

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021

ΜΑΘΗΜΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΓΕΛ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ – ΖΩΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ- ΒΕΛΙΣΣΑΡΙΟΣ ΚΥΤΡΙΔΗΣ – ΠΑΠΠΑ ΓΙΩΤΑ





**ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ 2021**

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

**Α1.** α

**Α2.** γ

**Α3**. δ

**Α4.** β

**Α5.** γ

**ΘΕΜΑ Β**

**Β1.**

1. Α

2. Γ

3. Β

4. Α

5. Γ

6. Β

7. Α

**Β2.** Η δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι μία από τις λίγες γενετικές ασθένειες της οποίας ο μηχανισμός δημιουργίας έχει μελετηθεί διεξοδικά. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα διάγνωσης της ασθένειας με τη χρησιμοποίηση πολλών διαφορετικών τεχνικών. Μία από αυτές είναι η παρατήρηση της μορφολογίας των ερυθρών κυττάρων σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Στην περίπτωση όπου το άτομο πάσχει, τα ερυθροκύτταρά του παίρνουν δρεπανοειδές σχήμα (δοκιμασία δρεπάνωσης). Για τη διάγνωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας χρησιμοποιούνται επίσης τεχνικές που επιτρέπουν τον προσδιορισμό της αιμοσφαιρίνης HbS στα ερυθροκύτταρα όπως και τον εντοπισμό του μεταλλαγμένου γονιδίου βς.

**Β3.** Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας και αποτελούν το 1-2% του βακτηριακού DNA. Ένα βακτήριο μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα πλασμίδια, τα οποία αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχονται στα πλασμίδια υπάρχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά και γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου, καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες.

Μία αποικία είναι ένα σύνολο από μικροοργανισμούς, που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό. Οι αποικίες είναι ορατές με γυμνό οφθαλμό.

Μια πιθανή εξήγηση θα μπορούσε να αποτελεί η περίπτωση μεταφοράς πλασμιδίου από το στέλεχος Α στο στέλεχος Β (ή το αντίστροφο) και με αυτόν τον τρόπο να προκύψουν βακτήρια και με τα δυο πλασμίδια που θα είναι ανθεκτικά και στα δυο αντιβιοτικά.

Σημείωση: Δεν μπορούμε να αποκλείσουμε και την περίπτωση μετάλλαξης σε ένα από τα δυο στελέχη που θα μπορούσε να προκαλέσει ανθεκτικότητα και στο άλλο αντιβιοτικό.

**Β4.** Κάθε ριβόσωμα αποτελείται από δύο υπομονάδες, μια μικρή και μια μεγάλη, και έχει μία θέση πρόσδεσης του mRNA στη μικρή υπομονάδα και δύο θέσεις εισδοχής των tRNA στη μεγάλη υπομονάδα. Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον, κάθε μόριο tRNA διαθέτει μια ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.

Κατά την επιμήκυνση ένα δεύτερο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό του δεύτερου κωδικονίου του mRNA τοποθετείται στην κατάλληλη εισδοχή του ριβοσώματος, μεταφέροντας το δεύτερο αμινοξύ. Μεταξύ της μεθειονίνης και του δεύτερου αμινοξέος σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός και αμέσως μετά, το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα όπου συνδέεται πάλι με μεθειονίνη, έτοιμο για επόμενη χρήση. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA, πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα δύο αμινοξέα. Έτσι αρχίζει η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Στη συνέχεια το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA κατά ένα κωδικόνιο. Ένα τρίτο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ του. Ανάμεσα στο δεύτερο και στο τρίτο αμινοξύ σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα συνεχίζει να αναπτύσσεται καθώς νέα tRNA μεταφέρουν αμινοξέα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μόλις προσδένεται στο ριβόσωμα το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ βαλίνη απομακρύνεται από αυτό το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη, και διαθέτει ως αντικωδικόνιο το 3’UAC 5’ που είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με το κωδικόνιο 5’AUG 3’ που κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη.

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.** Η θέση έναρξης της αντιγραφής βρίσκεται στο Β και το πρωταρχικό τμήμα που τοποθετείται πρώτο στην ασυνεχή αλυσίδα είναι το 2.

**Γ2.** Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Επειδή τα ένζυμα αυτά δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα. DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.

Πρωταρχικό τμήμα 1: 5’ GUGAU 3’

Πρωταρχικό τμήμα 2: 5’ GCUUA 3’

Πρωταρχικό τμήμα 3: 5’ GCUUG 3’

3’ CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTCG 5’ Μητρική 1

5’ GUGAUCGGTCGAAGCGCUUATCGATGCCAAGC 3’ Θυγατρική 1

5’ GTGATCGGTCGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC 3’ Μητρική 2

3’ CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGUUCG 5’ Θυγατρική 2

Επομένως τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια με ουρακίλη που τοποθετεί το πριμόσωμα θα είναι 6 (πράσινα), ενώ τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια με γουανίνη που τοποθετεί η DNA πολυμεράση είναι 13 (μπλε).

**Γ3.** Οι DNA πολυμεράσες απομακρύνουν τα πρωταρχικά τμήματα RNA και τα αντικαθιστούν με τμήματα DNA. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3’ άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5’ προς 3’. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5’→3’. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες.

3’ CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTCG 5’ Μητρική 1

5’ GUGAUCGGTCGAAGCGCUUATCGATGCCAAGC 3’ Θυγατρική 1

5’ GTGATCGGTCGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC 3’ Μητρική 2

3’ CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGUUCG 5’ Θυγατρική 2

Μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής τα 18 νουκλεοτίδια με γουανίνη θα είναι ραδιενεργά (μπλε).

**Γ4.** Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο Escherichia coli (Εικόνα 4.2). Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία: 5’-G Α Α Τ Τ C-3’

3’-C Τ Τ A A G-5’ στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του Α (με κατεύθυνση 5’→3’) αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα αυτά μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τις συμπληρωματικές βάσεις άλλων κομματιών DNA που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο.

Τα πλασμίδια που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης πρέπει να διαθέτουν την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI μία μόνο φορά. Έτσι τα πλασμίδια κόβονται από την EcoRI σε αυτή τη θέση και δημιουργείται ένα γραμμικό μόριο DNA με μονόκλωνα άκρα.

Το πλασμίδιο Α της εικόνας 2 διαθέτει την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI μία μόνο φορά και έτσι είναι το κατάλληλο ως φορέας κλωνοποίησης.

**Γ5.**

3’ CCCCCTTAAGTACA 5’ *Ανιχνευτής*

5’ GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG 3’

3’ CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTTCTCACTTAAGCCCC 5’

Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο Escherichia coli (Εικόνα 4.2). Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία: 5’-G Α Α Τ Τ C-3’

3’-C Τ Τ A A G-5’ στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του Α (με κατεύθυνση 5’→3’) αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα αυτά μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τις συμπληρωματικές βάσεις άλλων κομματιών DNA που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο.

Το mRNA που παράγεται κατά την μεταγραφή είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο της μη κωδικης αλυσιδας.  Αντίστοιχα η κωδική αλυσίδα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη της μη κωδικης.  Επομένως η κωδική αλυσίδα και το mRNA έχουν την ίδια αλληλουχία και τον ίδιο προσανατολισμό με τη διαφορά ότι στο mRNA θα υπάρχει η βάση U αντί για Τ.  Εξάλλου ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο προέρχεται. Παρατηρούμε ότι διαβάζοντας την επάνω αλυσίδα από αριστερά προς τα δεξιά υπάρχει το κωδικόνιο έναρξης 5’ ATG 3’ και διαβάζοντας τα νουκλεοτίδια ανά 3 χωρίς να παραλείπουμε κανένα καθώς ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας, τριπλέτας, συνεχής και μη επικαλυπτόμενος, ότι υπάρχει κωδικόνιο λήξης το οποίο είναι το 5’ TGΑ 3’. Επομένως η επάνω αλυσίδα είναι η κωδική.

Για να εκφραστεί το γονίδιο στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, θα πρεπεί να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε μετά τον υποκινητή του πλασμιδίου να βρίσκεται το 5’ άκρο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου.

Σημείωση: αποφεύγουμε ο ανιχνευτής να υβριδοποιεί μονάχα κωδικόνια, γιατί τότε δεν θα μπορούσε να γίνει η επιθυμητή διάκριση

**ΘΕΜΑ Δ**

**Δ1.** Οι γονείς του Νίκου, Κώστας και Ελένη, είναι ετερόζυγοι, επειδή είναι υγιείς και απέκτησαν ασθενή απόγονο. Ο Κώστας είναι σίγουρο ότι κληρονόμησε το φυσιολογικό αλληλόμορφο από τη μητέρα του (γιαγιά 1) και το παθολογικό αλληλόμορφο από τον πατέρα του (παππούς 1). Με τη σειρά του, κληροδότησε το παθολογικό αλληλόμορφο στο Νίκο. Επομένως, το 21ο χρωμόσωμα του παππού 1 μεταβιβάστηκε στο Νίκο. Ταυτόχρονα, μεταβιβάστηκε και το Υ χρωμόσωμα που καθορίζει το αρσενικό φύλο. Τελικά, είναι τουλάχιστον 2 τα χρωμοσώματα που ο Νίκος κληρονόμησε από τον πατέρα του πατέρα του.

**Δ2.** Οι τρεις διαφορετικές αλληλουχίες της Μαρίας φανερώνουν ότι συνέβη μη διαχωρισμός ομόλογων χρωμοσωμάτων του 21ου ζεύγους, κατά την 1η μειωτική διαίρεση, στον έναν από τους δύο ετερόζυγους γονείς. Άρα, είναι σίγουρο ότι η Μαρία κληρονόμησε τόσο φυσιολογικό, όσο και παθολογικό αλληλόμορφο από τον έναν γονέα. Οποιοδήποτε γονίδιο και αν κληρονόμησε από τον άλλο γονέα, διαθέτει σίγουρα το επικρατές φυσιολογικό. Έτσι, η Μαρία δεν πάσχει από ομοκυστινουρία.

**Δ3.** Το διαφορετικό φαινοτυπικό πρότυπο μεγέθους κεραιών μεταξύ θηλυκών και αρσενικών απογόνων της F2 καταδεικνύει ότι ο χαρακτήρας αυτός είναι φυλοσύνδετος. Αναγκαστικά λοιπόν, το σχήμα των φτερών είναι αυτοσωμικός χαρακτήρας (αφού τα γονίδια βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων).

**Δ4.** Ο μεγαλύτερος αριθμός απογόνων με μικρές κεραίες και με κανονικά φτερά δηλώνει ότι το γονίδιο των μικρών κεραιών επικρατεί του γονιδίου των μεγάλων και το γονίδιο των κανονικών φτερών επικρατεί αυτού των ατροφικών φτερών.

Έστω ΧΚ: μικρές κεραίες Χκ: μεγάλες κεραίες &

Α: κανονικά φτερά α: ατροφικά φτερά.

Παρατηρούμε ότι η φαινοτυπική αναλογία στον πληθυσμό της F2 είναι 3:1 τόσο στον χαρακτήρα των κεραιών, όσο και στο χαρακτήρα των φτερών. Ο μόνος τρόπος για να προκύψει μια τέτοια αναλογία είναι να διασταυρωθούν στην F1 γενιά θηλυκά άτομα γονοτύπου ΧΚΧκΑα με αρσενικά άτομα γονοτύπου ΧΚΥΑα.

Για να προκύψουν οι συγκεκριμένοι γονότυποι στην F1 υπάρχουν δύο εκδοχές γονέων της Ρ.

1η : ΧΚΧΚΑΑ x ΧκΥαα

2η : ΧΚΧΚαα x ΧκΥΑΑ

Αναλυτικά οι παραπάνω διασταυρώσεις:

1η : Ρ: ΧΚΧΚΑΑ x ΧκΥαα

F1

|  |  |
| --- | --- |
|  | ΧΚΑ |
| Χκα | ΧΚΧκΑα |
| Υα | ΧΚΥΑα |

2η : Ρ: ΧΚΧΚαα x ΧκΥΑΑ

F1

|  |  |
| --- | --- |
|  | ΧΚα |
| ΧκΑ | ΧΚΧκΑα |
| ΥΑ | ΧΚΥΑα |

Σε οποιαδήποτε εκδοχή, η F2 γενιά προκύπτει από επαναδιασταύρωση των ατόμων της F1. Δηλ.

ΧΚΧκΑα x ΧΚΥΑα

F2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ΧΚΑ | ΧκΑ | ΧΚα | Χκα |
| ΧΚΑ | ΧΚΧΚΑΑ | ΧΚΧκΑΑ | ΧΚΧΚΑα | ΧΚΧκΑα |
| ΧΚα | ΧΚΧΚΑα | ΧΚΧκΑα | ΧΚΧΚαα | ΧΚΧκαα |
| ΥΑ | ΧΚΥΑΑ | ΧκΥΑΑ | ΧΚΥΑα | ΧκΥΑα |
| Υα | ΧΚΥΑα | ΧκΥΑα | ΧΚΥαα | ΧκΥαα |

Πράγματι, προκύπτουν οι φαινότυποι και οι αναλογίες που δίνονται.