل است، شامل محیط کشت حداقل (همه‌ی چیزهایی که کپک نورو سپورا سالم نمی تواند آنها را بسازد و به آنها نیاز دارد) به علاوه‌ی همه‌ی چیزهایی است که کپک سالم می سازد و به آنها نیاز ندارد، می باشد. به این دلیل در محیط کشت کامل، چیزهایی را که کپک سالم می سازد هم به محیط کشت اضافه می کنیم تا همه‌ی هاگهای جهش یافته (تحت تأثیر اشعهی X) با هر نوع جهشی و نیازمند به هر نوع ماده‌ای که کپک سالم می تواند بسازد اما آنها به خاطر جهش نمی توانند بسازند، بتوانند در این محیط رشد کنند و تعدادشان افزایش یابد. دقت کنید که هاگهای سالم هم در محیط کشت کامل رشد می کنند! آنجا محیط حداقل است به علاوه کلی چیزهای جالب! من دوست نرارم تو محیط کشت کامل زنگی کنم!! آرم تنبل می شه! فوب شد که ۱۹۴۰ من به دنیا نیومره بودم! و انا منو میزاشتن تو محیط کشت کامل! آن وقت آزمایش بیدل و تیتوم شکست می خورد!!

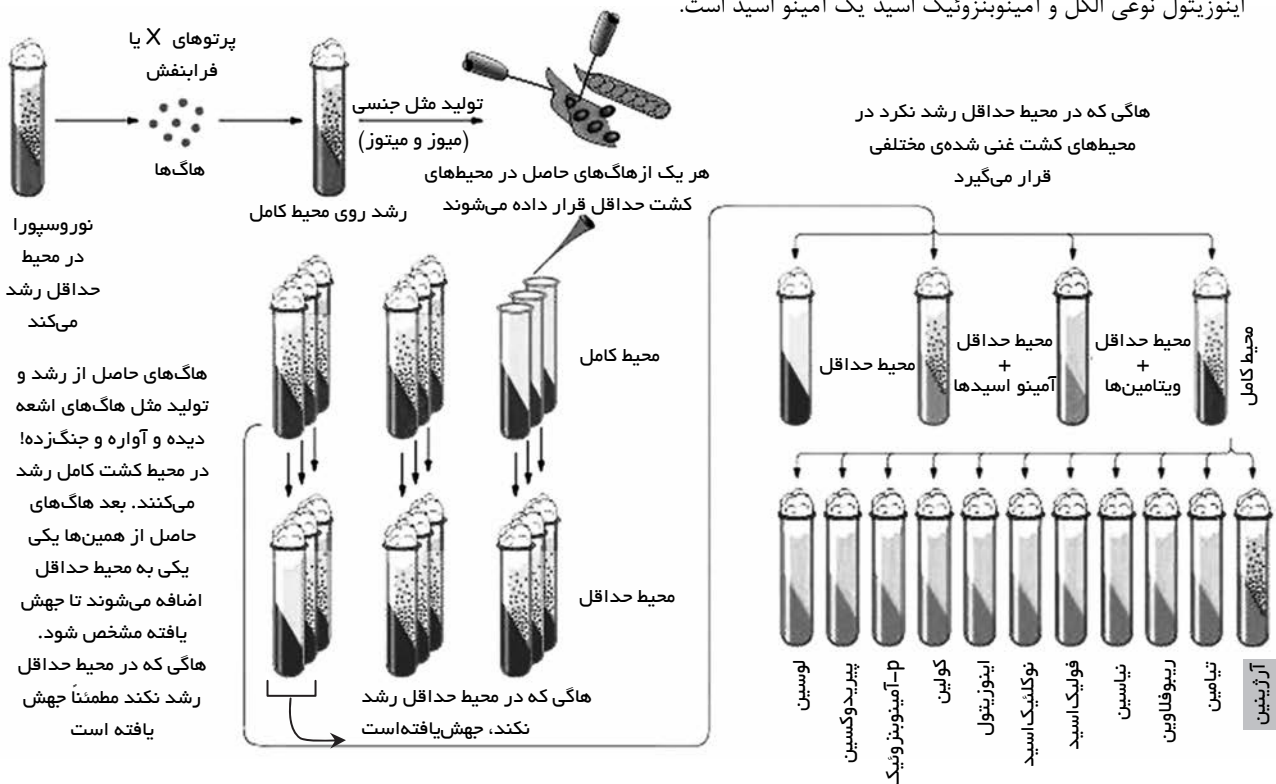
۸ هاگهای جهش یافته و جهش نیافته در محیط کشت کامل، تولیدمثل جنسی انجام می دهند و هاگهای جنسی تولید می کنند. در هر هاگدان جنسی کپک نورو سپورا (آسک)، یک زیگوت تولید می شود و با میوز زیگوت و پس از آن ۴ میتوز، ۸ هاگ تشکیل می شود (شکل ۱-۱).

۹ هریک از هاگهای رشد کرده در محیط کشت کامل را برمی دارند و می گذارند در محیط کشت حداقل، چرا؟ چون دیوانه اند!! نه بابا! چون می خواهند هاگهای جهش یافته (طبق تعریف بیدل و تیتوم) را از هاگهای سالم جدا کنند. به همین منظور به محیط حداقل، محیط شاهد نیز می گویند. شکل ۱-۱ شهادت می دهد این هاگ جهش یافته است چون در محیط کشت حداقل نتوانسته است رشد کند.

۱۰ بعد هاگ‌های سالم را حذف می‌کنند و آزمایش را با هاگ‌های جهش‌یافته ادامه می‌دهند. باید ببینیم هاگ جهش‌یافته در تولید کدام ماده مشکل دارد که نمی‌تواند رشد کند. برای تشخیص نوع جهش و نوع ماده‌ای که هاگ جهش‌یافته نمی‌تواند بسازد، باید جهش‌یافته‌ها را در انواع محیط‌های کشت غنی شده (حداقل + یک نوع ماده که کپک سالم آن را می‌سازد) قرار داد. فرض کنید که ما ۱۰ نوع ماده داریم که کپک سالم آن را می‌سازد. پس ۱۰ تا محیط کشت غنی شده خواهیم داشت. از هر جهش‌یافته، ۱۰ تا هاگ برمی‌داریم و به ۱۰ محیط کشت غنی شده می‌بریم (هر محیط غنی شده، یکی). این هاگ باید در یکی از این ۱۰ محیط کشت غنی شده رشد کند. رشد یک هاگ جهش‌یافته (نه سالم) در یک محیط کشت غنی شده نشان می‌دهد که هاگ جهش‌یافته نمی‌تواند ماده‌ای که محیط کشت با آن غنی شده است را تولید کند و تولید این ماده در کپک در اثر جهش متوقف شده است. به همین دلیل اضافه کردن این ماده به محیط حداقل (تشکیل محیط غنی شده با این ماده) باعث رشد هاگ جهش‌یافته می‌شود.

۱۱ ماده‌ای که در شکل ۱-۱ با آن‌ها محیط غنی شده ساخته شده است، موادی هستند که کپک سالم می‌تواند آن‌ها را بسازد و در محیط حداقل کپک نوروپورا قرار ندارند. هر جهش‌یافته حداقل در ساخت یکی از آن‌ها ناتوان است: تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، آرژینین، فولیک اسید، نوکلئیک اسید، اینوزیتول، کولین، p-آمینو بنزوئیک اسید و پیریدوکسین.

تیامین ویتامین B₁، ریبوفلاوین ویتامین B₂، نیاسین ویتامین B₃، پیریدوکسین ویتامین B₆، فولیک اسید ویتامین B₉، اینوزیتول نوعی الکل و آمینوبنزویک اسید یک آمینو اسید است.



▲ نکته آرژینین بود!

۱۲ دقت کنید که کپک سالم هم در محیط حداقل (شاهد)، هم در محیط کامل و هم در هر یک از انواع محیط‌های کشت غنی شده رشد می‌کند و مشکلی ندارد. هاگ جهش‌یافته (از نظر بیدل و تیتوم و نه از نظر علمی!) در محیط حداقل (شاهد) رشد نمی‌کند و در محیط کامل رشد می‌کند. دقت کنید که یک هاگ جهش‌یافتهی بیدل و تیتوم در تمامی انواع محیط‌های کشت غنی شده رشد نمی‌کند، بلکه فقط در نوعی محیط غنی شده رشد می‌کند که در آن، ماده‌ای که توانایی ساختش را در اثر جهش از دست داده بود، به محیط حداقل اضافه شده باشد.

۱۳ کتاب روی مسیر آرژینین تمرکز زیادی کرده است. حواستان باشد که کپک‌های جهش‌یافته‌ای که توانایی ساخت آرژینین را از دست می‌دهند، یکی از انواع جهش‌یافته‌ها هستند که بیدل و تیتوم روی آن‌ها بیش‌تر کار کردند. وگرنه این‌طور نیست که هر کپک جهش‌یافته‌ای لزوماً توانایی ساخت آرژینین را از دست بدهد. حداقل به تعداد ژن‌های موجود در کپک نوروپورا انواع جهش‌یافته وجود دارد. تخریب هر نوع ژن باعث به وجود آمدن یک نوع جهش‌یافتهی جدید می‌شود.

۱۴ تا این‌جا کار فهمیدیم که اشعه X با ایجاد جهش مؤثر در DNA باعث تولید نشدن بعضی از مواد در کپک نوروپورا می‌شود. حالا باید ببینیم چه رابطه‌ای بین DNA و تولید این مواد (۱۰ ماده) وجود دارد.

۴- گزینه «۳» اشعهی X باعث جهش در DNA می شود. تخریب DNA باعث ساخته نشدن پروتئین ها و آنزیم ها یا ساخت پروتئین های با عملکرد غیر طبیعی می شود.

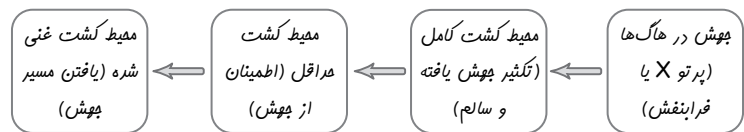


۵- گزینه «۳» از نظر علمی، جهش یعنی تغییر در توالی DNA. جهش می تواند مؤثر یا بی تأثیر باشد. آقایان بیدل و تیتوم از آن جایی که جهش های مؤثر برایشان مهم بود، به هاگ هایی که در محیط حداقل رشد نمی کردند، می گفتند «هاگ های جهش یافته»، در حالی که می شد هاگی را یافت که از نظر علمی DNA اش جهش یافته باشد اما از نظر بیدل و تیتوم جهش یافته نباشد (جهش بی تأثیر رخ داده باشد).

سؤال فرق گزینه های (۳) و (۴) با هم چیه؟ این یک سؤال هوشه! خوب روش فکر کن!

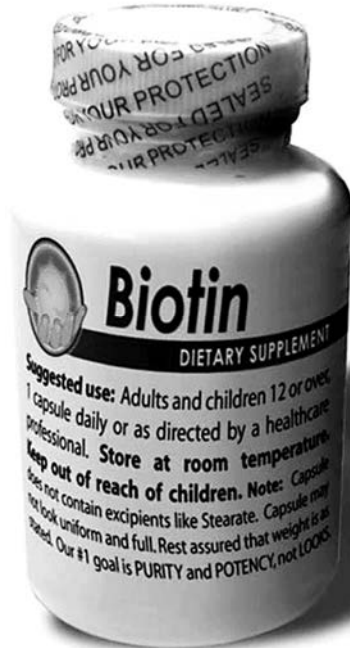
پاسخ هاگ های سالم و جهش نیافته از نظر بیدل و تیتوم هم در محیط کشت حداقل رشد می کنند و هم در محیط کشت غنی شده. پس هر هاگی که در محیط غنی شده رشد کند لزوماً جهش یافته نیست، حتی از نظر بیدل و تیتوم.

۶- گزینه «۴» هاگ ها را بعد از تاباندن اشعهی X می برند به محیط کشت کامل تا حسابی تکثیر شوند. بعد هاگ را وارد محیط کشت حداقل (شاهد) می کنند تا مطمئن شوند هاگی که تحت تأثیر اشعهی X قرار داده اند، جهش یافته است یا نه (همه ی هاگ های تحت تأثیر اشعهی X جهش نمی یابند). اگر محیط کشت شاهد، شهادت داد که هاگ جهش یافته است هاگ های دیگر از همان نوع جهش یافته را که در محیط کشت کامل تکثیر شده اند، می برند به محیط کشت های غنی شده تا نوع ماده ای را که هاگ نمی تواند تولید کند، پیدا کنند.



۷- گزینه «۴» محیط کشت شاهد همان محیط کشت حداقل است. ویتامین بیوتین در محیط کشت حداقل وجود دارد.

۸- گزینه «۳»



مسیر ساخت آرژینین

۱ گفتیم که کپک نوروسپورا، هزاران ژن و هزاران آنزیم دارد. مسیر ساخت آرژینین مسیری است که بیدل و تیتوم خیلی روی آن تمرکز کردند. این تصور که هر هاگ جهش یافته لزوماً در ژن های مسیر سنتز آرژینین دچار جهش شده است، نادرست است.

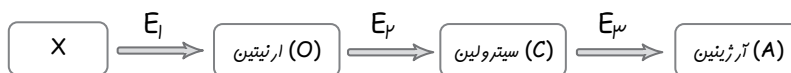
۲ آرژینین (arginine) یک اسید آمینه است که برای پروتئین سازی (برای مرحلهی ترجمه) ضروری است. با توجه به این که در محیط کشت کپک نوروسپورا هیچ اسید آمینه ای وجود ندارد، به این نتیجه می رسیم که همه ی انواع اسیدهای آمینه توسط خود کپک نوروسپورا ساخته می شوند.

۳ بیدل و تیتوم ابتدا مسیر ساخت آرژینین را نمی دانستند. آن ها دیدند که جهش یافته هایی که با اضافه کردن آرژینین به محیط کشت حداقل رشد می کنند سه دسته اند:

- دسته اول: با اضافه کردن ارنیتین یا سیترولین یا آرژینین رشد می کنند.
- دسته دوم: با اضافه کردن سیترولین یا آرژینین رشد می کنند و با اضافه کردن ارنیتین رشد نمی کنند.
- دسته سوم: فقط با اضافه کردن آرژینین رشد می کنند و با اضافه کردن ارنیتین یا سیترولین رشد نمی کنند.

	محیط کشت حداقل	محیط حداقل + ارنیتین	محیط حداقل + سیتروولین	محیط حداقل + آرژینین	نتیجه
دسته‌ی اول					جهش‌یافته‌های دسته‌ی اول در حضور سیتروولین یا ارنیتین یا آرژینین رشد می‌کنند. جهش، آنزیمی را در مراحل اولیه مسیر آرژینین (تولید ارنیتین) تحت تاثیر قرار داده
دسته‌ی دوم					جهش‌یافته‌های دسته‌ی دوم در حضور سیتروولین یا آرژینین رشد می‌کنند. جهش آنزیمی را در مرحله‌ی تولید سیتروولین از ارنیتین هدف قرار داده!
دسته‌ی سوم					جهش‌یافته‌های دسته‌ی سوم تنها در حضور آرژینین رشد می‌کنند. جهش، آنزیمی را در مرحله‌ی انتهایی مسیر آرژینین (تولید آرژینین از سیتروولین) خراب می‌کند!

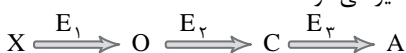
۴ این دسته را در کنار هم بررسی کنیم به مسیر زیر می‌رسیم:



کتاب درسی نام ماده‌ای که ارنیتین را به وجود می‌آورد گذاشته است X اسم اصلی آن گلوتامات است. ضمناً در کل طبیعت ۱۵۰ نوع اسید آمینه وجود دارد که از این تعداد، ۲۰ تای آن‌ها (جدیداً ۲۲ تا) در DNA و mRNA جانداران دارای رمز ژنتیکی هستند. ارنیتین و سیتروولین جزء ۱۵۰ تا هستند ولی جزء ۲۰ تا نیستند. پس اسید آمینه هستند ولی در ترجمه شرکت نمی‌کنند.

سلنوسیسستئین و پیرولیزین نام اسید آمینه‌های ۲۱ و ۲۲ هستند که جدیداً کشف شده‌اند اما کماکان کتاب درسی ما انواع اسید آمینه‌ها را ۲۰ نوع حساب می‌کند.

۵ این دسته جهش یافته را روی مسیر فوق امتحان کنید. برای تبدیل X به A ، ۳ واکنش انجام می‌شود و به ۳ آنزیم نیاز داریم. جهش در DNA کپک نوروسپورا باعث ساخته نشدن آنزیم می‌شود و ساخته نشدن آنزیم‌ها باعث توقف مسیر می‌شود.



۶ بررسی انواع جهش‌یافته‌ها:

● **حالت اول:** اگر جهش باعث نقص یا ساخته نشدن E_1 شود و بقیه‌ی آنزیم‌ها سالم باشند:

a غلظت X افزایش می‌یابد؛ چون X نمی‌تواند به O تبدیل شود.

b کپک در محیط حداقل رشد نمی‌کند.

c کپک در محیط حداقل + O یا C یا A رشد می‌کند. اضافه کردن X بی‌فایده است.

● **حالت دوم:** اگر جهش باعث ساخته نشدن E_2 شود و بقیه‌ی آنزیم‌ها سالم باشند:

a غلظت O افزایش می‌یابد؛ چون X می‌تواند به O تبدیل شود اما O نمی‌تواند به C تبدیل شود.

b کپک در محیط حداقل رشد نمی‌کند.

c کپک در محیط حداقل + C یا A رشد می‌کند. اضافه کردن X و O بی‌فایده است.

● **حالت سوم:** اگر جهش باعث ساخته نشدن E_3 شود و بقیه‌ی آنزیم‌ها سالم باشند:

a غلظت C افزایش می‌یابد؛ چون O می‌تواند به C تبدیل شود اما C نمی‌تواند به A تبدیل شود.

b کپک نوروسپورا در محیط حداقل رشد نمی‌کند.

c کپک در محیط حداقل + A رشد می‌کند و اضافه کردن X یا O یا C بی‌فایده است.

۷ توجه کنید که:

- هیچ یک از انواع جهش یافته‌های مسیر فوق با پیش‌ماده‌ی X رشد نمی‌کنند.
- همه‌ی انواع جهش یافته‌های مسیر فوق با آرژینین رشد می‌کنند.
- هرچه قدر جهش به انتهای مسیر نزدیک‌تر باشد، جهش یافته با انواع کم‌تری از مواد می‌تواند زنده بماند و رشد کند (حالت سوم).
- هرچه قدر جهش به ابتدای مسیر نزدیک‌تر باشد، جهش یافته با انواع بیش‌تری از مواد می‌تواند زنده بماند و رشد کند (حالت اول).

۸ حواستان باشد که الکی حکم کلی صادر نکنید: مثلاً به شما می‌گویند کپکی که در حضور ارنیتین رشد می‌کند کدام آنزیم را ندارد؟ سریع نگویید E_1 . کمی فکر کنید و بعد بگویید E_1 !! نه! لزوماً جوابش E_1 نمی‌شه!! چرا؟! خوب معلومه! شاید کپکش سالم باشد و اصلاً جهشی در آن نرخیده باشد (رخ نداده باشد). یا به شما می‌گویند کپکی جهش یافته فقط در حضور سیتروولین یا آرژینین رشد می‌کند. چند آنزیم در این مسیر سالم هستند؟ در این حالت ما مطمئنیم که E_3 سالم است و ضمناً حتماً مطمئنیم که E_2 ساخته نمی‌شود چرا که اگر E_2 ساخته می‌شد، کپک در حضور ارنیتین هم رشد می‌کرد. در این حالت یا فقط E_2 ساخته نمی‌شود و یا E_1 و E_2 با هم ساخته نمی‌شوند. در واقع E_2 حتماً ساخته نمی‌شود در حالی که E_1 می‌تواند ساخته شود و می‌تواند ساخته نشود.

۹ کپکی که در حضور پیش‌ماده‌ی X و با اضافه کردن آن به محیط رشد کند، یعنی هر ۳ آنزیم مسیر را دارد و در این مسیر جهشی رخ نداده است. طبیعی است این کپک بدون اضافه کردن X و در محیط حداقل نیز رشد می‌کند.

۱۰ دقت کنید جهش یافته‌ای که در حضور A یا C رشد می‌کند، در حضور هر دوی آن‌ها هم رشد می‌کند (شباهت بین «یا» و «و»!).

جمع‌بندی

نوع جهش یافته	محل قطعی وقوع جهش	اقدامات غلط ماده	مواد لازم برای رشد
گروه اول	ژن مولد E_1	X	هر اقل + O یا C یا A
گروه دوم	ژن مولد E_2	O	هر اقل + C یا A
گروه سوم	ژن مولد E_3	C	هر اقل + A

۱۱ آقایان بیدل و تیتوم از آزمایشاتشان این نتیجه را گرفتند که تخریب یک ژن (جهش با اشعه‌ی X) باعث توقف تولید یک آنزیم در سلول می‌شود و نظریه‌شان را با نام یک ژن - یک آنزیم صادر کردند. بر اساس این نظریه هر ژن از طریق تولید یک آنزیم تأثیر خود را اعمال می‌کند. در کادر بعدی این نظریه را به نقد می‌نشینیم!!

در این مسیر X، ارنیتین و سیتروولین پیش‌ماده‌اند.

۹- گزینه «۱» نبود E_2 باعث تجمع ارنیتین می‌شود نه X. چون E_1 سالم است و Xها را به ارنیتین تبدیل می‌کند.

گزینه (۲): چون E_3 سالم است می‌تواند C را به A تبدیل کند.

گزینه (۳ و ۴): همه‌ی انواع جهش یافته‌های مسیر A در حضور A رشد می‌کنند.



۱۰- گزینه «۱» اشعه‌ی X می‌تواند منجر به جهش شود و می‌تواند، نتواند که باعث جهش شود! تازه جهش ایجاد شده می‌تواند مؤثر

باشد و می‌تواند نتواند تأثیری داشته باشد. خلاصه گزینه‌ی (۱) دستور کلی داده که همیشه درست نیست!

گزینه (۲): گفتیم که کپکی که در حضور O «یا» A رشد می‌کند، در حضور O «و» A هم رشد می‌کند.

گزینه (۳): کپک نوروکسپورای سالم در محیط کشت شاهد (حداقل)، کامل (کویت ۱) و همه‌ی انواع محیط‌های کشت غنی شده رشد می‌کند.

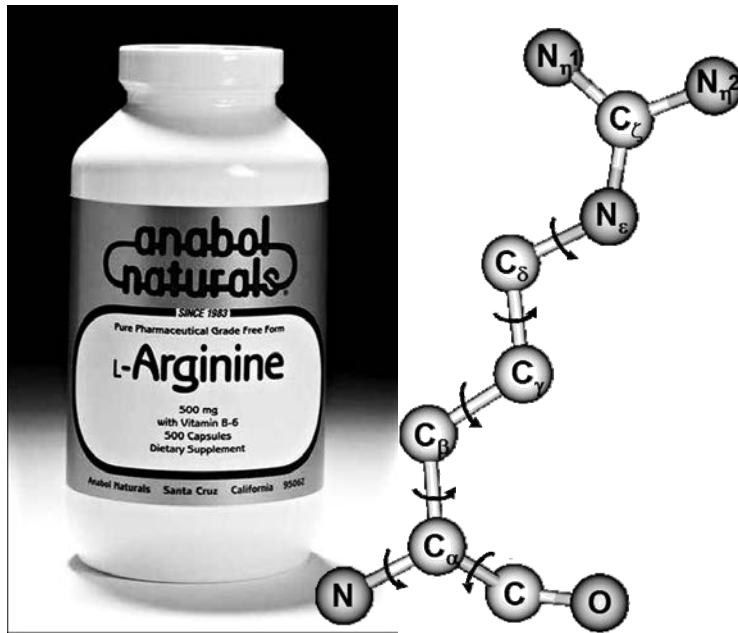
کپکی که از جهش پاک است از نوع محیط کشت په پاک است!



گزینه (۴): همه‌ی انواع جهش یافته‌های مسیر آرژینین حتی آن‌هایی که از فقدان هر ۳ آنزیم رنج می‌برند با A درمان می‌شوند. A اصل پنسه!

آرژنین یک اسید آمینه است و اسید آمینه‌ها مونومرهای پروتئین‌سازی هستند و در ترجمه (پروتئین‌سازی) استفاده

می‌شوند.



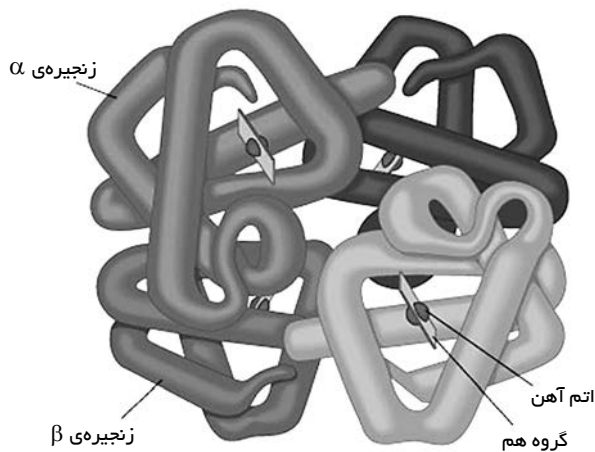
▲ آرژنین

نظریه‌ها

۱ گفتیم که آقای گرو جرقه را زدا و آقایان بیدل و تیتوم پی جرقه را گرفتند و آتشی افروختند با نام نظریه‌ی یک ژن - یک آنزیم. آن‌ها پیش خودشان گفتند وقتی یک ژن آسیب ببیند (جهش در DNA) تولید یک آنزیم مختل می‌شود.

۲ مدتی گذشت (حدود ۱۰ سال) و دانشمندان در حال فکر کردن بودند که فهمیدند ژن‌ها علاوه بر آنزیم‌های پروتئینی، پروتئین‌هایی را به وجود می‌آورند که آنزیم نیستند (مثل هموگلوبین، کراتین، ریزلوله، ریزرشته و ...). پس نظریه‌ی یک ژن یک آنزیم تبدیل شد به نظریه‌ی یک ژن - یک پروتئین. یعنی هر پروتئین به وسیله‌ی یک ژن ساخته می‌شود. این نظریه کامل‌تر از نظریه‌ی قبلی است و آن را در دل خود دارد ولی باز هم جامع نیست.

۳ باز هم دانشمندان داشتند فکر می‌کردند که فهمیدند بسیاری از پروتئین‌ها هستند که از چند نوع رشته‌ی پلی‌پپتیدی ساخته شده‌اند و هر نوع رشته‌ی پلی‌پپتیدی آن‌ها توسط یک ژن ساخته می‌شود. به همین دلیل نظریه‌ی یک ژن یک پروتئین تبدیل شد به نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی. به عنوان مثال هموگلوبین ۴ رشته‌ی پلی‌پپتیدی دارد: ۲ تا α و ۲ تا β (دو نوع رشته). پس ۲ ژن در ساخت هموگلوبین نقش دارند. یک ژن برای ساخت رشته‌های α و یک ژن برای ساخت رشته‌های β . دقت کنید با این که هموگلوبین ۴ تا رشته دارد اما این ۴ رشته، ۲ نوع رشته‌ی پلی‌پپتیدی هستند نه ۴ نوع.



۴ دقت کنید که نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی در مورد همه‌ی پروتئین‌ها (آنزیمی - غیرآنزیمی - تک رشته‌ای - چند رشته‌ای) درست است اما دو نظریه‌ی قبلی به صورت کلی مردود و نادرست شناخته می‌شوند. هرچند هرکدام از این دو نظریه در مورد قسمتی از پروتئین‌ها درست هستند اما اصل مهم در پذیرش نظریه، عمومیت آن است. نظریه‌ی یک ژن - یک آنزیم در مورد آنزیم‌های پروتئینی که یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی دارند، صادق است (مصادق آن آنزیم‌های اپران لک هستند. ۳ آنزیم با یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی که توسط ۳ ژن ساخته می‌شوند). نظریه‌ی یک ژن - یک پروتئین در مورد پروتئین‌هایی (آنزیمی و غیرآنزیمی) که از یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی تشکیل شده‌اند، صادق است (باتوجه به اطلاعات کتاب می‌توان فهمید که کراتین و انسولین پروتئین‌های غیرآنزیمی هستند که از یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی تشکیل شده‌اند). پس غیرآنزیمی بودن و چند رشته‌ای بودن بعضی از پروتئین‌ها نظریه‌ی یک ژن - یک آنزیم را تبدیل کرد به نظریه‌ی یک ژن - یک رشته پلی‌پپتیدی.

۵ موضوع مهم دیگر، تفسیر نظریه‌ی یک ژن یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی است که الحمدلله کتاب درسی آن را درست تفسیر کرده است اما اکثراً آن را درست مطرح نمی‌کنند.

تفسیر کدام یک در مورد مفهوم نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی درست است؟

a هر ژن ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی را رهبری می‌کند.

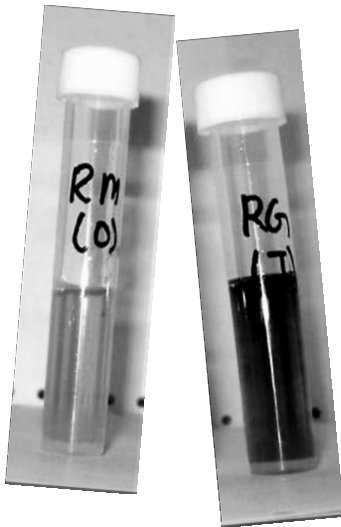
b ساخت هر رشته‌ی پلی‌پپتیدی توسط یک ژن رهبری می‌شود.

c این دو جمله عین هم است و هر دو درست است!

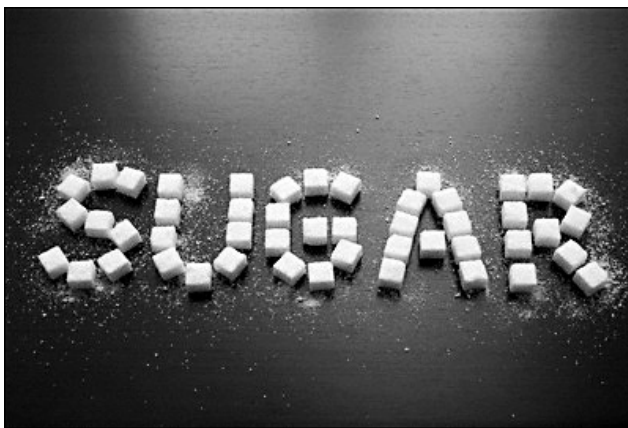
d این دو جمله عین هم نیست! اما هر دو درست است!

پاسخ اکثر a و b را یک جمله می‌گیرند و فرقی بین آن قائل نیستند. در حالی که a و b فرق زیادی با هم دارند. در کتاب در مورد نظریه‌ی نادرست بیدل و تیتوم می‌خوانیم: یک ژن - یک آنزیم یعنی هر ژن از طریق تولید یک آنزیم تأثیر خود را اعمال می‌کند. اما در مورد نظریه‌ی درست یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی می‌خوانیم: نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی یعنی تولید هر زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی را یک ژن خاص رهبری می‌کند؛ نه این‌که هر ژن، تولید یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی را رهبری می‌کند.

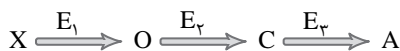
۶ حالا واقعاً فرق a و b چیه؟ طی رونویسی از ژن‌ها، سه نوع RNA ساخته می‌شود: mRNA، rRNA و tRNA. فقط mRNA است که ترجمه می‌شود و رشته‌ی پلی‌پپتیدی می‌سازد در حالیکه ژن‌هایی که باعث ساخت tRNA و rRNA شده‌اند، نهایتاً ساخت رشته‌ی پلی‌پپتیدی را رهبری نمی‌کنند. پس این جمله که هر ژن ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی را رهبری می‌کند، نادرست است. چون بعضی از ژن‌ها اصلاً این کار را نمی‌کنند! و tRNA و rRNA می‌سازند. اما این جمله که هر رشته‌ی پلی‌پپتیدی حتماً از روی یک ژن ساخته می‌شود، کاملاً درست است و این است معنای دقیق یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی.



▲ ادرار انسان آنزیم ندارد
و ادرار انسان آنزیم دارد



غنی‌شده می‌بینید). پس یک کپک نوروسپورای جهش‌یافته در هر نوع محیط غنی‌شده‌ای رشد نمی‌کند؛ بلکه در محیط کشت غنی‌شده‌ای رشد می‌کند که با ماده‌ای که توانایی تولیدش را در اثر جهش از دست داده است، غنی شده باشد.



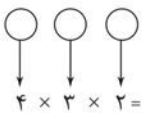
۹۴- گزینه «۴»

وقتی کپک جهش‌یافته‌ای در حداقل $O +$ رشد می‌کند یعنی E_2 و E_3 حتماً سالم‌اند و چون هاگ، جهش‌یافته است پس حتماً E_1 را نمی‌سازد و قطعاً نمی‌تواند پیش‌ماده‌ی X را تغییر بدهد. شاید یکی بپرسد که از کجا معلوم این هاگ در مسیر ساخت آرژینین جهش‌یافته است. شاید E_1 آن سالم باشد و در مسیری دیگر جهش‌یافته باشد. جوابش این است که اگر در مسیر دیگری جهش‌یافته بود قطعاً نمی‌توانست در حداقل $O +$ رشد کند و به ماده‌ی دیگری که توانایی تولیدش را از دست داده بود نیز نیاز داشت.

۹۵- گزینه «۴» حل این سؤال از درک عمیق و دقیق نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی خبر می‌دهد. دقت کنید که نظریه‌ی

بیدل و تیتوم (یک ژن - یک آنزیم) که این همه چیز درباره‌اش می‌خوانیم، درست نیست!! یعنی در ساخت یک آنزیم لزوماً یک ژن درگیر نیست. از آن جایی که سؤال فوق یک سؤال علمی امروزی است نه مروری بر نظریات بیدل و تیتوم، باید با توجه به نظریه‌ی امروزی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی موضوع را بررسی کنید. با توجه به این‌که در ساخت یک آنزیم پروتئینی بیش از یک ژن می‌تواند دخالت داشته باشد (یک ژن یا بیشتر)، پس برای ساخت ۳ آنزیم E_1 ، E_2 و E_3 نمی‌توان گفت چند ژن دخالت دارند.

۹۶- گزینه «۲» ۴ نوع کدون داریم که هر ۳ نوکلئوتید آن‌ها با هم مشابه است. ۲۴ نوع کدون هم داریم که هیچ نوکلئوتید مشابهی ندارند.



$$64 - (24 + 4) = 36$$

۹۱- گزینه «۲» در فرد مبتلا به آلکاپتونوریا HGA

ساخته می‌شود اما آنزیم تجزیه‌کننده‌اش نیست تا آن را تجزیه کند و HGA تجزیه نمی‌شود.

دقت کنید که خود HGA سیاه‌رنگ نیست. پس در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا ادرار در نفرون و مثانه سیاه‌رنگ نیست. بلکه HGA در مجاورت هوا اکسید می‌شود و اکسیدش سیاه‌رنگ است. اکسید هموپنتتسیک اسید رنگ عشقه!!

۹۲- گزینه «۳» در افراد مبتلا به آلکاپتونوریا ژن آنزیم سازنده و ژن آنزیم تجزیه‌کننده‌ی HGA، هر دو وجود دارند اما به علت جهش، ژن آنزیم تجزیه‌کننده‌ی HGA روشن نمی‌شود.

۹۳- گزینه «۴» کپک نوروسپورا هتروتروف است و نمی‌تواند فتوسنتز کند و قند بسازد. پس در محیط حداقلش به قند نیاز دارد تا از آن انرژی بگیرد. ساکارز (شکر) قند موجود در محیط حداقل و منبع انرژی و تولید ATP برای کپک نوروسپوراست.

۹۴- گزینه «۴» کپک نوروسپورای سالم در محیط کشت شاهد (حداقل)، کامل و هر نوع محیط کشت غنی‌شده‌ای رشد می‌کند. دقت کنید که ما یک نوع محیط کشت غنی شده نداریم (در شکل ۱-۱، ۱۰ نوع محیط کشت



▲ سلام دکتر نصری! مارشالم!! آقا این ژنتیک مندلی کی چاپ می‌شه بالاخره!!
سلام مارشال جان! مگه خبر نداری؟ بالاخره چاپ شد!

۹۷- گزینه «۴» خوب دقت کنید. در لوله‌ی آزمایش نیرنبرگ فقط باید یک نوع mRNA دست‌ساز آقای نیرنبرگ با توالی ... UUUU وجود داشته باشد و هیچ mRNA دیگری نباید باشد. حالا چرا؟ چون اگر mRNA یا mRNAهای دیگری باشند از کجا بفهمیم رشته‌ی پلی‌پپتید ساخته شده محصول ترجمه‌ی کدام mRNA بوده است؟ پس در بین گزینه‌ها در لوله‌ی آزمایش نیرنبرگ تنوع mRNA (فقط یک نوع) از بقیه کم‌تر است.

۹۸- گزینه «۲» قند RNA، ریبوز و قند DNA، دئوکسی ریبوز است. دئوکسی ریبوز یک اکسیژن از ریبوز کم‌تر دارد و سبک‌تر است.

گزینه (۱): در پروکاریوت‌ها رونویسی در سیتوپلاسم انجام می‌شود.



گزینه (۳): توالی پایان رونویسی قسمتی از DNA است.

گزینه (۴): RNA پلی‌مراز روی DNA می‌نشیند و آن را رونویسی می‌کند.

۹۹- گزینه «۴»

پاسخ به یک سری سؤال منصرف

mRNA روبه‌رو را در نظر بگیرید:

AUG — کدون ۲ — کدون ۳ — UAA

۱ در ترجمه‌ی آن چند پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود؟ در حل این سؤال باید دقت کنید که رمز پایان ترجمه نمی‌شود. پس mRNAی فوق که از آغاز رمز آغازش تا پایان رمز پایانش ۴ تا کدون دارد، رشته‌ی پلی‌پپتیدی حاصل از ترجمه‌اش ۳ تا اسیدآمینو خواهد داشت. نکته‌ی دیگر که باید به آن دقت کنید این است که تعداد پیوندهای پپتیدی همیشه از تعداد اسیدهای آمینو یکی کم‌تر است.

۲ در ترجمه‌ی این mRNA چند tRNA شرکت دارد؟ جواب این سؤال خیلی ساده است! به تعداد اسیدهای آمینو! چون هر اسیدآمینو به وسیله‌ی یک tRNA می‌آید! ۴ تا کدون داریم، ۳ تا اسیدآمینو؛ پس ۳ تا هم tRNA در ترجمه‌ی این mRNA نقش دارد.

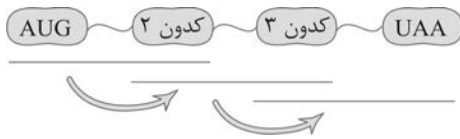
۳ چند کدون در ترجمه‌ی این mRNA در جایگاه P قرار می‌گیرد؟ می‌دانیم که از میان کدون‌هایی که در ریبوزوم قرار می‌گیرند فقط کدون پایان است که به P نمی‌آید و در A می‌ماند. پس از ۴ کدون، ۳ تا در P قرار می‌گیرند (یکی کم‌تر از تعداد کدون‌ها).

۴ چند کدون در ترجمه‌ی این mRNA در جایگاه A قرار می‌گیرد؟ باز هم حتماً می‌دانید که از میان کدون‌هایی که در ریبوزوم قرار می‌گیرند فقط کدون آغاز است که وارد A نمی‌شود و فقط! در P می‌ماند. پس از ۴ کدون، ۳ تا در A قرار می‌گیرند، باز هم یکی کم‌تر.

۵ در ترجمه‌ی این mRNA چند tRNA وارد P می‌شود؟ گفتیم که ۴ تا کدون، ۳ تا اسیدآمینو می‌خواهد و ۳ تا هم tRNA، از این ۳ تا tRNA، همه‌ی tRNAها در P قرار می‌گیرند. اشتباه نکن! کدون پایان اصلاً tRNA ندارد.

۶ در ترجمه‌ی این mRNA چند tRNA در A قرار می‌گیرد؟ از ۳ تا tRNA، tRNA آغاز فقط در P قرار می‌گیرد اما بقیه‌ی tRNAها اول به A می‌آیند و بعد به P. پس جواب می‌شه ۲ tRNA.

۷ در ترجمه‌ی این mRNA، ریبوزوم چند کدون حرکت می‌کند؟ نقاشیت خوبه؟ پس بکش. اگر از ابتدای رمز آغاز تا پایان رمز پایان ۴ کدون داشته باشیم، ریبوزوم در ترجمه‌ی این mRNA، ۲ بار حرکت می‌کند. تعداد حرکت‌های ریبوزوم از تعداد کدون‌ها ۲ تا و از تعداد اسیدهای آمینه یکی کمتر است. دقت کنید که هر ریبوزوم در هر بار حرکت، یک کدون (۳ نوکلئوتید) حرکت می‌کند.



۸ تو خیلی از جزوه‌ها این بحث‌ها رو با n و $n-1$ و $n+1$ و ... نشون میدن. من به شخصه مخالفم! چرا؟ خب چون مبنای n تو سؤال‌ها یکی نیست! مثلاً فرض کن شما حفظ میکنی که اگر یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی n تا اسیدآمینه داشته باشه برای ترجمه‌اش ریبوزوم $n-1$ کدون حرکت می‌کنه. حالا سؤال اینجوری میاد:

سؤال اگر در ترجمه‌ی یک mRNA، ریبوزوم n بار حرکت کند، چند tRNA در جایگاه A قرار می‌گیرند؟

در چیزی که شما یاد گرفتید n تعداد اسیدهای آمینه بود، در این سؤال n تعداد حرکت‌های ریبوزوم و در جزوه‌ی یکی دیگه n تعداد کدون‌هاست. اینه که انا! قاطعی میشن! برای این که حلش کنی باید بفهمی. بفهم که چرا یکی کم می‌کنیم، چرا کم نمی‌کنیم و ...

a تعداد اسیدهای آمینه‌ی یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی از تعداد کدون‌هایی که در ریبوزوم قرار می‌گیرند یکی کمتر است چون کدون پایان معادل هیچ اسیدآمینه‌ای نیست.

b تعداد پیوندهای پپتیدی از تعداد اسیدهای آمینه یکی کمتر است.

c تعداد مولکول‌های آب تولید شده در اثر اتصال اسیدهای آمینه برابر تعداد پیوندهای پپتیدی تشکیل شده است.

d از کل کدون‌هایی که در ریبوزوم قرار می‌گیرند، فقط یکی (کدون پایان) در P قرار نمی‌گیرد.

e از کل کدون‌هایی که در ریبوزوم قرار می‌گیرند، فقط یکی (کدون آغاز) در A قرار نمی‌گیرد.

f تعداد tRNAهای شرکت کننده در ترجمه برابر تعداد اسیدهای آمینه است.

g از کل تعداد tRNAهای شرکت کننده فقط یکی (tRNA آغاز) در A قرار نمی‌گیرد.

h همه‌ی tRNAهای شرکت کننده در ساخت رشته‌ی پلی‌پپتیدی در P قرار می‌گیرند.

i در ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی، ریبوزوم دو تا کمتر از تعداد کدون‌ها، یکی کمتر از تعداد اسیدهای آمینه و به اندازه‌ی پیوندهای پپتیدی تشکیل شده، حرکت می‌کند (واحد حرکت در این جا کدون است).

j از کل تعداد پیوندهای هیدروژنی که در ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی بین کدون و آنتی کدون تشکیل می‌شود، فقط ۷ تای آنها که مربوط به کدون و آنتی کدون آغاز است در P و بقیه‌ی آنها در A تشکیل می‌شود.

k همه‌ی پیوندهای هیدروژنی که در ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی شکسته می‌شود (ناشی از جدا شدن آنتی کدون از کدون) در جایگاه P شکسته می‌شود.

l پیوندهای پپتیدی بین اسیدهای آمینه در A تشکیل می‌شود.

تذکره در نکات فوق، منظور از تعداد کدون‌های mRNA، کدون‌های از ابتدای رمز آغاز تا پایان رمز پایان mRNA است و کدون‌هایی که قبل و بعد از این بازه قرار دارند را شامل نمی‌شوند.

۲۹۰- گزینه «۱»

در سال سوم صفحه‌ی ۲۳۷ می‌خوانیم که pH ادرار اسیدی است. در بیماری آلکاپتونوریا، یک اسید (HGA) وارد ادرار می‌شود و ادرار را اسیدی‌تر می‌کند. هرچقدر یک محیط اسیدی‌تر باشد pH اش کم‌تر است.

۲۹۱- گزینه «۴»

اسید فولیک در محیط حداقل کپک نوروسپورا نیست. ضمن این‌که یکی از انواع محیط‌های غنی‌شده حاوی اسید فولیک است. هر دوی این موضوعات ثابت می‌کند که کپک سالم نیازی به اسید فولیک خارجی ندارد چون می‌تواند آن را بسازد. پس باید برای ساخت آن آنزیم داشته باشد. گزینه (۱): قارچ‌ها همگی هتروتروف هستند و کلروپلاست و کلروفیل ندارند.



گزینه (۲): هاگ‌های کپک نوروسپورا هاپلوئید هستند و یک مجموعه کروموزوم دارند و کروموزوم هم‌تا ندارند.

گزینه (۳): چون غشای هسته در قارچ‌ها از بین نمی‌رود و میتوز هسته‌ای است، کروموزوم‌ها در آنافاز به دو قطب هسته می‌روند نه به دو قطب سلول.

۲۹۲- گزینه «۴»

قارچ‌ها گوارش برون‌سلولی دارند (پیش‌دانشگاهی - صفحه‌ی ۲۵۱)، آنزیم‌هایشان را وارد محیط می‌کنند و مواد را تجزیه کرده، سپس جذب می‌کنند. ساکارز در محیط کشت حداقل کپک نوروسپورا به گلوکز و فروکتوز هیدرولیز می‌شود. پس گلوکز در محیط کشت حداقل کپک نوروسپورا دیده می‌شود.



گزینه (۱): گلوکز در فتوسنتز ساخته می‌شود. قارچ‌ها هتروتروف هستند.

گزینه (۲): محیط کشت شاهد همان محیط کشت حداقل است و شکر (ساکارز) در آن وجود دارد.

گزینه (۳): قارچی که در هاگدان جنسی‌اش ۸ هاگ تولید می‌کند، آسکومیست است (پیش‌دانشگاهی ۲ - شکل ۵-۱۱). ۸ تا رو میتونی تو

شکل ۱-۱ بشمری!

۲۹۳- گزینه «۴»

در ابتدای حیات، مسیر از ته به سر به وجود آمد. یعنی ابتدا سلول از A استفاده می‌کرد. وقتی A در محیط تمام شد، بعضی از جهش‌یافته‌ها که در اثر جهش می‌توانستند E_p تولید کنند فعال‌تر شدند و C را به A تبدیل کردند و با کم شدن C، جهش‌یافته‌های دارای E_p فراوان شدند و O را به C تبدیل کردند و ... پس طی روند تکامل در ابتدای حیات ابتدا E_p ، سپس E_p و نهایتاً E_p به وجود آمد.



گزینه (۱): ماده‌ای که آنزیم روی آن اثر می‌کند پیش‌ماده نام دارد. پیش‌ماده‌ی E_p سیترولین است.

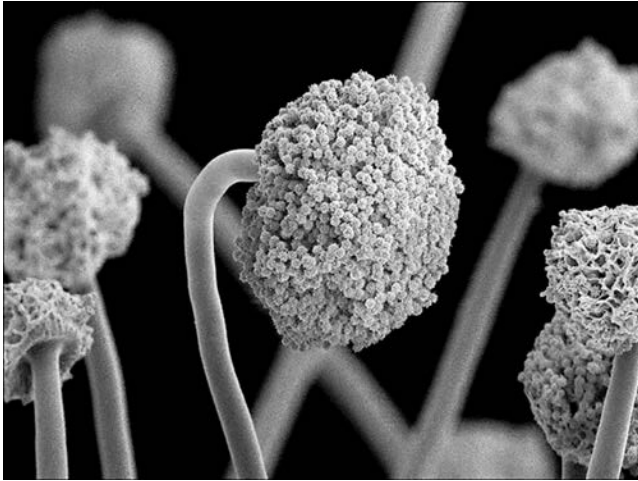
گزینه (۲): متیونین یک اسیدآمینه آغازین است. آنزیم‌های پروتئینی مثل E_1 ، از اسیدآمینه تشکیل شده‌اند.

گزینه (۳): اسیدهای آمینه مونومر و پیش‌ساز آنزیم‌های پروتئینی (مثل E_p) هستند.

۲۹۴- گزینه «۲»

رونویسی فقط از روی یک رشته‌ی DNA صورت می‌گیرد. با این‌که ژن، قسمتی از DNAی دو رشته‌ای است، اما رونویسی از روی یک رشته‌ی DNAی یک ژن صورت می‌گیرد و این موضوع باعث ساخت یک mRNA از روی یک ژن و نهایتاً ساخت یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی از روی آن می‌شود. اما فرض کنید که این قانون نقض شود و از روی هر دو رشته‌ی DNA رونویسی صورت گیرد و دو تا mRNA به وجود آید و هر دو ترجمه شوند و ۲ تا رشته‌ی پلی‌پپتیدی تشکیل شود. در این صورت است که دو نوع رشته‌ی پلی‌پپتیدی داریم که از روی یک ژن ساخته شده‌اند! و این یعنی خداحافظ نظریه‌ی یک ژن - یک رشته‌ی پلی‌پپتیدی. دقت کنید که اگر از روی دو رشته‌ی DNA رونویسی شود دو mRNA متفاوت به وجود می‌آید که نسبت به هم مکمل هستند (چون رشته‌های الگوی آن‌ها در DNA مکمل بوده‌اند).

۲۹۵- گزینه «۳» در آزمایش نیرنبرگ از اتصال آمینواسیدهای فنیل آلانین به هم رشته‌ی پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود. در فصل ۳ پیش‌دانشگاهی می‌خوانیم آنزیمی که وظیفه‌ی اتصال اسیدهای آمینه را در ریبوزوم برعهده دارد، نوعی rRNA است.



▲ آسپرژیلوس

۲۹۶- گزینه «۱» کدون جزء mRNA و آنتی‌کدون جزء

tRNA است. mRNA و tRNA و rRNA در باکتری‌ها توسط یک نوع آنزیم (RNA پلی‌مراز پروکاریوتی) ساخته می‌شوند. استرپتوکوکوس نومونیا باکتری و پروکاریوت (سال سوم - صفحه‌ی ۱۰۳) آمینیتا موسکاریا قارچ و یوکاریوت (پیش‌دانشگاهی - صفحه‌ی ۲۵۸)، آسپرژیلوس قارچ و یوکاریوت (پیش‌دانشگاهی - صفحه‌ی ۲۵۵) و اوگلنا آغازی و یوکاریوت (پیش‌دانشگاهی - صفحه‌ی ۲۳۵) است.

۲۹۷- گزینه «۳» رمز آغاز ترجمه AUG است. A و G

پورین (دو حلقه‌ای) و U پیریمیدین (تک حلقه‌ای) است. چهار بعلاوه یک هم می‌شود!

۲۹۸- گزینه «۴» سؤال از ما پروکاریوت می‌خواهد. آنابنا

نوعی سیانوباکتر و جزء پروکاریوت‌هاست.

۲۹۹- گزینه «۱» خواندیم که توالی افزایش‌دهنده رونویسی روشن شدن ژن‌های یوکاریوتی را افزایش‌دهنده است! پس اگر بزنیم و پدرش را دربیابیم

چه توقعی داریم؟ ژن به اندازه‌ی کافی روشن نمی‌شود و در مورد این سؤال انسولین زیاد ساخته نمی‌شود. کمبود انسولین باعث عدم تبدیل گلوکزها به گلیکوژن می‌شود و مقدار گلیکوژن بدن کاهش می‌یابد. در دیابت نوع II، سطح انسولین طبیعی یا کمی بیش از حد طبیعی است.

جهش در توالی‌های تنظیمی (توالی‌هایی که رونویسی نمی‌شوند اما در بیان ژن مشارکت دارند مثل راه‌انداز و توالی افزایش‌دهنده) در بیان شدن و نشدن، کم بیان شدن یا زیاد بیان شدن ژن تاثیر می‌گذارد.

۳۰۰- گزینه «۳» اگر یک DNA خطی ۱۰۰ پیوند فسفودی‌استر داشته باشد، ۱۰۲ نوکلئوتید خواهد داشت. چون در یک DNA خطی

تعداد نوکلئوتیدها ۲ تا بیش‌تر از تعداد پیوندهای فسفودی‌استر است.

گزینه (۱): هر نوکلئوتید یک پیوند بین قند و فسفاتش دارد. علاوه بر این به تعداد پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها پیوند قند و فسفات داریم، پس کل تعداد پیوندهای قند و فسفات می‌شود:

$$\text{تعداد نوکلئوتیدها} + \text{تعداد پیوندهای فسفودی‌استر} = ۱۰۰ + ۱۰۲ = ۲۰۲$$

گزینه (۲): بازهای آلی، حلقه‌ی آلی نیتروژن‌دار دارند که دو حلقه‌ای‌اند یا تک حلقه‌ای‌اند. نصف بازهای یک قطعه DNA تک حلقه‌ای‌اند و نصف دیگر دو حلقه‌ای. $۱۰۲ = ۵۱ \times ۲ =$ تعداد حلقه‌های دو حلقه‌ای‌ها و $۵۱ \times ۱ = ۵۱ =$ تعداد حلقه‌های تک حلقه‌ای‌ها و $۵۱ \div ۲ = ۱۰۲$

$$\text{تعداد کل حلقه‌های نیتروژنی} = ۵۱ + ۱۰۲ = ۱۵۳$$

گزینه (۳): در هر نوکلئوتید قندها هم ساختار حلقوی دارند. برای محاسبه‌ی کل حلقه‌های آلی باید قندها را به تعداد حلقه‌های بازهای آلی اضافه کنیم. به تعداد نوکلئوتیدها قند داریم:

$$۱۵۳ + ۱۰۲ = ۲۵۵$$

گزینه (۴): نصف بازها پورین هستند و نصف دیگر پیریمیدین.

