

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΤΕΤΑΡΤΗ 16 ΙΟΥΝΙΟΥ 2021

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. γ

A3. δ

A4. β

A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1 → Α

2 → Γ

3 → Β

4 → Α

5 → Γ

6 → Β

7 → Α

B2. 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 (βιοχημική δοκιμασία), όπως και τον εντοπισμό του μεταλλαγμένου γονιδίου β^s (μοριακή διάγνωση).

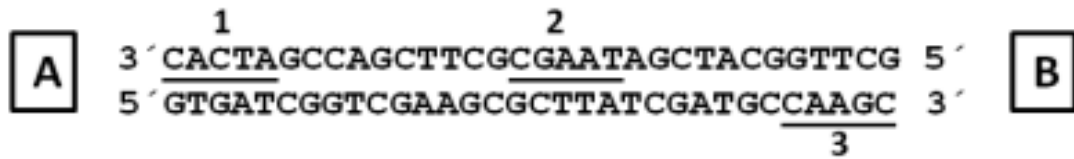
B3. Γνωρίζουμε πως ορισμένα βακτήρια εκτός από το κύριο μόριο DNA έχουν και επιπλέον μόρια γενετικού υλικού, τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια έχουν γονίδια ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά και μπορούν να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA. Μία ακόμη ιδιότητα είναι ότι μπορούν να μεταφέρονται από βακτήριο σε βακτήριο και να προσδίδουν νέες ιδιότητες στα βακτήρια στα οποία εισάγονται, αφού διαθέτουν γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από βακτήριο σε βακτήριο.

Για να προκύψουν, λοιπόν, αποικίες που είναι ανθεκτικές και στα δύο αντιβιοτικά, πιθανότατα, πλασμίδια από το στέλεχος A, που είχαν γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη, μεταφέρθηκαν στα βακτήρια B και τα μετασχημάτισαν. Με αποτέλεσμα, τα βακτήρια B να έχουν ανθεκτικότητα και στα δύο είδη αντιβιοτικών. (Μπορεί να συμβεί και το αντίθετο, δηλαδή πλασμίδια από τα βακτήρια B, να μεταφέρθηκαν στα βακτήρια A).

B4. Κατά την επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας, ένα δεύτερο tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό του δευτέρου κωδικονίου του mRNA τοποθετείται στην κατάλληλη θέση εισδοχής του ριβοσώματος, μεταφέροντας το δεύτερο αμινοξύ. Μεταξύ της μεθειονίνης (πρώτο αμινοξύ) και του δευτέρου αμινοξέος σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός και αμέσως μετά, το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA, πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα δύο αμινοξέα. 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 τρίτο αμινοξύ σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός. Με αυτόν τον τρόπο συνεχίζεται η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Με βάση τα παραπάνω καταλαβαίνουμε πώς τη στιγμή που στο ριβόσωμα φτάνει το tRNA που μεταφέρει τη βαλίνη, επάνω στο ριβόσωμα υπάρχει το tRNA με τη λευκίνη και τη μεθειονίνη και από το ριβόσωμα απομακρύνθηκε το tRNA που μετέφερε τη μεθειονίνη.

Άρα το αντικωδικόνιο είναι 3' – UAC – 5', αφού γνωρίζουμε πως το κωδικόνιο που κωδικοποιεί τη μεθειονίνη είναι 5' – AUG – 3'.

ΘΕΜΑ Γ


Εικόνα 1

Γ1. Η θέση έναρξης της αντιγραφής βρίσκεται στη θέση Β. Το πρωταρχικό τμήμα που έχει συντεθεί πρώτο είναι το 2.

Γ2. Με βάση τον κανόνα συμπληρωματικότητας, γνωρίζουμε πως οι αδενίνες ενώνονται μόνο με ουρακίλες (ή θυμίνες) και αντίστροφα, ενώ οι γουανίνες μόνο με κυτοσίνες και αντίστροφα.

Άρα ραδιενεργά ριβονουκλεοτίδια με ουρακίλη, θα τοποθετηθούν απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια με αδενίνη, των μητρικών αλυσίδων. Ραδιενεργά δεοξυριβονουκλεοτίδια με γουανίνη θα τοποθετηθούν απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια με κυτοσίνη, των μητρικών αλυσίδων.

Επειδή η DNA πολυμεράση δεν μπορεί να ξεκινήσει την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα σύμπλοκο ενζύμων, το πριμόσωμα, που τοποθετεί συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής, τα λεγόμενα πρωταρχικά τμήματα. Άρα, στα υπογραμμισμένα σημεία παρατηρούμε υπάρχουν 6 αδενίνες, άρα το πριμόσωμα θα τοποθετήσει 6 ραδιενεργές ουρακίλες.

Η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων θα τοποθετήσει 13 ραδιενεργές γουανίνες, αφού στις μητρικές αλυσίδες υπάρχουν 13 ραδιενεργές κυτοσίνες (χωρίς να μετράμε αυτές που αντιστοιχούν στα πρωταρχικά τμήματα).

Γ3. Γνωρίζουμε πως οι DNA πολυμεράσες αντικαθιστούν τα πρωταρχικά τμήματα RNA με τμήματα DNA.

Μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής θα υπάρχουν 18 ραδιενεργά νουκλεοτίδια. Θα είναι οι 13 γουανίνες που τοποθέτησε η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των θυγατρικών αλυσίδων, αλλά και 5 ακόμη γουανίνες κατά την αντικατάσταση των πρωταρχικών τμημάτων, αφού παρατηρούμε 5 κυτοσίνες στα υπογραμμισμένα τμήματα. (Προφανώς, οι ραδιενεργές ουρακίλες θα απομακρυνθούν.)

Γ4. Γνωρίζουμε πως η EcoRI αναγνωρίζει την αλληλουχία

5' GAATTC 3'
 3' CTTAAG 5'

και κόβει μεταξύ G και A, με κατεύθυνση 5' προς 3'. Γνωρίζουμε, επίσης, πως το πλασμίδιο που θα χρησιμοποιήσουμε ως φορέα κλωνοποίησης πρέπει να έχει την αλληλουχία αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης μία και μόνο φορά.

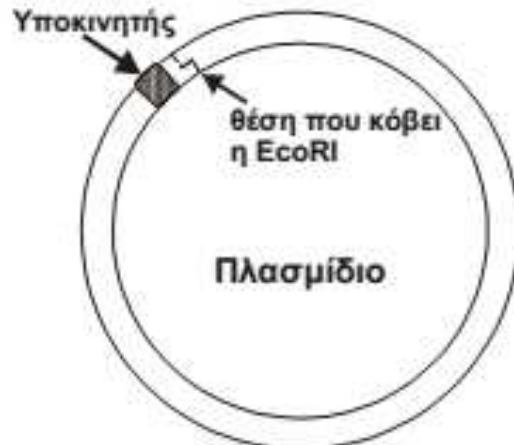
Στο πλασμίδιο A, οι δύο αλληλουχίες αναγνώρισης δεν έχουν την ίδια κατεύθυνση, οπότε όπως και αν είναι ο προσανατολισμός των αλυσίδων, θα αναγνωρίζεται μόνο η μία αλληλουχία και θα κόβεται μόνο μία φορά. Αντίθετα, στο πλασμίδιο B, οι δύο αλληλουχίες αναγνώρισης έχουν την ίδια κατεύθυνση, οπότε θα κοπεί δύο φορές ή καμία, ανάλογα με τον προσανατολισμό.

Άρα το επιθυμητό πλασμίδιο είναι το A.

Γ5.

GAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTC
CTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAG

Εικόνα 3



Εικόνα 4

GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG
CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAGCCCC

Εικόνα 5

Γνωρίζουμε πως οι ανιχνευτές είναι μονόκλωνες ιχνηθετημένες αλυσίδες DNA ή RNA, συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο κομμάτι DNA που ψάχνουμε να βρούμε.

Η EcoRI, όποτε συναντά την αλληλουχία 5' GAATTC 3'
3' CTTAAG 5' κόβει μεταξύ της G και A, με κατεύθυνση 5' προς 3', αφήνοντας μονόκλινα άκρα.

Αφού το συγκεκριμένο τμήμα κόβεται από την EcoRI, τα άκρα του τμήματος της εικόνας 3 θα είναι τα εξής:

5' 3'

3' 5'

Αφού το τμήμα κωδικοποιεί πενταπεπτίδιο, πρέπει να υπάρχουν έξι κωδικόνια, από το κωδικόνιο έναρξης μέχρι και το κωδικόνιο λήξης, το οποίο δεν κωδικοποιεί αμινοξύ.

Η μη κωδική αλυσίδα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με το mRNA και την κωδική, άρα η κωδική έχει ίδιο προσανατολισμό και αλληλουχία με το mRNA, με τη διαφορά όπου υπάρχει U στο mRNA, υπάρχει T στην κωδική. Ο όρος κωδικόνιο δεν αναφέρεται μόνο στο mRNA αλλά και στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Στο mRNA έχουμε κωδικόνιο έναρξης 5'-AUG-3' και λήξης ένα από τα 5'-UGA-3', 5'-UAA-3', 5'-UAG-3'. Άρα στην κωδική θα υπάρχει κωδικόνιο έναρξης 5'-ATG-3' και ένα λήξης 5'-TGA-3', 5'-TAA-3', 5'-TAG-3'.

Κωδική αλυσίδα είναι η επάνω γιατί εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης 5'-ATG-3', από αριστερά προς δεξιά, από το οποίο προχωρώντας με βήμα τριπλέτας, συνεχόμενα και μη επικαλυπτόμενα καταλήγουμε σε κωδικόνιο λήξης 5'-TGA-3', με συνολικά έξι κωδικόνια. (ισχύει και για το τμήμα στην εικόνα 3 και στην εικόνα 5).

Γνωρίζουμε πως η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και μεταγράφει τη μη κωδική αλυσίδα με κατεύθυνση 5' προς 3', συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα. Καταλαβαίνουμε πως το 5' άκρο της κωδικής και το 3' της μη κωδικής είναι προς τη μεριά του υποκινητή. Με βάση την εικόνα 4 θα πρέπει η κωδική αλυσίδα να τοποθετηθεί στην εξωτερική αλυσίδα του πλασμιδίου.

Ο ανιχνευτής θα πρέπει να υβριδοποιεί τμήμα του γονιδίου και του φορέα κλωνοποίησης, για να είμαστε σίγουροι πως το γονίδιο έχει ενσωματωθεί με τον σωστό τρόπο. (Μπορούμε να επιλέξουμε 14 βάσεις από τα

αριστερά της κωδικής ή της μη κωδικής αλυσίδας, ή 14 βάσεις από τα δεξιά της κωδικής ή της μη κωδικής αλυσίδας).

Μία πιθανή αλληλουχία του ανιχνευτή είναι:

3' – CCCCTTAAGTACA – 5'

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ο Νίκος πάσχει από ομοκυστινουρία, άρα έχει κληρονομήσει ένα υπολειπόμενο αλληλόμορφο από κάθε γονέα. Ο πατέρας του, Κώστας, είναι φορέας της ασθένειας. Ο Κώστας έχει κληρονομήσει υποχρεωτικά το υπολειπόμενο αλληλόμορφο, άρα και το 21^ο χρωμόσωμα, από τον παππού 1, όπως επίσης και το φυλετικό χρωμόσωμα Y. Άρα ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που έχει πάρει ο Νίκος από τον παππού 1 είναι 2 (το φυλετικό χρωμόσωμα Y και το 21^ο χρωμόσωμα) και ο μέγιστος είναι 23.

Δ2. Έστω A, το αλληλόμορφο για τον φυσιολογικό φαινότυπο και a, το αλληλόμορφο για την ομοκυστινουρία. Αφού στη Μαρία υπάρχουν τρεις διαφορετικές αλληλουχίες βάσεων, καταλαβαίνουμε πως η Μαρία προέκυψε από έναν φυσιολογικό γαμέτη και έναν μη φυσιολογικό που έχει προκύψει από μη διαχωρισμό στη 1^η μειωτική διαίρεση. Δηλαδή, η Μαρία έχει πάρει υποχρεωτικά από τον γονέα της (είτε μητέρα είτε πατέρα) το επικρατές αλληλόμορφο και θα είναι φυσιολογική, με πιθανούς γονοτύπους AAa ή Aaa.

Δ3. Παρατηρώντας τους απογόνους της F₂ γενιάς καταλαβαίνουμε πως δεν υπάρχει φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο, αφού έχουμε αναλογία φύλου 1 θηλυκό : 1 αρσενικό (800 θηλυκά : 800 αρσενικά).

Όσον αφορά στο μήκος των κεραιών, παρατηρούμε πως ο συγκεκριμένος χαρακτήρας δεν κληρονομείται με τον ίδιο τρόπο ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά άτομα, οπότε καταλαβαίνουμε πως ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο, με επικρατές χαρακτηριστικό τις μικρές κεραίες (1200 άτομα με μικρές) και υπολειπόμενο τις μεγάλες (400 άτομα με μεγάλες).

Επειδή τα γονίδια που ελέγχουν τους δύο χαρακτήρες εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων και αφού το γονίδιο για το μήκος των πτερύγων είναι φυλοσύνδετο, το γονίδιο που ελέγχει το σχήμα των φτερών θα είναι, υποχρεωτικά, αυτοσωμικό (2^{ος} νόμος Mendel). Με το αλληλόμορφο για τα κανονικά φτερά να επικρατεί έναντι του

αλληλομόρφου για τα ατροφικά, από την αναλογία 3 με κανονικά φτερά : 1 με ατροφικά (1200 με κανονικά : 400 με ατροφικά).

Δ4. Έστω K , το αλληλόμορφο για τα κανονικά φτερά και k , το αλληλόμορφο για τα ατροφικά.

Έστω X^M , το αλληλόμορφο υπεύθυνο για τις μικρές κεραίες και X^m , το αλληλόμορφο για τις μεγάλες κεραίες.

Για του γονοτύπους της F_1 γενιάς.

Για να προκύψουν τα θηλυκά άτομα στην F_2 γενιά μόνο με μικρές κεραίες, καταλαβαίνουμε πως στην F_1 γενιά ο πατέρας θα πρέπει να έχει γονότυπο X^MY . Για να προκύψουν αρσενικοί απόγονοι στην F_2 και με μικρές και με μεγάλες, καταλαβαίνουμε πως στην F_1 γενιά η μητέρα θα πρέπει να είναι ετερόζυγη, X^MX^m .

Για να προκύψει στην F_2 γενιά φαινοτυπική αναλογία 3 με κανονικά φτερά : 1 με ατροφικά φτερά, καταλαβαίνουμε πως στην F_1 γενιά τα άτομα πρέπει να είναι ετερόζυγα, Kk .

Συνολικά, για τις δύο ιδιότητες οι γονότυποι των ατόμων της F_1 γενιάς είναι:

KkX^MY

KkX^MX^m

Για τους γονοτύπους της πατρικής γενιάς.

Αφού στην F_1 όλοι οι απόγονοι είναι ετερόζυγοι, όσον αφορά στο σχήμα φτερών, καταλαβαίνουμε πως στην πατρική ο ένας γονέας πρέπει να είναι ομόζυγος στο επικρατές (KK) και ο άλλος ομόζυγος στο υπολειπόμενο (kk).

Όσον αφορά στο μήκος κεραιών, από τους γονοτύπους των ατόμων της F_1 γενιάς, καταλαβαίνουμε πως στην πατρική γενιά η μητέρα θα έχει γονότυπο ομόζυγο για το επικρατές (X^MX^M) και ο πατέρας X^mY .

Συνολικά και για τα δύο χαρακτηριστικά οι γονότυποι των ατόμων της πατρικής γενιάς είναι:

Η μητέρα KKX^MX^M και ο πατέρας kkX^mY ή η μητέρα kkX^MX^M και ο πατέρας KKX^mY .

Οι διασταυρώσεις λοιπόν είναι:

P: $KKX^M X^M (x)$ $κκX^μ Y$ ή $κκX^M X^M (x)$ $KKX^μ Y$

F1: $KκX^M Y (x)$ $KκX^M X^μ$

(κάνουμε τις διασταυρώσεις διϋβριδισμού για επιβεβαίωση)