

**Απαντήσεις
Βιολογία
Γ' Λυκείου**

ΘΕΜΑ Α

A1γ, A2α, A3δ, A4δ, A5β

ΘΕΜΑ Β

B1.

α.

Είδος	Αριθμός χρωμοσωμάτων			
	Γαμέτης	Ανάφαση μίτωσης	Αρχή Μεσόφασης	Μετάφαση Μίτωσης
Κογιότ	39	156	78	78
Λεοπάρδαλη	19	76	38	38
Αρκούδα	37	148	74	74
Αφρικανικός σκανιζόχοιρος	24	96	48	48

B2.

α. Ο όρος γονιδιακή έκφραση αναφέρεται συνήθως σε όλη τη διαδικασία με την οποία ένα γονίδιο ενεργοποιείται, για να παραγάγει μια πρωτεΐνη.

β. Στα βακτήρια η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης αποσκοπεί κυρίως στην προσαρμογή του οργανισμού στις εναλλαγές του περιβάλλοντος, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι καλύτερες συνθήκες για τη βασική λειτουργία του που είναι η αύξηση και η διαίρεση.

γ. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα η γονιδιακή έκφραση ρυθμίζεται σε τέσσερα επίπεδα:

- Στο επίπεδο της μεταγραφής
- Στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή
- Στο επίπεδο της μετάφρασης
- Στο επίπεδο μετά τη μετάφραση

B3. Το πλασμίδιο 2 απορρίπτεται καθώς το τμήμα DNA έχει ενσωματωθεί στην θέση έναρξης της αντιγραφής και το πλασμίδιο δεν θα μπορεί να διπλασιαστεί. Το πλασμίδιο 3 επίσης απορρίπτεται καθώς το τμήμα DNA δεν έχει ενσωματωθεί σε κάποια περιοχή του πλασμιδίου που να επιτρέπει την επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων που το φέρουν. Το πλασμίδιο 1 έχει το τμήμα DNA ενσωματωμένο στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη με βάση στο οποίο θα γίνει η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο και επομένως είναι αυτό που πρέπει να επιλέξουμε.

B4. Το μοσομπίζελο έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αναπτύσσεται πολύ εύκολα και εμφανίζει μεγάλη ποικιλότητα σε πολλούς χαρακτήρες του όπως στο ύψος, όπου εμφανίζονται ψηλά και κοντά φυτά, στο χρώμα του άνθους, όπου υπάρχουν ιώδη και λευκά άνθη, στο χρώμα και στο σχήμα του σπέρματος καθώς και σε άλλες ιδιότητες. Είναι απαραίτητο ο οργανισμός ο οποίος χρησιμοποιείται για τη μελέτη των μηχανισμών της κληρονομικότητας να εμφανίζει ποικιλότητα σε κάποιους χαρακτήρες. Το μοσομπίζελο επίσης παρέχει τη δυνατότητα τεχνητής γονιμοποίησης, πέρα από την αυτογονιμοποίηση, η οποία συμβαίνει φυσιολογικά. Σ' αυτήν, η γύρη από τους στήμονες ενός άνθους πέφτει στον ύπερο του ίδιου άνθους, ενώ στην τεχνητή γονιμοποίηση η γύρη από τους στήμονες ενός άνθους μπορεί να μεταφερθεί με ειδικό εργαλείο στον ύπερο του επιθυμητού άνθους. Επιπλέον, το μοσομπίζελο δίνει μεγάλο αριθμό απογόνων και παρέχει τη δυνατότητα στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.

B5.

α. Η διάγνωση των γενετικών ασθενειών μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- Με τη μελέτη του καρυοτύπου
- Με διάφορες βιοχημικές δοκιμασίες
- Με την ανάλυση της αλληλουχίας των βάσεων του DNA (μοριακή διάγνωση)

β. Τα ογκοκατασταλτικά γονίδια είναι γονίδια που ελέγχουν την κυτταρική διαίρεση, καταστέλλοντάς την, οπότε είναι απαραίτητα. Η αναστολή της δράσης τους που είναι συνήθως αποτέλεσμα μετάλλαξης, κυρίως έλλειψης γονιδίου, αφαιρεί από το κύτταρο τη δυνατότητα ελέγχου του πολλαπλασιασμού και οδηγεί σε καρκινογένεση.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο καρκίνος του αμφιβληστροειδούς (ρετινοβλάστωμα) που είναι αποτέλεσμα έλλειψης ενός ογκοκατασταλτικού γονιδίου.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

1^η περίπτωση: Η ασθένεια οφείλεται σε αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο (έστω A : φυσιολογικό επικρατές και a : υπολειπόμενο για την ασθένεια αλληλόμορφο γονίδιο αντίστοιχα). Τα υγιή άτομα έχουν γονότυπο AA ή Aa και τα ασθενή aa . Στην περίπτωση αυτή τα άτομα που απεικονίζονται στο γενεαλογικό δένδρο έχουν τους παρακάτω γονότυπους:

- I_1 : Aa (υγιής αλλά αποκτά ασθενείς απογόνους)
- I_2, II_1, II_4 : aa (ασθενείς)
- II_3, II_5, III_2 : aa (ασθενείς που έχουν κληρονομήσει ένα a από κάθε γονέα τους)
- II_2, II_6, III_1 : Aa (υγιείς που έχουν κληρονομήσει ένα A από τον υγιή και ένα a από τον ασθενή γονέα τους αντίστοιχα)
- II_7, III_3 : AA ή Aa (υγιείς)

Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι δεκτή καθώς συμφωνεί με τα δεδομένα του γενεαλογικού δένδρου.

2^η περίπτωση: Η ασθένεια οφείλεται σε φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο (έστω X^A : φυσιολογικό επικρατές και X^a : υπολειπόμενο για την ασθένεια αλληλόμορφο γονίδιο αντίστοιχα). Τα υγιή θηλυκά άτομα έχουν γονότυπο X^AX^A ή X^AX^a και τα ασθενή X^aX^a , ενώ τα υγιή αρσενικά άτομα έχουν γονότυπο X^AY και τα ασθενή X^aY . Στην περίπτωση αυτή τα άτομα που απεικονίζονται στο γενεαλογικό δένδρο έχουν τους παρακάτω γονότυπους:

- I_2, II_4, III_2 : X^aX^a (ασθενή θηλυκά άτομα, το III_2 κληρονομεί ένα X^a από κάθε ασθενή γονέα του)
- II_1, II_3, II_5 : X^aY (ασθενή αρσενικά άτομα, οι II_3 και II_5 κληρονομούν ένα X^a από την ασθενή μητέρα τους)
- I_1, II_7 : X^AY (υγιή αρσενικά άτομα)
- II_2, II_6, III_1 : X^AX^a (υγιή θηλυκά άτομα, έχουν κληρονομήσει ένα X^A από τον υγιή γονέα τους και ένα X^a από τον ασθενή γονέα)

- III_3 : $X^A X^A$ ή $X^A X^a$ (υγιές θηλυκό άτομο, έχει κληρονομήσει σίγουρα το X^A από τον υγιή πατέρα της)

Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι δεκτή καθώς συμφωνεί με τα δεδομένα του γενεαλογικού δένδρου.

3^η περίπτωση: Η ασθένεια οφείλεται σε φυλοσύνδετο επικρατές γονίδιο (έστω X^A : επικρατές για την ασθένεια και X^a : φυσιολογικό υπολειπόμενο για την ασθένεια αλληλόμορφο γονίδιο αντίστοιχα). Τα ασθενή θηλυκά άτομα έχουν γονότυπο $X^A X^A$ ή $X^A X^a$ και τα υγιή $X^a X^a$, ενώ τα ασθενή αρσενικά άτομα έχουν γονότυπο $X^A Y$ και τα υγιή $X^a Y$. Στην περίπτωση αυτή ο ασθενής II_1 θα είχε γονότυπο $X^A Y$ και σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσε να αποκτήσει την υγιή κόρη III_1 ($X^a X^a$) αφού κληροδοτεί σε κάθε θηλυκό απόγονό του το X φυλετικό χρωμόσωμα και άρα το X^A . Η περίπτωση απορρίπτεται.

Επομένως, η ασθένεια μπορεί να κληρονομείται είτε με αυτοσωμικό υπολειπόμενο είτε με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας.

Γ2. Γνωρίζουμε ότι τα μιτοχόνδρια διαθέτουν DNA που τους επιτρέπει να συνθέτουν κάποιες από τις πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης που αυτά επιτελούν. Όμως οι περισσότερες από τις μιτοχονδριακές πρωτεΐνες κωδικοποιούνται από γονίδια του πυρήνα. Επίσης, γνωρίζουμε ότι το μιτοχονδριακό DNA κάθε ζυγωτού είναι αποκλειστικά μητρικής προέλευσης και κληρονομείται από κάθε μητέρα σε όλους τους απογόνους της. Επομένως, το συγκεκριμένο γενεαλογικό δένδρο θα μπορούσε να απεικονίζει την κληρονομία μίας ασθένειας που οφείλεται σε δυσλειτουργία των μιτοχονδρίων μόνο στην περίπτωση που το υπεύθυνο γονίδιο είναι πυρηνικό και όχι μιτοχονδριακό (καθώς η ασθενής μητέρα I_2 αποκτά και υγιείς απογόνους).

Γ3. Στην περίπτωση που το υπεύθυνο για την ασθένεια γονίδιο είναι αυτοσωμικό υπολειπόμενο τα άτομα I_1 , II_2 και II_6 , σύμφωνα με το ερώτημα Γ1 είναι όλα ετερόζυγα (γονότυπος Aa). Επομένως, θα έπρεπε ο ανιχνευτής να υβριδοποιείται με ένα αλληλόμορφο γονίδιο και άρα με ένα μόνο μόριο DNA σε κάθε δείγμα. Τα αποτελέσματα της υβριδοποίησης εξηγούνται με την υπόθεση ότι το υπεύθυνο γονίδιο για

την ασθένεια είναι φυλοσύνδετο υπολειπόμενο και τα άτομα I_1 , II_2 , II_6 έχουν γονότυπο X^AY , X^AX^a , X^AX^a αντίστοιχα. Μόνο το X^a υβριδοποιείται με τον ανιχνευτή και για αυτό δεν πραγματοποιείται υβριδοποίηση στο δείγμα του I_1 αλλά μόνο στους II_2 , II_6 , μία φορά σε κάθε δείγμα αντίστοιχα.

Γ4. Δεδομένου ότι τα άτομα II_6 και II_7 έχουν γονότυπους X^AX^a και X^AY όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα ερωτήματα, διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

1^η περίπτωση: η κόρη των παραπάνω ατόμων έχει γονότυπο X^aX^a και προέκυψε από την γονιμοποίηση ενός μη φυσιολογικού ωαρίου (X^aX^a) με δυο X φυλετικά χρωμοσώματα που φέρουν το X^a λόγω μη διαχωρισμού των αδελφών χρωματίδων του X φυλετικού χρωμοσώματος που φέρει το X^a κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση της μητέρας (II_6) με μη φυσιολογικό σπερματοζώαριο (O) που δεν φέρει κάποιο φυλετικό χρωμόσωμα λόγω μη διαχωρισμού των φυλετικών χρωμοσωμάτων X και Y κατά την 1^η μειωτική διαίρεση ή των αδελφών χρωματίδων κάποιου από τα φυλετικά χρωμοσώματα X ή Y κατά την 2^η μειωτική διαίρεση του πατέρα (II_7).

2^η περίπτωση: η κόρη των παραπάνω ατόμων έχει γονότυπο X^aO (έχει ταυτόχρονα και σύνδρομο Turner) και προέκυψε από την γονιμοποίηση ενός φυσιολογικού ωαρίου (X^a) που φέρει το X^a με μη φυσιολογικό σπερματοζώαριο (O) που δεν φέρει κάποιο φυλετικό χρωμόσωμα για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε στην πρώτη περίπτωση.

3^η περίπτωση: η κόρη των παραπάνω ατόμων έχει γονότυπο X^aX^a (φέρει μόνο ένα αλληλόμορφο, το X^a , για το ζεύγος γονιδίων που ελέγχει την ασθένεια) και προέκυψε από την γονιμοποίηση ενός φυσιολογικού ωαρίου (X^a) που φέρει το X^a με μη φυσιολογικό σπερματοζώαριο (X^a) στο οποίο υπάρχει έλλειψη του χρωμοσωμικού τμήματος που φέρει το X^A στο χρωμόσωμα X .

(Σημείωση: Οι παραπάνω περιπτώσεις είναι ενδεικτικές. Ενδεχομένως, να γίνουν δεκτές και άλλες ορθά τεκμηριωμένες απαντήσεις.

Θέμα Δ

Δ1.

α. 5' αμετάφραστη περιοχή του γονιδίου:

5'GGTGCC3'

3'CCACG5'

β. Ορισμένες φορές, το mRNA που παράγεται κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου δεν είναι έτοιμο να μεταφραστεί, αλλά υφίσταται μια πολύπλοκη διαδικασία ωρίμανσης. Τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών (και των ιών που τους προσβάλλουν) είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Δηλαδή, η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται εξώνια και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται εσώνια. Όταν ένα γονίδιο που περιέχει εσώνια μεταγράφεται, δημιουργείται το πρόδρομο mRNA που περιέχει και εξώνια και εσώνια. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε mRNA με τη διαδικασία της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται από μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά «σωματίδια» και απομακρύνονται. Έτσι σχηματίζεται το ώριμο mRNA. Δεδομένου ότι πρόκειται για ώριμο mRNA και ότι ο βακτηριοφάγος T₂ είναι ιός που μολύνει βακτήρια (προκαρυωτικοί οργανισμοί με συνεχή γονίδια οι οποίοι δεν διαθέτουν μηχανισμούς ωρίμανσης του mRNA) και όχι ευκαρυωτικούς οργανισμούς συμπεραίνουμε ότι δεν μπορεί να έχει ασυνεχή γονίδια και επομένως να παράγει mRNA που να χρειάζεται να υποστεί ωρίμανση.

γ. Κατά την έναρξη της πρωτεϊνοσύνθεσης, το rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας προσδέεται στο mRNA μέσω μίας αλληλουχίας στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας.

Το mRNA που προκύπτει από την μεταγραφή του γονιδίου είναι αντιπαράλληλο και συμπληρωματικό με την μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου (μεταγραφόμενη). Οι 2 αλυσίδες του γονιδίου είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους. Άρα, το mRNA έχει ακριβώς την ίδια αλληλουχία βάσεων και προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου (με την διαφορά ότι φέρει ως βάση ουρακίλη και όχι θυμίνη). Ακριβώς το ίδιο ισχύει και για το rRNA.

Άρα, η συμπληρωματικότητα που παρατηρείται ανάμεσα στα 2 μόρια RNA θα ισχύει και για τις κωδικές αλυσίδες των γονιδίων από τα οποία κωδικοποιούνται. Επομένως, η αλληλουχία στην 5' αμετάφραστη περιοχή της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου του mRNA πρέπει να είναι αντιπαράλληλη και συμπληρωματική με μία αλληλουχία της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου του rRNA.

Η 5' αμετάφραστη περιοχή της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου του mRNA είναι η 5'GGTGC3' και είναι αντιπαράλληλη και συμπληρωματική με την αλληλουχία 3'CCACG5' από τον εντοπισμό της οποίας προκύπτει η κωδική αλυσίδα του γονιδίου του rRNA και τα άκρα της (όπως αναφέρθηκε σε ερώτημα α).

Κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, λόγω του τρόπου δημιουργίας του 3'→5' φωσφοδιεστερικού δεσμού, έχει πάντα ελεύθερη φωσφορική ομάδα στον 5' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και ελεύθερη υδροξυλομάδα, στον 3' άνθρακα της πεντόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου.

Η συγκεκριμένη αλληλουχία εντοπίζεται εντοπίζεται 3 φορές στο γονίδιο 2, επομένως διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

1^η Περίπτωση 1: Κωδική αλυσίδα είναι η I με άκρα:

3'TCCACGTAGGTGCATATAACGAACGTGG5'

2^η Περίπτωση 2: Κωδική αλυσίδα είναι η II με άκρα:

3'AGGTGCATCCACGTATATTGCTTGCACC5'

3^η Περίπτωση 3: Κωδική αλυσίδα είναι η II με άκρα:

5'AGGTGCATCCACGTATATTGCTTGCACC3'

Δ2.

α. Στο συγκεκριμένο είδος φυτού, ο χαρακτήρας χρώμα άνθους ελέγχεται από τρία αυτοσωμικά πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια, τα K¹ (κόκκινο χρώμα), K² (λευκό χρώμα) και K³ (ροζ χρώμα). Το K¹ είναι επικρατές στο K², το K² στο K³ και το K³ στο K¹ (ισχύει η σχέση επικρατείας: K¹>K², K²>K³, K³>K¹).

Από την διασταύρωση 1, προκύπτει η φαινοτυπική αναλογία 3[ροζ]:1[κόκκινο] που είναι χαρακτηριστική της διασταύρωσης μονοϋβριδισμού ετερόζυγων ατόμων για αυτοσωμικά αλληλόμορφα γονίδια που έχουν την σχέση επικρατές - υπολειπόμενο. Επομένως το

αλληλόμορφο για το ροζ (K^3) είναι επικρατές στο αλληλόμορφο για το κόκκινο (K^1).

Αντίστοιχα από την διασταύρωση 3, και την φαινοτυπική αναλογία 3[λευκό]:1[ρόζ] προκύπτει ότι το αλληλόμορφο για το λευκό (K^2) είναι επικρατές στο αλληλόμορφο για το ροζ (K^3).

Ομοίως, από την διασταύρωση 5, και την φαινοτυπική αναλογία 3[κόκκινο]:1[λευκό] προκύπτει ότι το αλληλόμορφο για το κόκκινο (K^1) είναι επικρατές στο αλληλόμορφο για το λευκό (K^2).

Οι διασταυρώσεις 2 και 4 συμφωνούν με τα παραπάνω.

Η περίπτωση των συνεπικρατών ή ατελώς επικρατών αλληλόμορφων γονιδίων απορρίπτεται καθώς δεν παρατηρείται φαινότυπος στον οποίο να εκφράζονται εξίσου δύο αλληλόμορφα γονίδια (για την περίπτωση συνεπικρατών γονιδίων) ούτε προκύπτει η χαρακτηριστική φαινοτυπική αναλογία 1:2:1 από την διασταύρωση ατόμων του ίδιου φαινότυπου (αλλά προκύπτει από άτομα με διαφορετικό φαινότυπο).

β. Γονότυποι που αντιστοιχούν σε κάθε φαινότυπο:

[κόκκινο]: K^1K^1 , K^1K^2

[λευκό]: K^2K^2 , K^2K^3

[ρόζ]: K^3K^3 , K^3K^1

γ.

Διασταύρωση 1: [ρόζ] K^3K^1 x K^3K^1 [ρόζ]

Διασταύρωση 2: [κόκκινο] K^1K^2 x K^2K^3 [λευκό]

Διασταύρωση 3: [λευκό] K^2K^3 x K^2K^3 [λευκό]

Διασταύρωση 4: [κόκκινο] K^1K^1 x K^2K^3 [λευκό]

Διασταύρωση 5: [κόκκινο] K^1K^2 x K^1K^2 [κόκκινο]

(Σημείωση: ο συμβολισμός των αλληλόμορφων είναι αυθαίρετος οπότε γίνονται δεκτοί διαφορετικοί συμβολισμοί αρκεί να αποτυπώνεται σωστά η σχέση των αλληλόμορφων)

Ζαφειριάδης Γιώργος