



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2025

ΘΕΜΑ Α

- A1. β
- A2. α
- A3. γ
- A4. α
- A5. δ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1. στ, 2. η, 3. δ, 4. ε, 5. β, 6. γ, 7. α.

B2. α. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός κυττάρου ως τότε που και το ίδιο θα παράγει τους απογόνους του, ονομάζεται κυτταρικός κύκλος ή κύκλος ζωής του κυττάρου.

β. Κατά τη διάρκεια της πρόφασης I τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που κατείχαν στο χώρο του πυρήνα, πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο

άλλο. Το φαινόμενο αυτό, που ονομάζεται σύναψη, γίνεται με εξαιρετική ακρίβεια, γιατί τα ομόλογα χρωμοσώματα στοιχίζονται έτσι, ώστε οι αντίστοιχοι γονιδιακοί τόποι (δηλ. οι θέσεις στις οποίες εδράζονται τα γονίδια που ελέγχουν το ίδιο γνώρισμα) να είναι ο ένας απέναντι στον άλλο.

B3. Κάτι που δείχνει τη μεγάλη σημασία του πυρήνα για τη ζωή του κυττάρου είναι το γεγονός ότι κύτταρα από τα οποία αφαιρέθηκε τεχνητά ο πυρήνας δεν αναπαράγονται και εμφανίζουν μικρό αριθμό μεταβολικών διεργασιών και περιορισμένη διάρκεια ζωής.

B4. α. Το DNA είναι το γενετικό υλικό και αυτό περιέχει τις απαραίτητες εντολές ώστε να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι. Αφού ο συνθετικός φάγος διαθέτει το DNA του φάγου T₂, οι νέοι φάγοι που θα προκύψουν θα περιέχουν τόσο το DNA, όσο και τις πρωτεΐνες του φάγου T₂.

β. Οι πρωτεΐνες των νέων φάγων δημιουργούνται από αμινοξέα, τα οποία ο φάγος προμηθεύεται από το περιβάλλον του, δηλαδή, στην προκειμένη περίπτωση από τα βακτήρια *E. coli*. Αφού τα βακτήρια αναπτύσσονται σε περιβάλλον με μη ραδιενεργό ³²S, οι νέοι φάγοι που θα παραχθούν θα έχουν πρωτεΐνες με μη ραδιενεργό ³²S.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. α. Ο φυσιολογικός κλώνος είναι ο 1 και ο μεταλλαγμένος κλώνος είναι ο 2.

Μετά την κατανάλωση της γλυκόζης τη χρονική στιγμή t_1 αναμένεται επαγωγή του οπερονίου της λακτόζης και αναμένεται αύξηση της συγκέντρωσης της β-γαλακτοσιδάσης κάτι το οποίο υποδεικνύεται στο κλώνο 1. Αντίθετα στον κλώνο 2 παρατηρείται ότι η συγκέντρωση της β-γαλακτοσιδάσης δε μεταβάλλεται όπως αναμένεται στα φυσιολογικά στελέχη και συμπεραίνω ότι είναι το μεταλλαγμένο στέλεχος.

β. Η καμπύλη του μεταλλαγμένου κλώνου μπορεί να εξηγηθεί με τις εξής μεταλλάξεις.

Περίπτωση 1: μετάλλαξη στο ρυθμιστικό γονίδιο, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία πρωτεΐνη καταστολέας, η οποία μπορεί να συνδεθεί στο χειριστή, αλλά δεν μπορεί να συνδεθεί σ' αυτήν η λακτόζη.

Περίπτωση 2: μετάλλαξη στην περιοχή του υποκινητή των 3 δομικών γονιδίων η οποία δεν επιτρέπει την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης σ' αυτόν, με αποτέλεσμα να μην προκύπτει το mRNA για την σύνθεση των 3 ενζύμων.

Περίπτωση 3: μετάλλαξη στο πρώτο δομικό γονίδιο που είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του ενζύμου β-γαλακτοσιδάση. Η μετάλλαξη μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα είτε να μην παράγεται κάποιο πεπτίδιο (μετάλλαξη στην 5' αμετάφραστη περιοχή ή στο κωδικόνιο έναρξης) είτε να προκύπτει κάποιο μη

λειτουργικό πεπτίδιο (π.χ. δημιουργία πρόωρου κωδικονίου λήξης).

γ. Στο βακτήριο *E. coli*, τα γονίδια που κωδικοποιούν τα τρία απαραίτητα ένζυμα που χρειάζεται για να μεταβολίσει το δισακχαρίτη λακτόζη βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο πάνω στο γονιδίωμα του βακτηρίου και αποτελούν μια μονάδα, που ονομάζεται οπερόνιο της λακτόζης. Σε αυτό περιλαμβάνονται εκτός από αυτά τα γονίδια, που ονομάζονται δομικά, και αλληλουχίες DNA που ρυθμίζουν τη μεταγραφή τους. Οι αλληλουχίες αυτές που βρίσκονται μπροστά από τα δομικά γονίδια είναι κατά σειρά ένα ρυθμιστικό γονίδιο, ο υποκινητής και ο χειριστής.

Στην περίπτωση 1 δεν επιτρέπεται η μεταγραφή των 3 δομικών γονιδίων άρα δεν προκύπτει mRNA υπεύθυνο για τη σύνθεση τους και επομένως δεν παράγεται η περμεάση.

Στην περίπτωση 2, επειδή ο καταστολέας είναι μόνιμα συνδεδεμένος στο χειριστή, δεν πραγματοποιείται η μεταγραφή των 3 δομικών γονιδίων, συνεπώς δεν παράγεται η περμεάση.

Στην περίπτωση 3 δεν επηρεάζεται η μεταγραφή των 3 δομικών γονιδίων. Επομένως, παρά το γεγονός ότι δεν προκύπτει β-γαλακτοσιδάση, η περμεάση παράγεται στην κανονική της συγκέντρωση.

Γ2. α. Από το γενεαλογικό δέντρο παρατηρώ ότι από δύο γονείς που εμφανίζουν τον εξεταζόμενο φαινότυπο, ο οποίος

προκύπτει από το μονογονιδιακό χαρακτήρα, αποκτούν κόρη η οποία δεν εμφανίζει το φαινότυπο. Συμπεραίνω ότι πρόκειται για μονογονιδιακό χαρακτήρα, ο οποίος κληρονομείται με επικρατή τύπο, καθώς, αν ήταν υπολειπόμενος, από γονείς που εμφανίζουν τον φαινότυπο που ορίζει ο μονογονιδιακός χαρακτήρας, θα τον εμφάνιζαν όλοι οι απόγονοι.

Η περίπτωση το γονίδιο να εδράζεται σε φυλοσύνδετη περιοχή απορρίπτεται καθώς το κορίτσι II_1 θα κληρονομούσε το επικρατές αλληλόμορφο από τον πατέρα της και θα εμφάνιζε το μονογονιδιακό χαρακτηριστικό.

Η περίπτωση της μιτοχονδριακής κληρονόμησης επίσης απορρίπτεται, καθώς η μητέρα εμφανίζει το χαρακτηριστικό, ενώ η κόρη II_1 δεν το εμφάνίζει.

Έτσι, ο μονογονιδιακός χαρακτήρας κληρονομείται με αυτοσωμικό επικρατή τύπο όπου:

A: επικρατές αλληλόμορφο υπεύθυνο για την εμφάνιση του μονογονιδιακού χαρακτηριστικού,

a: υπολειπόμενο αλληλόμορφο το οποίο σε ομόζυγη κατάσταση δεν εμφανίζεται το μονογονιδιακό χαρακτηριστικό.

Με βάση τα παραπάνω οι γονότυποι των γονέων I_1 και I_2 είναι AaXY και AaXX αντίστοιχα. Έτσι:

Γονείς: AaXY (x) AaXX

Γαμέτες: AX, AY, aX, aY // AX, aX

Απόγονοι: AAXX, AaXX, AAXY, AaXY, AaXX, aaXX, AaXY, aaXY.

Το άτομο II_2 εμφανίζει το μονογονιδιακό χαρακτήρα άρα η πιθανότητα να είναι ετερόζυγο είναι $2/3$.

Αντίστοιχα η πιθανότητα να είναι θηλυκό είναι $1/2$.

Επειδή η εμφάνιση του χαρακτηριστικού και ο φυλοκαθορισμός είναι ανεξάρτητα γεγονότα, η πιθανότητα το II_2 να είναι κορίτσι ετερόζυγο είναι $1/2 \times 2/3 = 2/6$.

Γ3. α. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Φυλοσύνδετα είναι τα γονίδια εκείνα τα οποία εδράζονται στην περιοχή του X η οποία δεν έχει ομόλογη στο Y

Εφόσον ο γενετιστής ενημέρωσε το ζευγάρι των γονέων ότι δεν υπάρχει περίπτωση να αποκτήσουν κόρη η οποία πάσχει, συμπεραίνω ότι:

- ο άνδρας έχει το φυσιολογικό φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, το οποίο κληροδοτεί στις κόρες του,
- η γυναίκα δεν μπορεί να έχει το μιτοχονδριακό γονίδιο που προκαλεί την τύφλωση,

Επομένως, στον άνδρα το παθολογικό γονίδιο εδράζεται στο μιτοχονδριακό DNA ενώ στη γυναίκα εδράζεται στο πυρηνικό DNA και μάλιστα στη φυλοσύνδετη περιοχή.

β. Έστω:

A1: μιτοχονδριακό γονίδιο υπεύθυνο για φυσιολογική όραση

A2 μιτοχονδριακό γονίδιο υπεύθυνο για την τύφλωση.

Και αντίστοιχα:

X^B = φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο υπεύθυνο για φυσιολογική όραση,

X^B = φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο υπεύθυνο για την τύφλωση

Οι γονότυποι των ατόμων είναι:

Άνδρας: $A2 X^BY$

Γυναίκα $A1 X^BX^B$

Αρσενικοί απόγονοι : $A1 X^BY$

Θηλυκοί απόγονοι: $A1 X^BX^B$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.

Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.

Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ATG κ.ο.κ.

Εφόσον πρόκειται για τμήμα του δεύτερου εξωνίου, δε θα υπάρχει κωδικόνιο έναρξης ούτε και λήξης. Το κωδικόνιο του mRNA που κωδικοποιεί την τρυπτοφάνη είναι το 5'-UGG-3' και το αντίστοιχο στην κωδική είναι το 5'-TGG-3'

Με βάση τα παραπάνω κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα I και επειδή η μεταγραφή γίνεται με προσανατολισμό $5' \rightarrow 3'$, τα άκρα της θα είναι ως εξής:

5'...CAATTGAATGGCCGTTTTGGATTAATTA...3'

Η συμπληρωματική αλυσίδα (II) είναι η μη κωδική και έχει αριστερά το 3' άκρο και δεξιά το 5' άκρο της.

Δ2. Για να υπάρχει στο mRNA το κωδικόνιο UGG υπάρχει μόνο ένας τρόπος με τον οποίο μπορεί να διαβαστεί. Έτσι, το mRNA έχει την παρακάτω αλληλουχία βάσεων:

5'...CA-AUU-GAA-UGG-CCG-UUU-UGG-AUU-AAU-UA...3'

Η αλληλουχία των αμινοξέων που προκύπτει από τη μετάφραση του τμήματος mRNA είναι:

H₂N-...ile-glu-trp-pro-phe-trp-ile-asn...-COOH

Δ3. Η μετάλλαξη που συνέβη είναι αναστροφή του τμήματος που φαίνεται με σκούρα γράμματα

5'...CAATTGAAT**GGCCGTTTT**GGATTAATTA...3'

3'...GTAACTT**ACCGGCAAA**ACCTAATTAAT...5'

Μετά την αναστροφή η αλληλουχία DNA του μεταλλαγμένου εξωνίου θα είναι:

5'...CAATTGAA**AAACGGCC**ATGGATTAATTA...3'

3'...GTAACTT**TTTGCCGGT**ACCTAATTAAT...5'

Δ4. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες PE-I και PE-II δημιουργούν συμπληρωματικά μονόκλωνα άκρα ($5'$ -AATT- $3'$). Το τμήμα του γονιδίου θα κοπεί τόσο με την PE-I, που κόβει

αριστερά, όσο και με την ΠΕ-II, που δρα δεξιά. Δημιουργείται έτσι ένα δίκλωνο τμήμα DNA, που έχει εκατέρωθεν τα μονόκλωνα άκρα 5'-AATT-3'.

Το πλασμίδιο μπορεί να κοπεί είτε με την ΠΕ-I, είτε με την ΠΕ-II. Δεν μπορεί όμως να κοπεί και με τις δύο ταυτόχρονα, επειδή έτσι θα χάνονταν ένα τμήμα DNA, που περιέχει τη θέση έναρξης της αντιγραφής.

Δ5. 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.

Στη αλυσίδα του 5^{ου} εξωνίου του γονιδίου A, συνδέονται δύο πρωταρχικά τμήματα στην περιοχή X και ένα πρωταρχικό τμήμα στην περιοχή Y. Επομένως, η περιοχή X της αλυσίδας αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο και η περιοχή Y αντιγράφεται με συνεχή τρόπο.

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.

Με βάση τον παραπάνω κανόνα το πρωταρχικό τμήμα με το οποίο αντιγράφεται η περιοχή Υ έχει την αλληλουχία βάσεων 5'-UUCU-3' (η ουρακίλη U είναι αζωτούχα βάση που τη συναντάμε αποκλειστικά στο RNA), επειδή προς τα δεξιά δρα η DNA πολυμεράση που έχει τοποθετήσει μια T (δηλαδή ένα δεοξυριβονουκλεοτίδιο). Στη συνεχή αλυσίδα, το πρωταρχικό τμήμα τοποθετείται στη θέση έναρξης της αντιγραφής, επομένως, η θέση έναρξης της αντιγραφής βρίσκεται στη θέση 2. Η θέση 1 είναι το σημείο που ενώνονται οι δυο θηλιές κατά την ολοκλήρωση της αντιγραφής του DNA.