

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Θέματα και Απαντήσεις

Επιμέλεια: Ομάδα Βιολόγων



<http://www.othisi.gr>



Τετάρτη, 16 Ιουνίου 2021
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις Α1 έως Α5 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη λέξη ή στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Η μελαγχρωματική ξηροδερμία

- α. οφείλεται σε βλάβες στους μηχανισμούς επιδιόρθωσης του DNA.
- β. είναι μορφή καρκίνου.
- γ. έχει ως αποτέλεσμα το ρετινοβλάστωμα.
- δ. οφείλεται σε μετατροπή πρωτο-ογκογονιδίου σε ογκογονίδιο.

Μονάδες 5

A2. Ο αριθμός των αλληλόμορφων γονιδίων που είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση του παράγοντα VIII και βρίσκονται σε έναν ανθρώπινο γαμέτη αρσενικού ατόμου είναι

- α. ένα.
- β. κανένα.
- γ. ένα ή κανένα.
- δ. δύο.

Μονάδες 5

A3. Ένζυμο που συνδέει δεοξυριβονουκλεοτίδια με 3' - 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό αποτελεί η

- α. DNA ελικάση.
- β. RNA πολυμεράση.
- γ. περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI.
- δ. αντίστροφη μεταγραφάση.

Μονάδες 5

A4. Στο οπερόνιο της λακτόζης, ως επαγωγέας της μεταγραφής των δομικών γονιδίων του οπερονίου λειτουργεί

- α. ο χειριστής.
- β. η λακτόζη.
- γ. η γλυκόζη.
- δ. το ρυθμιστικό γονίδιο.

Μονάδες 5

A5. Σε κάθε δίκλωνο μόριο DNA

- α. η κάθε αλυσίδα έχει μια φωσφορική ομάδα στο ελεύθερο 3' άκρο της.
- β. σε κάθε αλυσίδα η φωσφορική ομάδα συνδέεται με την αζωτούχο βάση.
- γ. και οι δύο αλυσίδες έχουν προσανατολισμό 5' 3'.
- δ. η μία αλυσίδα έχει προσανατολισμό 5' 3' και η άλλη 3' 5'.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

A1. α

A2. γ

A3. δ

A4. β

A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1. Να αντιστοιχίσετε τις λειτουργίες της στήλης I με τον τύπο κυτταρικής διαίρεσης της στήλης II

ΣΤΗΛΗ I
1. Επιχiasμός
2. Σχηματισμός ατράκτου
3. Αντικατάσταση γηρασμένων/κατεστραμμένων κυττάρων
4. Σύναψη ομολόγων χρωμοσωμάτων
5. Χωρισμός αδερφών χρωματίδων
6. Διατήρηση της γενετικής σταθερότητας από κύτταρο σε κύτταρο
7. Διαχωρισμός ομολόγων χρωμοσωμάτων

ΣΤΗΛΗ II
A. Μόνο μείωση
B. Μόνο μίτωση
Γ. Μίτωση και μείωση

Μονάδες 7

B2. Με ποιες τεχνικές γίνεται η διάγνωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας;

Μονάδες 6

B3. Διαθέτουμε δύο (2) στελέχη ενός βακτηρίου. Το στέλεχος A έχει ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη και το στέλεχος B έχει ανθεκτικότητα στην πενικιλίνη. Αναμιγνύουμε τα δύο στελέχη και τα μεταφέρουμε σε στερεό θρεπτικό υλικό που περιέχει και τα δύο αντιβιοτικά. Παρατηρούμε την ανάπτυξη ενός μικρού αριθμού αποικιών. Να εξηγήσετε πώς προκύπτουν οι αποικίες των βακτηρίων, τα οποία είναι ανθεκτικά και στα δύο αντιβιοτικά.

Μονάδες 6

B4. Δίνεται η παρακάτω αλληλουχία αμινοξέων που παράγεται κατά τη μετάφραση ενός γονιδίου ευκαρυωτικού κυττάρου.

NH₂ -μεθειονίνη-λευκίνη-βαλίνη-αλανίνη-προλίνη-COOH

Γράψτε το αντικωδικόνιο του tRNA που μόλις απομακρύνθηκε από το ριβόσωμα, τη στιγμή που το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ βαλίνη, προσδένεται σε αυτό (μονάδα 1). Δικαιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 5).

Δίνεται η αντιστοίχιση κωδικονίων και αμινοξέων

λευκίνη CUU

βαλίνη GUC

αλανίνη GCC

προλίνη CCA

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

B1.

1Α

2Γ

3Β

4Α

5Γ

6Β

7Α

B2. Υπάρχουν διαφορετικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας. Μία από αυτές είναι η παρατήρηση της μορφολογίας των ερυθροκυττάρων 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 (βιοχημικές διαδικασίες) όπως και τον εντοπισμό του μεταλλαγμένου γονιδίου β^S (μοριακή διάγνωση).

B3. Γνωρίζουμε ότι τα πλασμίδια των βακτηρίων έχουν την ικανότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό μεταξύ τους, με το κύριο μόριο DNA καθώς και να μεταφέρονται από το ένα βακτήριο στο άλλο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, κατά την ανάμιξη των δύο στελεχών, πραγματοποιήθηκε μεταφορά του πλασμιδίου με το γονίδιο ανθεκτικότητας είτε από το στέλεχος Α στο στέλεχος Β είτε από το στέλεχος Β στο στέλεχος Α με αποτέλεσμα κάποια από τα βακτήρια να μετασχηματιστούν αποκτώντας

ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά. Στη συνέχεια η μεταφορά των βακτηρίων σε στερεό θρεπτικό υλικό και με τα δύο αντιβιοτικά, επέτρεψε την ανάπτυξη των μετασχηματισμένων βακτηρίων που ήταν ανθεκτικά και στην πενικιλίνη και στην αμπικιλίνη.

(Τουλάχιστον ένα από τα δύο βακτήρια πρέπει να διαθέτει πλασμίδιο που φέρει γονίδιο ανθεκτικότητας στο ένα από τα 2 αντιβιοτικά, ενώ το άλλο να περιέχει το γονίδιο ανθεκτικότητας είτε στο κύριο μόριο DNA του είτε σε κάποιο πλασμίδιο.)

B4. Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε 5' AUG 3' και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Στη συνέχεια η μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος συνδέεται με τη μικρή. 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. Η επιμήκυνση σταματά σε ένα κωδικόνιο λήξης (UGA, UAG ή UAA), επειδή δεν υπάρχουν tRNA που να αντιστοιχούν σε αυτά. Το τελευταίο tRNA απομακρύνεται από το ριβόσωμα και η πολυπεπτιδική αλυσίδα απελευθερώνεται.

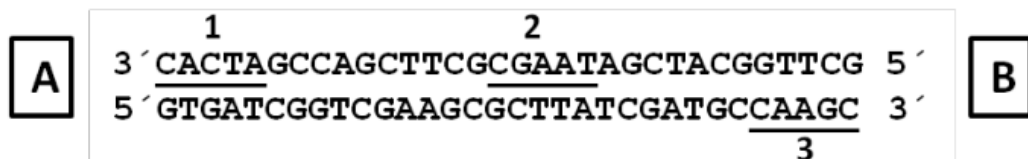
Με βάση τα παραπάνω, όταν στο ριβόσωμα εισέλθει το tRNA που μεταφέρει τη βαλίνη, στην 1^η θέση εισδοχής του ριβοσώματος θα βρίσκεται το tRNA της λευκίνης μεταφέροντας τη μεθειονίνη και τη λευκίνη ενώ θα έχει μόλις αποχωρήσει από το ριβόσωμα το tRNA που μετέφερε τη μεθειονίνη.

Το αντικωδικόνιο είναι μια τριάδα νουκλεοτιδίων του tRNA, συμπληρωματική και αντιπαράλληλη προς ένα κωδικόνιο του mRNA. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το ζητούμενο αντικωδικόνιο είναι

συμπληρωματικό προς το κωδικόνιο που κωδικοποιεί τη μεθειονίνη, δηλαδή το 5' AUG 3', επομένως είναι το 3' UAC 5'.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Δίνεται τμήμα DNA (Εικόνα 1) που αποτελεί μισή θηλιά αντιγραφής. Απέναντι από τα υπογραμμισμένα νουκλεοτίδια θα τοποθετηθούν πρωταρχικά τμήματα.



Εικόνα 1

Το τμήμα αυτό αντιγράφεται σε περιβάλλον που περιέχει όλα τα κατάλληλα νουκλεοτίδια. Τα ριβονουκλεοτίδια με ουρακίλη (U) και τα δεοξυριβονουκλεοτίδια με γουανίνη (G) είναι ραδιενεργά.

Γ1. Σε ποια θέση Α ή Β βρίσκεται η θέση έναρξης της αντιγραφής (μονάδες 2) και ποιο από τα πρωταρχικά τμήματα τοποθετείται πρώτο στην ασυνεχή αλυσίδα (μονάδες 2); Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.

Μονάδες 4

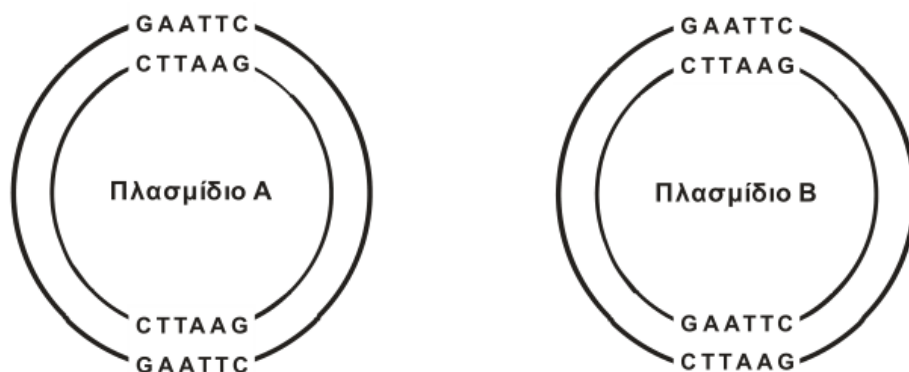
Γ2. Πόσα ραδιενεργά νουκλεοτίδια ενσωματώνει το προμύεωμα κατά τη διάρκεια της αντιγραφής του παραπάνω τμήματος και πόσα η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων (μονάδες 2); Αιτιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 4

Γ3. Πόσα ραδιενεργά νουκλεοτίδια περιέχονται μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής του παραπάνω τμήματος DNA (μονάδες 2); Αιτιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

Γ4. Δίνονται τα πλασμίδια Α και Β (εικόνα 2). Να γράψετε ποιο από τα δύο πλασμίδια είναι κατάλληλο ως φορέας κλωνοποίησης (μονάδα 1) και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).



Εικόνα 2

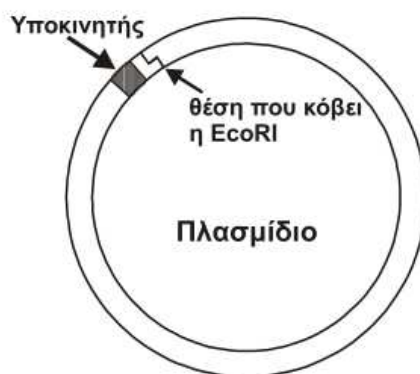
Μονάδες 5

Γ5. Το τμήμα DNA της εικόνας 3 κωδικοποιεί ένα πενταπεπτίδιο που λειτουργεί ως ένζυμο. Το τμήμα αυτό κόβεται από την περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI.

GAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTC
CTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAG

Εικόνα 3

Το τμήμα με τα μονόκλωνα άκρα που προκύπτει από τη δράση της EcoRI εισάγεται με το σωστό προσανατολισμό σε πλασμίδιο (Εικόνα 4) που έχει μια θέση αναγνώρισης από την περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI και είναι κατάλληλο ως φορέας κλωνοποίησης.



Εικόνα 4

Στην περιοχή του πλασμιδίου που εισάγεται το γονίδιο, δημιουργείται η παρακάτω αλληλουχία (Εικόνα 5)

GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG
CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAGCCCC

Εικόνα 5

Να γράψετε μια πιθανή αλληλουχία 14 νουκλεοτιδίων που να μπορεί να λειτουργήσει ως ανιχνευτής και να ανιχνεύει το γονίδιο μόνο αν έχει τοποθετηθεί με τον σωστό προσανατολισμό (μονάδα 1) και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1.

Η θέση έναρξης αντιγραφής εντοπίζεται στη θέση Β. Το ζητούμενο πρωταρχικό τμήμα είναι αυτό που θα τοποθετηθεί συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο στη θέση 2 (πλησιέστερα στη Θ.Ε.Α.)

Γ2.

Το προμόσωμα αποτελεί το σύμπλοκο ενζύμων που τοποθετεί τα πρωταρχικά τμήματα RNA απέναντι από τις θέσεις 1, 2, 3 της δοθείσας αλληλουχίας. Η δράση του απαιτείται προκειμένου να αρχίσει η DNA πολυμεράση την επιμήκυνση και επακόλουθη σύνθεση των νεοσυντιθέμενων θυγατρικών αλυσίδων DNA.

Τα πρωταρχικά τμήματα είναι αντίστοιχα:

Θέση 1: 5' GUGAU 3'

Θέση 2: 5' GCUUA 3'

Θέση 3: 5' GCUUG 3'

Άρα, τα ραδιενεργά νουκλεοτίδια ουρακίλης είναι 6.

Η DNA πολυμεράση επιμηκύνει τα πρωταρχικά τμήματα με προσανατολισμό 5' προς 3', προσθέτοντας στο 3' άκρο αυτών δεοξυριβονουκλεοτίδια συμπληρωματικά των μητρικών αλυσίδων. Εφόσον ραδιενεργά είναι μόνο τα δεοξυριβονουκλεοτίδια με G, αυτά θα τοποθετηθούν απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια με C, τα οποία συναντά το ένζυμο κατά τη διαδικασία επιμήκυνσης των πρωταρχικών τμημάτων. Άρα, ο ζητούμενος αριθμός ραδιενεργών δεοξυριβονουκλεοτιδίων (με G) είναι 13.

Γ3.

Για να ολοκληρωθεί η αντιγραφή θα πρέπει να γίνει αντικατάσταση των πρωταρχικών τμημάτων από τη DNA πολυμεράση με δεοξυριβονουκλεοτίδια. Επομένως, στη θέση των ριβονουκλεοτιδίων με G των πρωταρχικών τμημάτων θα τοποθετηθούν τα αντίστοιχα δεοξυριβονουκλεοτίδια (ραδιενεργά) με G. Αυτά είναι συνολικά 5. Άρα μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής και σύμφωνα με τα παραπάνω, θα υπάρχουν 18 ραδιενεργά δεοξυριβονουκλεοτίδια.

Γ4.

Θεωρώντας ότι θα χρησιμοποιήσουμε την EcoRI, κατάλληλο πλασμίδιο είναι το πλασμίδιο A. Φορέας κλωνοποίησης είναι ένα μόριο DNA με ικανότητα ανεξάρτητου αυτοδιπλασιασμού, που χρησιμοποιείται για την εισαγωγή τμήματος DNA του οργανισμού δότη σε κύτταρο ξενιστή. Το πλασμίδιο για να είναι κατάλληλος φορέας πρέπει να περιέχει μία φορά την αλληλουχία αναγνώρισης της περιοριστικής ενδονουκλεάσης EcoRI. Η συγκεκριμένη περιοριστική ενδονουκλεάση αναγνωρίζει την αλληλουχία :

5' GAATTC 3'

3' CTTAAG 5' και κόβει μεταξύ G και A και με κατεύθυνση 5' → 3'. Αυτή η αλληλουχία εντοπίζεται μία φορά μόνο στο πλασμίδιο A. Το πλασμίδιο B απορρίπτεται καθώς η αλληλουχία εντοπίζεται 2 φορές. (Σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται η EcoRI δεν μπορούμε να αποφανθούμε για την καταλληλότητα των πλασμιδίων A και B)

Γ5.

Στο τμήμα της εικόνας 3 περιέχεται ένα γονίδιο που κωδικοποιεί ένα πεπτίδιο. Διαβάζοντας την πάνω αλυσίδα από αριστερά προς τα δεξιά εντοπίζουμε το κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3' και με βήμα τριπλέτας, συνεχώς και μη επικαλυπτόμενα εντοπίζουμε το κωδικόνιο λήξης 5' TGA 3'. Επομένως η αλυσίδα αυτή είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου με το 5' άκρο αριστερά και το 3' άκρο δεξιά. Λόγω αντιπαράλληλης, η κάτω αλυσίδα θα έχει το 5' άκρο δεξιά και το 3' άκρο αριστερά. Ταυτόχρονα, γνωρίζουμε ότι η EcoRI αναγνωρίζει την αλληλουχία

5' GAATTC 3'

3' CTTAAG 5'

και κόβει μεταξύ G και A με προσανατολισμό 5' προς 3'.

Στο τμήμα του πλασμιδίου της εικόνας 5 όπου περιέχεται η παραπάνω αλληλουχία, θα έχουν σχηματιστεί δύο αλληλουχίες αναγνώρισης της EcoRI εκατέρωθεν της κωδικοποιούσας περιοχής και τα άκρα στο τμήμα αυτό θα είναι:

5'.....3'

3'.....5'

Για να εντοπίσουμε το γονίδιο μόνο αν έχει τοποθετηθεί με το σωστό προσανατολισμό θα πρέπει ο ανιχνευτής να είναι συμπληρωματικός και αντιπαράλληλος -κατά ένα μέρος του- με τμήμα της αλληλουχίας του πλασμιδίου καθώς και -κατά ένα άλλο μέρος του- με τμήμα του γονιδίου που εισήχθη σε αυτό (το πλασμίδιο). Πιο συγκεκριμένα, ένας πιθανός ανιχνευτής θα ήταν:

3' CCCCTTAAGTACA 5'.

Θα μπορούσε ο ανιχνευτής να αποτελεί μόριο DNA ή RNA και να υβριδοποιεί είτε το 5' άκρο του τμήματος είτε το 3' καθώς και οποιαδήποτε από τις δύο αλυσίδες του γονιδίου (συνολικά υπάρχουν 8 πιθανές περιπτώσεις, στην περίπτωση που ο ανιχνευτής υβριδοποιεί ξεκινώντας από τα ακριανά νουκλεοτίδια του τμήματος).

Μπορούν να θεωρηθούν δεκτές και οι περιπτώσεις ανιχνευτών που υβριδοποιούν ξεκινώντας από το 2^ο έως και το 4^ο νουκλεοτίδιο (G) της πάνω αλυσίδας (κωδικής). Η ίδια συλλογιστική ισχύει και για την υβριδοποίηση ανιχνευτών στο τελευταίο (3') άκρο της κωδικής (ή αντίστοιχα στο 5' και 3' άκρο της μη κωδικής).

ΘΕΜΑ Δ

Ο Κώστας και η Ελένη είναι υγιείς ως προς την ομοκυστινουρία. Ο πατέρας του Κώστα (παππούς 1) και η μητέρα της Ελένης (γιαγιά 2) πάσχουν από την ασθένεια, ενώ η μητέρα του Κώστα (γιαγιά 1) και ο πατέρας της Ελένης (παππούς 2) είναι φορείς της ασθένειας. Η ομοκυστινουρία κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας και το υπεύθυνο γονίδιο βρίσκεται στο 21 ο χρωμόσωμα.

Δ1. Ο Κώστας και η Ελένη αποκτούν ένα αγόρι, τον Νίκο, που πάσχει από ομοκυστινουρία. Να γράψετε ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που έχει κληρονομήσει ο Νίκος από τον πατέρα του πατέρα του (παππούς 1) (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 5

Δ2. Ο Κώστας και η Ελένη αποκτούν και δεύτερο παιδί, τη Μαρία, που πάσχει από σύνδρομο Down (τρισωμία 21). Η μοριακή ανάλυση DNA στα χρωμοσώματα 21 της Μαρίας έδειξε ότι υπάρχουν τρεις διαφορετικές αλληλουχίες βάσεων. Να εξηγήσετε αν η Μαρία θα πάσχει ή όχι από ομοκυστινουρία.

Μονάδες 6

Σε ένα είδος εντόμου τα φτερά είναι είτε κανονικά είτε ατροφικά και οι κεραίες είτε μικρές είτε μεγάλες. Διασταυρώνεται ένα αρσενικό έντομο με ένα θηλυκό (άτομα πατρικής γενιάς) και προκύπτουν απόγονοι στην πρώτη θυγατρική γενιά (F1). Οι απόγονοι της πρώτης θυγατρικής γενιάς διασταυρώνονται μεταξύ τους και στη δεύτερη θυγατρική γενιά (F2) προκύπτουν οι εξής απόγονοι:

600 θηλυκοί με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά

200 θηλυκοί με μικρές κεραίες και ατροφικά φτερά
 300 αρσενικοί με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά
 100 αρσενικοί με μικρές κεραίες και ατροφικά φτερά
 300 αρσενικοί με μεγάλες κεραίες και κανονικά φτερά
 100 αρσενικοί με μεγάλες κεραίες και ατροφικά φτερά

Δ3. Να γράψετε τον τρόπο κληρονομικότητας των δύο χαρακτηριστικών και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

Δ4. Να γράψετε τους πιθανούς γονοτύπους των ατόμων της πατρικής και της πρώτης θυγατρικής γενιάς (μονάδες 4) και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 10

Δίνονται ότι:

Το έντομο είναι διπλοειδής ευκαρυωτικός οργανισμός και το φύλο καθορίζεται όπως στον άνθρωπο.

Τα γονίδια βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Δεν απαιτείται η αναγραφή των νόμων του Mendel.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1.

Συμβολίζουμε:

A: αυτοσωμικό επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο (όχι ομοκυστινουρία)

a: αυτοσωμικό υπολειπόμενο αλληλόμορφο (ομοκυστινουρία)

Γονότυποι ατόμων:

Παππούς 1: αα (εφόσον είναι ασθενής)

Γιαγιά 1: Αα (εφόσον είναι φορέας)

Κώστας: Αα (εφόσον είναι υγιής, έχει όμως κληρονομήσει το αλληλόμορφο α από τον ασθενή πατέρα του [παππούς 1]).

Παππούς 2: Αα (εφόσον είναι φορέας)

Γιαγιά 2: αα (εφόσον είναι ασθενής)

Ελένη: Αα (εφόσον είναι υγιής, έχει όμως κληρονομήσει το αλληλόμορφο α από την ασθενή μητέρα της [γιαγιά 2]).

Νίκος: αα (εφόσον είναι ασθενής)

Για τον ελάχιστο αριθμό χρωμοσωμάτων που κληρονόμησε ο Νίκος από τον παππού 1 σκεφτόμαστε ως εξής:

Ο Νίκος έχει κληρονομήσει από τον Κώστα 22 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και το Υ φυλετικό χρωμόσωμα. Η παραπάνω χρωμοσωμική σύσταση μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω ως εξής:

$Υ + (21 \text{ αυτοσωμικά χρωμοσώματα}) + \text{Χρωμόσωμα 21 με το υπολειπόμενο αλληλόμορφο } \alpha$.

Ο Κώστας έχει -ως προς την ομοκυστινουρία- γονοτυπική σύσταση Αα, έχει όμως κληροδοτήσει το α στο Νίκο. Επιπλέον, το χρωμόσωμα 21 με το αλληλόμορφο α που διαθέτει ο Κώστας έχει μεταβιβαστεί σε αυτόν από τον πατέρα του (παππούς 1), ο οποίος είναι ασθενής.

Επομένως, ο Νίκος έχει κληρονομήσει σίγουρα το Υ φυλετικό και το χρωμόσωμα 21 (με το αλληλόμορφο α) από τον πατέρα του Κώστα (παππούς 1).

Άρα, ο ζητούμενος ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων είναι 2.

Δ2.

Εφόσον η Μαρία πάσχει από σύνδρομο Down, διαθέτει τρία χρωμοσώματα 21. Το ένα από αυτά προέρχεται από τον ένα γονέα της και μπορεί να φέρει το αλληλόμορφο α ή Α. Τα άλλα δύο χρωμοσώματα 21, τα οποία προέρχονται από τον άλλο γονέα πρέπει να έχουν προκύψει ως αποτέλεσμα μη-διαχωρισμού των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά την 1^η μειωτική διαίρεση του αντίστοιχου άωρου γεννητικού κυττάρου. Απορρίπτεται η περίπτωση μη-διαχωρισμού στη 2^η μειωτική διαίρεση καθώς τότε τα συγκεκριμένα δύο χρωμοσώματα θα συνιστούσαν τις πρώην αδελφές χρωματίδες, οπότε και θα είχαν πανομοιότυπες αλληλουχίες βάσεων.

Επομένως, λόγω του μη-διαχωρισμού στην 1^η μειωτική διαίρεση, ο ένας γαμέτης θα διαθέτει σίγουρα γονοτυπική σύσταση Αα (ως προς την ομοκυστινουρία). Άρα, η Μαρία διαθέτει γονοτυπική σύσταση ΑΑα ή Ααα, οπότε δε θα πάσχει από ομοκυστινουρία.

Δ3.

Θα μελετήσουμε τον κάθε χαρακτήρα ξεχωριστά.

Μήκος κεραίων:

Φύλο	Χρώμα σώματος	Φαινοτυπική αναλογία
Αρσενικά	400 με μικρές κεραίες	50% με μικρές κεραίες
	400 με μεγάλες κεραίες	50% με μεγάλες κεραίες
Θηλυκά	800 με μικρές κεραίες	100% με μικρές κεραίες

Παρατηρούμε ότι στην F_2 όλα τα θηλυκά άτομα εμφάνιζαν μικρές κεραίες, ενώ στα αρσενικά άτομα εμφανίζονταν οι φαινότυποι μικρές κεραίες και μεγάλες κεραίες σε αναλογία 1:1. Δηλαδή, όσον αφορά το μήκος των κεραίων, η φαινοτυπική αναλογία διαφοροποιείται ανάμεσα στα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα. Άρα, το γονίδιο που καθορίζει το μήκος των κεραίων στο έντομο είναι φυλοσύνδετο.

Επειδή στην F_2 εμφανίζονται αρσενικά άτομα με μικρές κεραίες και αρσενικά άτομα με μεγάλες κεραίες σε αναλογία 1:1, συμπεραίνουμε πως το θηλυκό άτομο της F_1 (δηλαδή ο ένας εκ των δύο γονέων των ατόμων της F_2), είναι ετερόζυγο για τα αλληλόμορφα που καθορίζουν το μήκος των κεραίων στο έντομο. Επίσης, οι μισοί από τους θηλυκούς απογόνους της F_2 γενεάς έχουν κληρονομήσει από τη μητέρα τους το φυλοσύνδετο αλληλόμορφο για το μικρό μήκος κεραίων, ενώ οι άλλοι μισοί θηλυκοί απόγονοι έχουν κληρονομήσει το φυλοσύνδετο αλληλόμορφο για το μεγάλο μήκος κεραίων. Όμως, όλα τα θηλυκά άτομα της F_2 γενεάς διαθέτουν μικρό μήκος κεραίων. Άρα, το αλληλόμορφο για το μικρό μήκος κεραίων επικρατεί του αντίστοιχου για το μεγάλο μήκος. Έτσι, συμβολίζουμε:

X^K : το φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο για το μικρό μήκος κεραίων

X^k : το φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο για το μεγάλο μήκος κεραίων.

Σχήμα φτερών:

Φύλο	Σχήμα φτερών	Φαινοτυπική αναλογία
Αρσενικά	600 με κανονικά φτερά 200 με ατροφικά φτερά	75% με κανονικά φτερά 25% με ατροφικά φτερά
Θηλυκά	600 με κανονικά φτερά 200 με ατροφικά φτερά	75% με κανονικά φτερά 25% με ατροφικά φτερά

Όσον αφορά το μήκος των πτερύγων, παρατηρούμε πως στην F_2 γενεά εμφανίζονται οι φαινότυποι κανονικά φτερά και ατροφικά φτερά σε αναλογία 3:1, τόσο ανάμεσα στους αρσενικούς απογόνους όσο και ανάμεσα στους θηλυκούς απογόνους. Συνεπώς:

α) το υπεύθυνο γονίδιο για το σχήμα των φτερών στο έντομο είναι αυτοσωμικό (άλλωστε εφόσον ισχύει ο 2^{ος} νόμος του Mendel-όπως δηλώνεται στην εκφώνηση- και ο πρώτος χαρακτήρας είναι φυλοσύνδετος, το σχήμα των φτερών θα καθορίζεται από γονιδιακή θέση η οποία βρίσκεται σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα)

β) το αλληλόμορφο για κανονικά φτερά επικρατεί του αλληλομόρφου για τα ατροφικά φτερά, οπότε συμβολίζουμε:

M : το αυτοσωμικό επικρατές αλληλόμορφο για τα κανονικά φτερά

m : το αυτοσωμικό υπολειπόμενο αλληλόμορφο για τα ατροφικά φτερά

γ) τα άτομα της F_1 που διασταυρώθηκαν μεταξύ τους ήταν και τα δύο ετερόζυγα για τα αλληλόμορφα που καθορίζουν το σχήμα των φτερών

Δ4.

Με βάση την αιτιολόγηση που δόθηκε στο ερώτημα Δ3, η διασταύρωση ανάμεσα στα άτομα της 1^{ης} θυγατρικής γενιάς $[F_1(x) F_1]$ έχει ως εξής:

$$P_2: \quad M\mu X^K X^K \quad (x) \quad M\mu X^K Y$$

Γαμέτες: $MX^K, MX^K, \mu X^K, \mu X^K // MX^K, MY, \mu X^K, \mu Y$

F_2 :

	MX^K	MY	μX^K	μY
MX^K	$MMX^K X^K$	$MMX^K Y$	$M\mu X^K X^K$	$M\mu X^K Y$
MX^K	$MMX^K X^K$	$MMX^K Y$	$M\mu X^K X^K$	$M\mu X^K Y$
μX^K	$M\mu X^K X^K$	$M\mu X^K Y$	$\mu\mu X^K X^K$	$\mu\mu X^K Y$
μX^K	$M\mu X^K X^K$	$M\mu X^K Y$	$\mu\mu X^K X^K$	$\mu\mu X^K Y$

Γ.Α. F_2 : $2 M\mu X^K X^K : 2 M\mu X^K X^K : 1 MMX^K X^K : 1 MMX^K X^K : 1 \mu\mu X^K X^K : 1 \mu\mu X^K X^K$

$2 M\mu X^K Y : 2 M\mu X^K Y : 1 MMX^K Y : 1 MMX^K Y : 1 \mu\mu X^K Y : 1 \mu\mu X^K Y$

Φ.Α. F_2 :

Στα αρσενικά άτομα: 3 με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά: 3 με μεγάλες κεραίες και κανονικά φτερά: 1 με μικρές κεραίες και ατροφικά φτερά: 1 με μεγάλες κεραίες και ατροφικά φτερά.

Στα θηλυκά άτομα: 3 με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά: 1 με μικρές κεραίες και ατροφικά φτερά

Οπότε, για να προκύπτουν στην F_1 άτομα με γονότυπους $M\mu X^K X^K$ και $M\mu X^K Y$, πρέπει τα άτομα της αρχικής πατρικής γενιάς (P) να έχουν γονότυπους:

1^η περίπτωση

$$P_1: \quad MMX^K X^K \quad (x) \quad \mu\mu X^K Y$$

Γαμέτες: $MX^K // \mu X^K, \mu Y$

$$F_1: \quad M\mu X^K X^K, M\mu X^K Y$$

ή, λόγω του ανεξάρτητου συνδυασμού (2^{ος} νόμος Mendel):

2^η περίπτωση

$$P_1: \quad \mu\mu X^K X^K \quad (x) \quad MMX^K Y$$

Γαμέτες: $\mu X^K // MX^K, MY$

$$F_1: \quad M\mu X^K X^K, M\mu X^K Y$$

Στα αρσενικά άτομα: όλοι οι απόγονοι με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά

Στα θηλυκά άτομα: όλοι οι απόγονοι με μικρές κεραίες και κανονικά φτερά

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα κρίνονται ως διαβαθμισμένης και κλιμακούμενης δυσκολίας. Καλύπτουν μεγάλο εύρος της εξεταστέας ύλης. Οι καλά προετοιμασμένοι μαθητές δεν αναμένεται να συναντήσουν δυσκολίες.

