

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΔΕΥΤΕΡΑ 6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ Α

- A1. Γ
- A2. Β
- A3. Α
- A4. Γ
- A5. Δ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1. Στ , 2. Ε , 3. Α , 4. Γ , 5. Δ

B2. Κύτταρο Α : πραγματοποιεί μίτωση, Κύτταρο Β: πραγματοποιεί μείωση

Στο πρώτο διάγραμμα φαίνεται ότι η ποσότητα DNA στα θυγατρικά κύτταρα είναι ίδια με την ποσότητα DNA στο αρχικό (μητρικό) κύτταρο (α). Η μίτωση είναι τύπος κυτταρικής διαίρεσης που υφίστανται τα σωματικά κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού προκειμένου να δημιουργηθούν γενετικά πανομοιότυπα κύτταρα με το μητρικό.

Στο δεύτερο διάγραμμα φαίνεται ότι η ποσότητα DNA στα θυγατρικά κύτταρα ($\alpha/2$) είναι η μισή από την ποσότητα DNA του μητρικού (α). Τα θυγατρικά κύτταρα είναι γαμέτες και το μητρικό, άωρο γεννητικό κύτταρο.

Τύπος κυτταρικής διαίρεσης που εξασφαλίζει γενετική σταθερότητα: μίτωση

Τύπος κυτταρικής διαίρεσης που εξασφαλίζει γενετική ποικιλομορφία: μείωση

B3. Α. Σελ. 123 σχολικού βιβλίου, τεύχος Β: «...τα Β-λεμφοκύτταρα δεν επιβιώνουν ... μονοκλωνικού αντισώματος.»

Β. Σελ. 25 σχολικού βιβλίου, τεύχος Α «Η τρισδιάστατη δομή μίας πρωτεΐνης καθορίζει... (αλβουμίνη) μετουσιώνεται.»

B4. Η πιστότητα της αντιγραφής εξασφαλίζεται:

1. Λόγω της δομής του DNA στο χώρο (μοντέλο της διπλής έλικας): σελ. 20-21 σχολικού βιβλίου, τεύχος Β «Οι 2 αλυσίδες του μορίου ... πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.»

2. Με τον ημισυντηρητικό μηχανισμό αντιγραφής. Σελ. 31 σχολ. Βιβλίου τεύχος Β, «Οι Watson και Crick φαντάστηκαν ... ημισυντηρητικός.» (η ανάλυση επικαλύπτεται με τον 1^ο λόγο)

3. σελ. 31 σχολ. Βιβλίου τεύχος Β, «Τα κύτταρα διαθέτουν ένα σημαντικό 'οπλοστάσιο'...εκπληκτική ακρίβεια.»

4. Λόγω της επιδιόρθωσης των λαθών της αντιγραφής, σελ. 32-33 σχολ. Βιβλίου τεύχος Β «DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν ... τα σωστά,» και «Όπως τα προϊόντα ενός εργοστασίου ... στο ένα στα 10^{10} .»

B5. Σελ. 23 σχολ. Βιβλίου τεύχος Α: «...διακρίνουμε τέσσερα επίπεδα οργάνωσης ... και σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις ομάδες R των αμινοξέων.»

Σελ. 25 σχολ. Βιβλίου τεύχος Α: «Είναι δικαιολογημένο να αναρωτιόμαστε ... μίας πρωτεΐνης καθορίζει τη λειτουργία που αυτή εκτελεί.»

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Κατά τη δημιουργία της γονιδιωματικής βιβλιοθήκης και την επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων, είναι απαραίτητο τα μετασχηματισμένα και τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να μην έχουν ανθεκτικότητα στα ίδια αντιβιοτικά.

Άρα οι ενδεικνυόμενοι συνδυασμοί είναι:

Βακτήριο Α και πλασμίδιο 2, ώστε με προσθήκη καναμυκίνης τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Βακτήριο Β και πλασμίδιο 1, ώστε με προσθήκη αμπικιλίνης τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Βακτήριο Β και πλασμίδιο 3 ώστε με προσθήκη στρεπτομυκίνης, τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Βακτήριο Β και πλασμίδιο 4, ώστε με προσθήκη συνδυασμού αμπικιλίνης και στρεπτομυκίνης τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Βακτήριο Γ και πλασμίδιο 4, ώστε με προσθήκη στρεπτομυκίνης τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Βακτήριο Γ και πλασμίδιο 3, ώστε με προσθήκη στρεπτομυκίνης τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια να θανατώνονται.

Γ2. Ο τύπος κληρονομικότητας της β-θαλασσαιμίας είναι γνωστός, δηλαδή αυτοσωμικός υπολειπόμενος, όπως επιβεβαιώνεται από το γενεαλογικό δέντρο. Η ασθένεια ελέγχεται από πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια (πάνω από 300), εδώ όμως έχουμε το φυσιολογικό αλληλόμορφο Β και 2 από τα μεταλλαγμένα β_1 και β_2 .

Το φυσιολογικό αλληλόμορφο Β δεν κόβεται από καμία Π.Ε., άρα έχει μήκος 500 ζ.β.

Η Π.Ε. E1 κόβει το β_1 σε δύο θραύσματα. Η Π.Ε. E2 κόβει το β_2 σε δύο θραύσματα.

Παρατηρούμε ότι το άτομο I_2 που πάσχει έχει 2 αλληλόμορφα, που κόβονται από την E1 σε 100 και 400 ζ.β. Αφού δεν κόβονται από την E2, ο γονότυπος του ατόμου I_2 είναι $\beta_1\beta_1$.

Παρατηρούμε ότι το άτομο Π_4 που πάσχει έχει 2 αλληλόμορφα που κόβονται από την E2 σε 200 και 300 ζ.β. Αφού δεν κόβονται από την E1, ο γονότυπος του Π_4 είναι $\beta_2\beta_2$.

Γ3. Γονότυποι ατόμων:

I_1 : BB

I_2 : $\beta_1\beta_1$

I_3 : $B\beta_2$

I_4 : $B\beta_2$

(οι I_3 και I_4 αποκτούν το Π_4 άρα είναι φορείς)

Π_1 : $B\beta_1$

Π_2 : $B\beta_1$

Π_3 : $B\beta_2$

Π_4 : $\beta_2\beta_2$

Π_3 : $\beta_1\beta_2$

Ο γονότυπος του Π_3 επιβεβαιώνεται και από τον πίνακα Γ όπου φαίνεται ότι το γονίδιο β_1 κόβεται με την E1 σε 100 και 400 ζ.β., αλλά όχι με την E2 (500 ζ.β.) και το γονίδιο β_2 κόβεται με την E2 σε 200 και 300 ζ.β. αλλά όχι με την E1 (500 ζ.β.).

Γ4. Ο γονότυπος του ατόμου Π_3 είναι $B\beta_2$. Το γονίδιο B θα δώσει 1 κομμάτι μήκους 500 ζ.β. αφού δεν κόβεται ούτε από την E1 ούτε από την E2. Το γονίδιο β_2 κόβεται από την E2 σε 2 θραύσματα 200 ζ.β. και 300 ζ.β. αλλά δεν κόβεται από την E1. Άρα θα προκύψουν 3 διαφορετικά κομμάτια μήκους 500 ζ.β., 300 ζ.β. και 200 ζ.β. με δράση της E2 και 2 ίδια θραύσματα των 500 ζ.β. με δράση της E1.

Γ5. [Προαιρετικά διασταυρώσεις που επιβεβαιώνουν τους γονότυπους των ατόμων του γενεαλογικού δέντρου:

1^η

P: $BB \times \beta_1\beta_1$

Γαμέτες: B β_1

F₁: $B\beta_1$

2^η

P: $B\beta_2 \times B\beta_2$

Γαμέτες: B β_2 , B β_2

F₁: $BB \ B\beta_2 \ B\beta_2 \ \beta_2\beta_2$]

3^η

P: $(\Pi_2) B\beta_1 \times (\Pi_3) B\beta_2$

Γαμέτες: B β_1 , B β_2

F₁: $BB \ B\beta_1 \ B\beta_2 \ \beta_1\beta_2$

Κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός και δεν επηρεάζεται από το αποτέλεσμα προηγούμενων κυήσεων. Η γονοτυπική αναλογία της τρίτης διασταύρωσης είναι:

$$1 \text{ BB} : 1 \text{ B}\beta_1 : 1 \text{ B}\beta_2 : 1 \beta_1\beta_2$$

Συνεπώς η πιθανότητα ένας απόγονος να φέρει το β_2 είναι $\frac{1}{2}$.

Τα παραπάνω στηρίζονται στον 1^ο νόμο του Mendel, σελ. 75 σχολικού βιβλίου τεύχος Β: «Ο τρόπος με τον οποίο ... αλληλόμορφων γονιδίων.»

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Α. αλυσίδα ΙΙ: αντιστοιχεί στο cDNA

Αλυσίδα Ι: αντιστοιχεί στην αλυσίδα του γονιδίου

Β. Η αλυσίδα Ι είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Αιτιολόγηση: Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με την μη κωδική. Το mRNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την μη κωδική. Το cDNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με το mRNA. Άρα με την αντίστροφη μεταγραφή συντίθεται στην ουσία η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου (χωρίς εσώνια) δηλαδή cDNA = μη κωδική χωρίς εσώνια.

Έτσι το cDNA (μη κωδική) (ΙΙ) είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την κωδική (Ι).

Γ. Αντιπροσωπεύουν 2 εσώνια του γονιδίου δηλαδή ενδιάμεσες αλληλουχίες που μεταγράφονται αλλά δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Επειδή το cDNA συντίθεται από ώριμο mRNA, από το οποίο έχουν αποκοπεί τα εσώνια κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης, όταν θα υβριδοποιηθεί το cDNA με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου στην οποία υπάρχουν τα 2 εσώνια, αυτά θα δημιουργήσουν 'θηλιές' που δεν υβριδοποιούνται.

Δ2. Συμβολισμός γονιδίων:

X^A : φυσιολογικό φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο

X^a : υπολειπόμενο φυλοσύνδετο υπεύθυνο γονίδιο για την ασθένεια

Γονότυπος πατέρα: $X^A Y$

Γονότυπος μητέρας: $X^A X^a$. Θεωρούμε τη μητέρα φορέα δηλαδή ότι φέρει το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο.

Παρατηρούμε από τη διασταύρωση τους ότι δε μπορούν να αποκτήσουν κόρη που πάσχει με φυσιολογικό καρυότυπο.

P: $X^A X^a \times X^A Y$
 Γαμέτες: $X^A X^a$, $X^A Y$
 F₁: $X^A X^a X^A X^A X^A Y X^a Y$

Άρα εξετάζουμε περιπτώσεις μεταλλάξεων:

1^{ος} μηχανισμός: Γονιμοποίηση ωαρίου με 2 χρωμοσώματα $X^a X^a$ με σπερματοζώαριο χωρίς φυλετικό χρωμόσωμα (0).

Το ωάριο ($X^a X^a$) μπορεί να προκύψει από μη διαχωρισμό των αδερφών χρωματίδων του X^a στη μείωση 2, σε άωρο γεννητικό κύτταρο της μητέρας οπότε προκύπτει ωάριο με τα 2 φυλετικά χρωμοσώματα $X^a X^a$

Το σπερματοζώαριο (0) προκύπτει από μη διαχωρισμό είτε των φυλετικών χρωμοσωμάτων $X^A Y$ σε άωρο γεννητικό κύτταρο του πατέρα στη μείωση 1 είτε των αδερφών χρωματίδων του X^A ή του Y χρωμοσώματος στη μείωση 2.

Έτσι δημιουργείται ζυγωτό με 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και 2 φυλετικά χρωμοσώματα $X^a X^a$ (μόνο μητρικής προέλευσης) δηλαδή φυσιολογικό αριθμό χρωμοσωμάτων.

2^{ος} μηχανισμός: σε σπερματοζώαριο (ή σε άωρο γεννητικό κύτταρο) του πατέρα έγινε γονιδιακή επιβλαβής μετάλλαξη στο χρωμόσωμα X, στο γονίδιο A που το κατέστησε ανενεργό (πχ. Αντικατάσταση, προσθήκη ή έλλειψη βάσεων) και το μετέτρεψε σε X^a . Γονιμοποίηση τέτοιου σπερματοζωαρίου με ωάριο της μητέρας που έχει το X^a δίνει κόρη $X^a X^a$ και φυσιολογικό αριθμό χρωμοσωμάτων. (άλλοι ενδεικτικοί μηχανισμοί: έλλειψη στο X^a του πατέρα (X^-) ή μετατόπιση ή αναστροφή δηλαδή δομικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες που 'αφαιρούν τη δράση' του φυσιολογικού γονιδίου).

Δ5.

A. Με βάση τον γενετικό κώδικα τα πιθανά κωδικόνια της φυσιολογικής πρωτεΐνης είναι:

Φυσιολογική πρωτεΐνη: $\text{NH}_2 - \text{met} - \text{his} - \text{arg} - \text{leu} - \text{trp} - \text{gly} - \text{asp} - \dots$

Κωδικόνια: 5' ... AUG CAU CGU CUU UGG GGU GAU ..3'

CAC	CGU	CUC	GGC	GAC
CGA	CUA		GGA	
CGG	CUG		GGG	
AGA	UUA			
AGG	UUG			

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη A :

Παρατηρούμε αλλαγή μόνο του 4^{ου} αμινοξέος, από leu σε trp. Συνεπώς το κωδικόνιο της leu είναι 5'UUG3' και έγινε αντικατάσταση μίας βάσης:

Η 2^η βάση T της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου αντικαταστάθηκε από G και στη μη κωδική η A από την C , που οδήγησε στο κωδικόνιο 5' UGG 3' της trp.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη B:

Παρατηρούμε πρόωρο τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας και δημιουργείται πενταπεπτίδιο. Άρα το κωδικόνιο της gly μετράπηκε σε κωδικόνιο λήξης. Αυτό μπορεί να συμβεί με αντικατάσταση της 1^{ης} βάσης του κωδικονίου της gly 5'GGA3' G από T στην κωδική και C από A στη μη κωδική αλυσίδα που οδήγησε σε κωδικόνιο λήξης 5'UGA3'

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: παρατηρούμε αλλαγή όλων των αμινοξέων από την met και μετά, άρα πρόκειται για αλλαγή στη 'διαδρομή τριπλέτας' (αναγνωστικό πλαίσιο).

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Γ: $\text{NH}_2 - \text{met} - \text{thr} - \text{gly} - \text{cys} - \text{gly} - \text{glu} - \text{thr} - \dots$

Κωδικόνια : 5' AUG ACU GGU UGU GGU GAA ACU

ACC	GGC	UGC	GGC	GAG	ACC
ACA	GGA		GGA		ACA
ACG	GGG		GGG		ACG

Έγινε έλλειψη της 1^{ης} βάσης C του 2^{ου} κωδικονίου της arg στην κωδική και συνεπώς της G στη μη κωδική. Έτσι μετατοπίστηκε το πλαίσιο ανάγνωσης και προέκυψαν τα κωδικόνια της μεταλλαγμένης Γ αλυσίδας.

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ

Παρατηρούμε αλλαγή της αλληλουχίας των αμινοξέων μετά την his.

ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ: • Κύπρου 51, τηλ. 2109941471, 2109935566 • Γερουλάνου 103, τηλ. 2109911067

ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ: • Ναυαρίνου 12, τηλ. 2109944396,

ΓΑΥΦΑΔΑ: Λ. Βουλιαγμένης 147 & Πραξιτέλους 2, τηλ. 2109680008

email : support@romvos.edu.gr

Μεταλλαγμένη πρωτεΐνη Δ : NH₂ – met – his – met – trp – leu – trp – gly – asp ...

Κωδικόνια : 5' AUG CAU AUG UGG CUU UGG GGU GAU
CAC CUC GGC GAC
CUA GGA
CUG GGG
UUA
UUG

Πρόκειται για προσθήκη 3 βάσεων 5'TGT3' εντός του κωδικονίου της arg στην κωδική (και 3'ACA5' στη μη κωδική) δηλαδή 5'AGG3' έγινε 5'ATGTGG3'

B. 5'ATGCACAGGTTGTGGGGAGAC3'

Σχολιασμός Απαντήσεων

Τα θέματα απαιτούσαν συνδυαστική σκέψη, παρατηρητικότητα, εμβάθυνση στην ύλη και πλήρη κατανόηση των βιολογικών εννοιών και μηχανισμών που πραγματεύεται το σχολικό βιβλίο.

Επιμέλεια Απαντήσεων:

Ηρώ Παπαδάκη, Ευγενία Οικονομίδου