

Βιολογία Προσανατολισμού Πανελλήνιες 2021

Ενδεικτικές Απαντήσεις

Θέμα Α

A1-α, A2-γ, A3-δ, A4-β, A5-γ

Θέμα Β

B1

1-A, 2- Γ, 3- Β, 4-A, 5-Γ, 6-B, 7-A

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

Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. 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.

Τα βακτήρια στελέχους A που έχουν γονίδια ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη, εφόσον επιβιώνουν και στα δύο αντιβιοτικά, έχουν προσλάβει γενετικό υλικό που περιέχει το γονίδιο ανθεκτικότητας στην πενικιλίνη. Αυτό σημαίνει πως τα βακτήρια αυτά:

- περιέχουν και τα 2 πλασμίδια, ή
- τα γονίδια ανθεκτικότητας και στα 2 αντιβιοτικά έχουν ενσωματωθεί στο κύριο μόριο DNA, ή
- έχει γίνει ανταλλαγή γενετικού υλικού και μεταφορά του γονιδίου που προσδίδει ανθεκτικότητα για την πενικιλίνη από τα πλασμίδια του στελέχους B στα πλασμίδια του στελέχους A.

Αντίστοιχα, μπορεί να έχει μεταφερθεί γενετικό υλικό που περιέχει το γονίδιο ανθεκτικότητας για την αμπικιλίνη από το στέλεχος Α στο στέλεχος Β, με αποτέλεσμα το στέλεχος Β να έχει πλέον ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά.

B4

Το αντικωδικόνιο του tRNA είναι το 3'UAC 5'.

Όταν το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ βαλίνη συνδέεται στη δεύτερη θέση εισδοχής της μεγάλης υπομονάδας του ριβοσώματος, στην πρώτη θέση εισδοχής βρίσκεται το tRNA της λευκίνης που φέρει το διπεπτίδιο μεθειονίνη-λευκίνη. Συνεπώς, το tRNA, που μόλις έχει απομακρυνθεί από το ριβόσωμα είναι αυτό που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη, το οποίο κωδικοποιείται από την τριπλέτα βάσεων 5'AUG 3'.

Θέμα Γ

Γ1

Η ΘΕΑ είναι στη θέση Β. Πρώτο τοποθετείται το πρωταρχικό τμήμα 2.

Γ2

Το πριμόσωμα ενσωματώνει συνολικά 6 ραδιενεργά νουκλεοτίδια. Η DNA πολυμεράση ενσωματώνει συνολικά 13 ραδιενεργά νουκλεοτίδια.

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.

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. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη.

Επομένως,

Η πάνω αλυσίδα αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο και η κάτω αλυσίδα αντιγράφεται με συνεχή τρόπο.

5' **GUGAUCGGT**CGAAGCG**CUUATCGATGCCAAGC**5'
3' **CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTCG**5'

5' GTGATCGGT**CGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC**3'
3' CACTAGCCAG**GCTTCGCGAATAGCTACGGUUCG**5'

Με έντονη γραφή και μπλε χρώμα σημειώνονται τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια που ενσωματώνει το πριμόσωμα, ενώ με μπλε χρώμα σημειώνονται τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια που ενσωματώνει η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων.

Γ3

Η διπλή έλικα ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Έτσι τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούργια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε ημισυντηρητικός.

Η DNA πολυμεράση αντικαθιστά τα πρωταρχικά τμήματα με δεοξυριβονουκλεοτίδια. Συνεπώς τα δύο νέα μόρια DNA θα έχουν την εξής αλληλουχία, μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής.

5' **GTGATCGGTCGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC**5'

3' CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTTCG5'

5' GTGATCGGTCGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC3'

3' CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTTCG5'

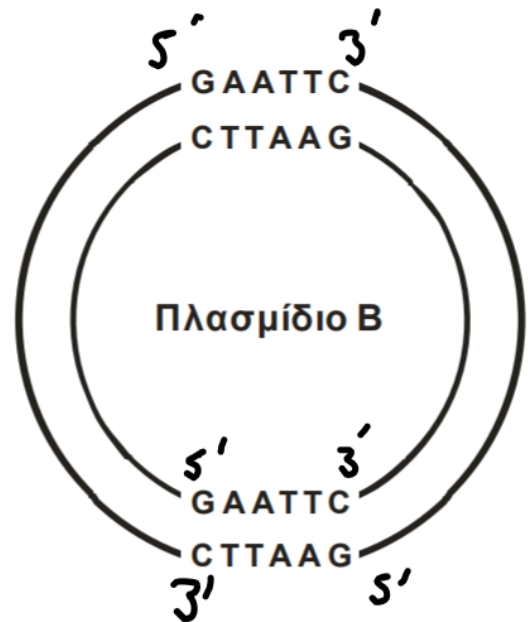
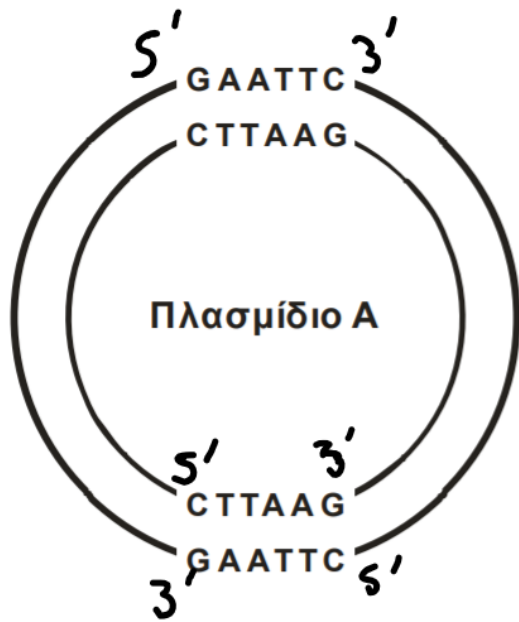
Επομένως, ο συνολικός αριθμός ραδιενεργών νουκλεοτιδίων μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής θα είναι 18.

Με μπλε χρώμα σημειώνονται τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια που ενσωματώνει η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων.

Γ4

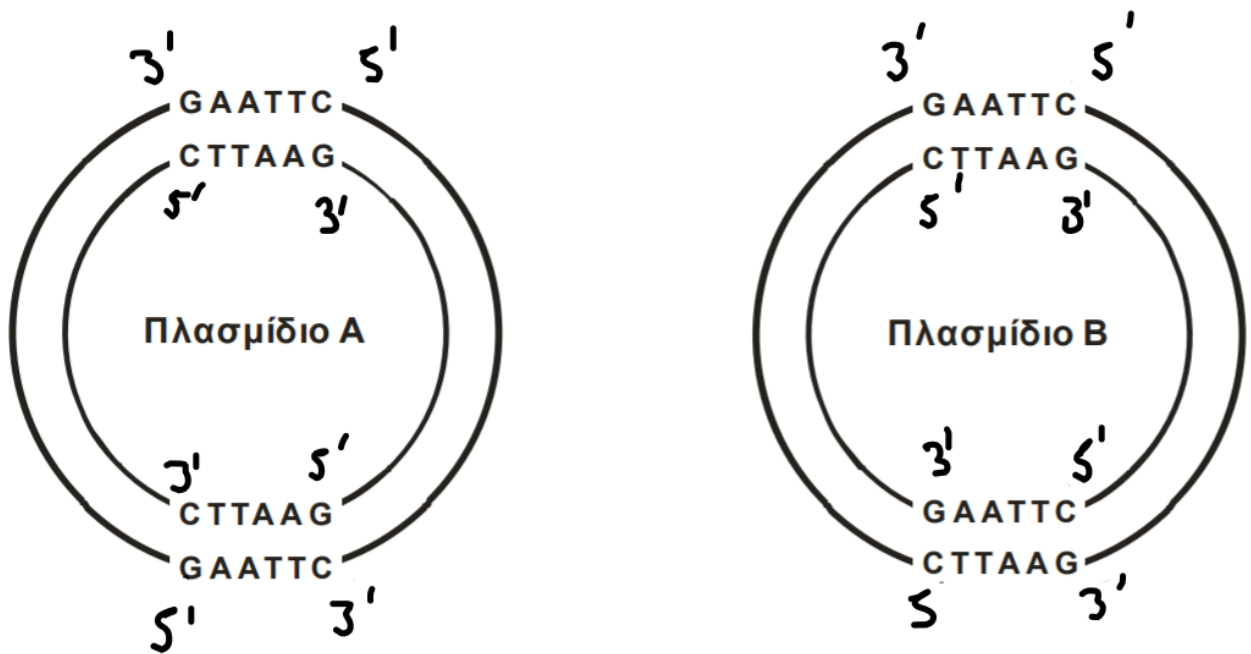
Το πλασμίδιο που χρησιμοποιούμε κατά την κατασκευή μιας γονιδιωματικής βιβλιοθήκης πρέπει να έχουν την αλληλουχία αναγνώρισης από περιοριστική ενδονουκλεάση μόνο μια φορά.

1η περίπτωση



Αν υποθέσουμε ότι οι προσανατολισμοί είναι αυτοί που σημειώνονται στην παραπάνω εικόνα, το Πλασμίδιο Α περιλαμβάνει μία θέση αναγνώρισης για την EcoRI. Αυτό σημαίνει ότι μετά από επώαση με το ένζυμο αυτό, θα προκύψει ένα γραμμικό πλασμίδιο. Το Πλασμίδιο Β περιλαμβάνει δύο θέσεις αναγνώρισης για την EcoRI, οι οποίες βρίσκονται αντιδιαμετρικά. Επομένως, μετά από επώαση του πλασμιδίου αυτού με την EcoRI, θα προκύψουν 2 γραμμικά τμήματα. Συνεπώς, επιλέγουμε το Πλασμίδιο Α.

2η περίπτωση



Αν υποθέσουμε ότι οι προσανατολισμοί είναι αυτοί που σημειώνονται στην παραπάνω εικόνα, το Πλασμίδιο A περιλαμβάνει μία θέση αναγνώρισης για την EcoRI. Αυτό σημαίνει ότι μετά από επώαση με το ένζυμο αυτό, θα προκύψει ένα γραμμικό πλασμίδιο. Το Πλασμίδιο B δεν περιλαμβάνει καμία θέση αναγνώρισης για την EcoRI, Συνεπώς, και σε αυτή την περίπτωση επιλέγουμε το Πλασμίδιο A.

Γ5

Όταν το γονίδιο τοποθετηθεί με το σωστό προσανατολισμό θα προκύψει το παρακάτω τμήμα DNA:

5'GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG3'
3'CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAGCCCC5'

Εάν το γονίδιο τοποθετηθεί ανεστραμμένα θα προκύψει το παρακάτω:

5'GGGGGAATTCACTCTTTGTGAAACATGAATTCGGGG3'
3'CCCCCTTAAGTGAGAAACACTTTGTACTTAAGCCCC5'

Ως ανιχνευτής μπορεί να λειτουργήσει μία αλληλουχία DNA ή RNA που να είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη προς τα άκρα του γονιδίου και πριν τη θέση αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης, έτσι ώστε να διακρίνει μεταξύ των δύο τρόπων ενσωμάτωσης του γονιδίου. Με έντονη γραφή φαίνονται 4 πιθανοί ανιχνευτές.

Θέμα Δ

Δ1

Ο Νίκος έχει κληρονομήσει κατ' ελάχιστο 2 χρωμοσώματα από τον παππού 1. Όσον αφορά την ομοκυστινουρία έχει γονότυπο αα, καθώς οι δύο γονείς του έχουν γονότυπο Αα. Ο παππούς του θα έχει γονότυπο αα, και συνεπώς ο Νίκος κληρονόμησε από τον παππού του με βεβαιότητα το 21ο χρωμόσωμα με το α αλληλόμορφο, διότι το Α αλληλόμορφο του πατέρα του (Κώστας) προέρχεται αναγκαστικά από τη γιαγιά 1. Επιπρόσθετα, ο Νίκος είναι γένους αρσενικού άρα έχει κληρονομήσει και το χρωμόσωμα Υ από τον πατέρα του πατέρα του.

Δ2

Αφού η Μαρία πάσχει από σύνδρομο Down έχει τρία χρωμοσώματα 21. Αυτά τα χρωμοσώματα έχουν διαφορετική αλληλουχία βάσεων, άρα ο μη διαχωρισμός έγινε σε κάποιον από τους δύο γονείς στην πρώτη μειωτική διαίρεση. Εφόσον οι δύο γονείς είναι ετερόζυγοι, ο μη διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων θα οδηγήσει σε γαμέτη Αα, ο οποίος μετά από γονιμοποίηση με γαμέτη Α ή α, θα δώσει γένεση σε άτομο με γονότυπο ΑΑα ή Ααα. Σε κάθε περίπτωση, η Μαρία δεν θα πάσχει από ομοκυστινουρία.

Δ3

Όσον αφορά τις κεραίες:

Όλα τα θηλυκά (800) έχουν μικρές κεραίες, ενώ τα αρσενικά έχουν τα 400 μικρές και τα υπόλοιπα 400 μεγάλες. Η φαινοτυπική αναλογία διαφέρει στα δύο φύλα, άρα το συγκεκριμένο γονίδιο είναι φυλοσύνδετο. Το θηλυκό άτομο της F1 γενιάς πρέπει να είναι ετερόζυγο, διότι υπάρχουν αρσενικά και με μικρές και με μεγάλες κεραίες. Όλα τα θηλυκά της F2 έχουν μικρές κεραίες, άρα το αρσενικό άτομο της F1 γενιάς έχει το επικρατές αλληλόμορφο, που νομοτελειακά είναι οι μικρές κεραίες.

Άρα X^M (μικρές) > X^m (μεγάλες)

Όσον αφορά τα φτερά:

Υπάρχουν τόσο στα αρσενικά όσο και στα θηλυκά, 600 άτομα με κανονικά φτερά και 200 με ατροφικά (φαινοτυπική αναλογία 3:1). Εφόσον μας δίνεται ότι τα γονίδια εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων πρόκειται για χαρακτηριστικό που κληρονομείται με αυτοσωμικό τύπο.

Άρα Κ (κανονικά) > κ (ατροφικά)

Οι γονότυποι των ατόμων της F1 γενιάς θα είναι Κκ.

Δ4

Οι γονότυποι των ατόμων της F1 γενιάς είναι:

$KkX^M X^m$ x $KkX^M Y$

Οι γονότυποι των ατόμων της πατρικής γενιάς όσον αφορά τα φτερά θα είναι ΚΚ και κκ, ενώ όσον αφορά το φυλοσύνδετο γνώρισμα το θηλυκό άτομο της πατρικής γενιάς πρέπει οπωσδήποτε να είναι ομόζυγο στο επικρατές $X^M X^M$ για να προκύπτουν αποκλειστικά αρσενικά άτομα γονότυπου $X^M Y$. Το αρσενικό άτομο της πατρικής γενιάς θα έχει γονότυπο $X^m Y$ ώστε να προκύπτουν μόνο ετερόζυγα θηλυκά $X^M X^m$.

Άρα οι γονότυποι της πατρικής γενιάς είναι:

είτε

$KKX^M X^M$ x $kkX^m Y$

είτε

$kkX^M X^M$ x $KKX^m Y$