

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΤΡΙΤΗ 4 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

Ενδεικτικές απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1. γ
A2. β
A3. α
A4. δ
A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1-β, 2-α, 3-γ, 4-γ, 5-α, 6-γ, 7-β

B2. Η κυτταρική θεωρία στη σύγχρονη εκδοχή της υποστηρίζει ότι:

- Όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα και από κυτταρικά παράγωγα.
- Όλα τα κύτταρα δομούνται από τις ίδιες χημικές ενώσεις και εκδηλώνουν παρόμοιες μεταβολικές διεργασίες.
- Η λειτουργία των οργανισμών είναι το αποτέλεσμα της συλλογικής δράσης και αλληλεπίδρασης των κυττάρων που τους αποτελούν.
- Κάθε κύτταρο προέρχεται από τη διαίρεση προϋπάρχοντος κυττάρου.

B3. Η χρήση των αντιβιοτικών εντοπίζεται στην επιλογή και απομόνωση των κυττάρων-ξενιστών. Στο στάδιο αυτό τα κύτταρα-ξενιστές που έχουν προσλάβει το ανασυνδυασμένο DNA (μετασηματισμένα) επιλέγονται από εκείνα που δεν το έχουν προσλάβει (μη μετασηματισμένα). Η επιλογή των βακτηρίων που δέχτηκαν ανασυνδυασμένο πλασμίδιο στηρίζεται στην ικανότητα ανάπτυξής τους παρουσία αντιβιοτικού, επειδή το

ανασυνδυασμένο πλασμίδιο περιέχει ένα γονίδιο που τους προσδίδει ανθεκτικότητα στο συγκεκριμένο αντιβιοτικό.

Η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το επιθυμητό τμήμα DNA. Αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικών μορίων ανιχνευτών. Μια γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει έναν τεράστιο αριθμό από κλωνοποιημένα κομμάτια χρωμοσωμικού DNA, τα οποία έχουν παραχθεί με δράση κάποιας περιοριστικής ενδονουκλεάσης. Ορισμένα από τα κομμάτια αυτά περιέχουν ολόκληρα γονίδια, άλλα περιέχουν κομμάτια γονιδίων και άλλα τμήματα DNA που δεν κωδικοποιούν πρωτεΐνες.

Έτσι πρέπει μέσα από όλα αυτά τα κομμάτια να εντοπίσουμε αυτό που θέλουμε να μελετήσουμε. Η τεχνική που χρησιμοποιείται συνήθως περιλαμβάνει τη χρήση ιχνηθετημένων ανιχνευτών μορίων DNA ή RNA που περιέχουν αλληλουχίες συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο DNA. Οι ανιχνευτές αναμειγνύονται με το DNA της βιβλιοθήκης (το οποίο έχει αποδιαταχθεί) και υβριδοποιούν μόνο το συμπληρωματικό τους DNA.

Η διαδικασία της υβριδοποίησης ακολουθείται και για την απομόνωση ενός συγκεκριμένου γονιδίου από μια cDNA βιβλιοθήκη.

- B4.** Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά είτε από κυτταροκαλλιέργειες, όπου γίνεται in vitro επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση.

Τα μεταφασικά κύτταρα (με μέγιστο βαθμό συσπείρωσης των χρωμοσωμάτων) επωάζονται σε υποτονικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η κυτταρική τους μεμβράνη, και τα χρωμοσώματά τους απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα και παρατηρούνται στο μικροσκόπιο.

- B5.** Είδος A, γαμέτης : 10 Χρωμοσώματα και $2 \cdot 10^9$ ζεύγη βάσεων
Είδος B, γαμέτης : 40 χρωμοσώματα και 10^8 ζεύγη βάσεων

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1.** Γνωρίζουμε ότι τόσο η κωδική αλυσίδα του DNA όσο και το mRNA, είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA. Έτσι, η μόνη τους διαφορά είναι ότι όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει T στο mRNA υπάρχει U. Εφόσον το κωδικόνιο έναρξης του mRNA είναι το AUG με κατεύθυνση 5' AUG 3', το αντίστοιχο κωδικόνιο στην κωδική αλυσίδα του DNA θα είναι το ATG και θα έχει κατεύθυνση 5' ATG 3'. Επίσης, εφόσον τα κωδικόνια λήξης του mRNA είναι τα 5' UAG 3' ή 5' UGA 3' ή 5' UAA 3', τα αντίστοιχα κωδικόνια στην κωδική

αλυσίδα του DNA θα είναι τα 5' TAG 3' ή 5' TGA 3' ή 5' TAA 3'. Τέλος, οι βάσεις ανάμεσα στο κωδικόνιο έναρξης και το κωδικόνιο λήξης θα πρέπει να διαβάζονται ανά τριάδες (κώδικας τριπλέτας), συνεχόμενα χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο (συνεχής), καθώς κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε μία μόνο τριπλέτα (μη επικαλυπτόμενος).

Επειδή το πεπτίδιο μπορεί να «διαβαστεί» με δύο προσανατολισμούς εξετάζω:

1^η περίπτωση: NH₂ – met-...-lys-phe-his-COOH

Τα πιθανά κωδικονια του mRNA: 5' AUG-...-AAA - UUU - CAU - UAA 3'
 AAG UUC CAC UAG
 UGA

Τα πιθανά κωδικόνια της κωδικής: 5' ATG-...-AAA - TTT - CAT - TAA 3'
 AAG TTC CAC TAG
 TGA

2^η περίπτωση: NH₂ – met-...-his-phe-lys-COOH

Τα πιθανά κωδικονια του mRNA: 5' AUG-...-CAU - UUU - AAA - UAA 3'
 CAC UUC AAG UAG
 UGA

Τα πιθανά κωδικόνια της κωδικής: 5' ATG-...-CAT - TTT - AAA - TAA 3'
 CAC TTC AAG TAG
 TGA

Προσέχω, επίσης, ότι το γονίδιο είναι ασυνεχές και περιέχει εσώνιο που ξεκινά με τα νουκλεοτίδια 5' GU.και τελειώνει..AG 3' στο mRNA και αντίστοιχα 5' GT.και τελειώνει..AG 3' στην κωδική.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, το γονίδιο είναι το ακόλουθο, στο οποίο σημειώνονται η κωδική και μη κωδική και το εσώνιο. Η περίπτωση προσανατολισμού του γονιδίου είναι η 2^η περίπτωση NH₂ – his – phe – lys - COOH

Γονίδιο A:

5' AGTAATG-CAT-TT-**GTCCAG**-T-AAA-TGACATA 3' Κωδική
 3' TCATTAC-GTA-AA-**CAGGTC**-A-TTT-ACTGTAT 5' Μη Κωδική

Εσώνιο

- Γ2.** Το ώριμο mRNA, μετά την αφαίρεση του εσωνίου στον πυρήνα του κυττάρου, εξέρχεται μέσω των πυρηνικών πόρων στο κυτταρόπλασμα όπου θα ακολουθήσει η μετάφρασή του στα ριβοσώματα. Η αλληλουχία του ώριμου mRNA είναι:

5' AGUAAUG-CAU-UUU-AAA-UGACAUA 3'

- Γ3.** Το μεταλλαγμένο γονίδιο προκύπτει από αντικατάσταση του 13^{ου} ζεύγους βάσεων G(κωδική)-C(μη κωδική), σε A(κωδική)-T(μη κωδική).

5' AGTAATGCATTTATCCCAGTAAATGACATA 3' Κωδική

3' TCATTACGTAAATAGGGTCATTTACTGTAT 5' μη Κωδική

Λόγω της μετάλλαξης, αντικατάστασης ζεύγους βάσεων, αλλάζει η αρχή του εσωνίου με αποτέλεσμα να μην αναγνωρίζεται από τα μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια και να μην αποκόπτεται το εσώνιο. Αυτό έχει ως συνέπεια, να μεταφράζεται το σύνολο του mRNA και να προκύπτει το παρακάτω μεταλλαγμένο πεπτίδιο:

NH₂ – met – his – leu – ser – gln – COOH

- Γ4.** Το γεγονός ότι προκύπτουν 50% φυσιολογικά ζυγωτά, σημαίνει ότι οι μισοί γαμέτες (2) είναι επίσης φυσιολογικοί ενώ οι άλλοι μισοί (2) φέρουν ανώμαλο αριθμό χρωμοσωμάτων (και αλληλόμορφων γονιδίων που φέρουν). Άρα συνέβη μη διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων κατά τη δεύτερη μειωτική διαίρεση και προκύπτουν γαμέτες με σύσταση:

Γαμέτες

Ζυγωτά

1^η περίπτωση δεν διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες του χρωμοσώματος AA:

AA (ανώμαλος),	AAA
O (κανένα χρωμόσωμα που φέρει το συγκεκριμένο γονίδιο)	A0
α (φυσιολογικός)	Aα
α (φυσιολογικός)	Aα

2^η περίπτωση δεν διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες του χρωμοσώματος αα:

αα (ανώμαλος),	Aαα
O (κανένα χρωμόσωμα που φέρει το συγκεκριμένο γονίδιο)	A0
A (φυσιολογικός)	AA
A (φυσιολογικός)	AA

(Τα ζυγωτά A0 δεν θα οδηγήσουν σε βιώσιμα έμβρυα λόγω μονοσωμίας)

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Οι απόγονοι έχουν αναλογία φύλου 2 θηλυκά: 1 αρσενικά άτομο, κάτι που υποδηλώνει την ύπαρξη φυλοσύνδετου υπολειπόμενου θνησιγόνου γονιδίου.

Επίσης, το χρώμα σώματος κληρονομείται με διαφορετικό τρόπο σε θηλυκά και αρσενικά άτομα, άρα πρόκειται για φυλοσύνδετο γονίδιο, με τρία διαφορετικά αλληλόμορφα:

X^B : αλληλόμορφο που ελέγχει το μαύρο χρώμα

X^b : αλληλόμορφο που ελέγχει το λευκό χρώμα

X^b : αλληλόμορφο που προκαλεί τον θάνατο

Το γεγονός ότι από θηλυκό γονέα με λευκό χρώμα σώματος προκύπτουν αρσενικοί μόνο με λευκό χρώμα σώματος ενώ ο πληθυσμός των αρσενικών είναι «μισός» του αναμενόμενου, συμπεραίνουμε ότι ο θηλυκός γονέας είναι ετερόζυγος και φορέας του θνησιγόνου αλληλόμορφου.

Οι θηλυκοί απόγονοι (XX) κληρονομούν ένα X χρωμόσωμα από κάθε γονέα. Οι αρσενικοί απόγονοί (XY) κληρονομούν το X χρωμόσωμα από τη μητέρα και το Y από τον πατέρα τους.

Οι θηλυκοί απόγονοι έχουν όλοι μαύρο χρώμα σώματος, και φέρουν το αλληλόμορφο για το λευκό χρώμα, ή το θνησιγόνο από τον θηλυκό γονέα καθώς και το αλληλόμορφο για το μαύρο χρώμα από τον αρσενικό γονέα. Άρα το αλληλόμορφο για το μαύρο χρώμα επικρατεί του αλληλομόρφου για το λευκό χρώμα, ενώ το θνησιγόνο αλληλόμορφο είναι υπολειπόμενο των άλλων δύο.

Διασταύρωση:

Θηλυκός γονέας: $X^B X^b \otimes X^B Y$

Γαμέτες: $X^B, X^b / X^B, Y$

Απόγονοι: $X^B X^B : X^B X^b : X^b Y : X^b Y$

Φαινότυποι: 2 θηλυκά με μαύρο χρώμα : 1 αρσενικό με λευκό χρώμα)

Τα αρσενικά με γονότυπο $X^b Y$ πεθαίνουν.

Δ2. Το ένα διαγονιδιακό φυτό Arabidopsis με ενσωματωμένο το γονίδιο A θα έχει χρωμοσωμική σύσταση: $2^A 2^- 5^- 5^-$

Το άλλο διαγονιδιακό φυτό Arabidopsis με ενσωματωμένο το γονίδιο B θα έχει χρωμοσωμική σύσταση : $2^- 2^- 5^B 5^-$

Από τη διασταύρωσή τους προκύπτουν:

P : $2^A 2^- 5^- 5^- \otimes 2^- 2^- 5^B 5^-$

Γαμέτες: $2^A 5^-, 2^- 5^- / 2^- 5^B, 2^- 5^-$

F1: $2^A 2^- 5^B 5^- : 2^- 2^- 5^B 5^- : 2^A 2^- 5^- 5^- : 2^- 2^- 5^- 5^-$

Φαινότυποι: 1 μωβ : 1 άσπρο : 1 γαλάζιο : 1 άσπρο

Ή 1μωβ : 1 γαλάζιο : 2 άσπρα

- Δ3.** Τα άτομα με άσπρο χρώμα ανθέων μπορεί να έχουν δύο πιθανούς γονότυπους $2^A 2^B 5^B$ ή $2^A 2^B 5^A$.

Κάνοντας και τις δύο διασταυρώσεις:

F1: $2^A 2^B 5^A \otimes 2^A 2^B 5^B$

Γαμέτες: $2^A 5^A, 2^B 5^A / 2^B 5^B, 2^B 5^A$

F2: $2^A 2^B 5^B : 2^A 2^B 5^A : 2^A 2^B 5^A : 2^A 2^B 5^A$

Φαινότυποι: 1 μωβ : 1 γαλάζιο : 2 άσπρα

ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ καθώς δεν προκύπτει η επιθυμητή αναλογία

F1: $2^A 2^B 5^A \otimes 2^A 2^B 5^A$

Γαμέτες: $2^A 5^A, 2^B 5^A / 2^B 5^A, 2^B 5^A$

F2: $2^A 2^B 5^A : 2^A 2^B 5^A$

Φαινότυποι: 1 γαλάζιο : 1 άσπρο

ΔΕΚΤΗ, προκύπτει η επιθυμητή από την άσκηση αναλογία

- Δ4.** Το βακτήριο E.coli χρησιμοποιεί ως πηγή άνθρακα τη γλυκόζη. Αν στο περιβάλλον του βακτηρίου δεν υπάρχει γλυκόζη αλλά λακτόζη το βακτήριο μπορεί να τη μεταβολίσει σε γλυκόζη και γαλακτόζη καθώς διαθέτει γονίδια που κωδικοποιούν τα ένζυμα που απαιτούνται για τη διάσπαση της. Τα γονίδια αυτά αποτελούν μαζί με το ρυθμιστικό γονίδιο και τον χειριστή το οπερόνιο της λακτόζης.

Το οπερόνιο της λακτόζης ούτε μεταγράφεται ούτε μεταφράζεται όταν από το θρεπτικό υλικό απουσιάζει η λακτόζη. Δυο είναι τα ρυθμιστικά μόρια, η πρωτεΐνη καταστολέας που κωδικοποιείται από το ρυθμιστικό και ο χειριστής (αλληλουχία DNA) που βρίσκεται μεταξύ του υποκινητή και του πρώτου δομικού γονιδίου.

Το ρυθμιστικό γονίδιο μεταγράφεται συνεχώς και συνθέτει λίγα μόρια του καταστολέα που συνδέεται στον χειριστή, όταν απουσιάζει η λακτόζη από το θρεπτικό υλικό, εμποδίζοντας την RNA πολυμεράση να μεταγράψει τα δομικά γονίδια και τελικά την παραγωγή των ενζύμων που διασπούν τη λακτόζη.

Παρουσία λακτόζης ο καταστολέας συνδέεται με τη λακτόζη κι έτσι δε μπορεί να συνδεθεί στον χειριστή. Η RNA πολυμεράση αρχίζει τη μεταγραφή των δομικών γονιδίων και παράγονται τα 3 ένζυμα για τη διάσπαση της λακτόζης.

Στο συγκεκριμένο βακτήριο ο χειριστής του οπερονίου δεν επιτρέπει τη σύνδεση με τον καταστολέα με αποτέλεσμα τη συνεχή έκφραση των δομικών γονιδίων και την παραγωγή των ενζύμων.

Το πλασμίδιο που εισάγεται έχει την αλληλουχία του χειριστή μεταξύ του υποκινητή και του γονιδίου ανθεκτικότητας στη στρεπτομυκίνη. Σε αυτό τον χειριστή μπορεί να συνδέεται ο καταστολέας όταν απουσιάζει η λακτόζη.

- α.** Όταν υπάρχει μόνο λακτόζη το βακτήριο επιβιώνει καθώς διασπά τη λακτόζη.
- β.** Όταν υπάρχει μόνο γλυκόζη και στρεπτομυκίνη, ο καταστολέας συνδέεται στον χειριστή του πλασμιδίου εμποδίζοντας τη μεταγραφή του γονιδίου ανθεκτικότητας στη στρεπτομυκίνη και τελικά το αντιβιοτικό που υπάρχει στο θρεπτικό υλικό δεν επιτρέπει την επιβίωση του βακτηρίου.
- γ.** Όταν υπάρχει μόνο λακτόζη και στρεπτομυκίνη, ο καταστολέας συνδέεται στη λακτόζη κι όχι στον χειριστή. Το γονίδιο ανθεκτικότητας εκφράζεται και το αντιβιοτικό δεν σκοτώνει το βακτήριο ενώ παράλληλα παράγει και τα ένζυμα για να μεταβολίζει τη λακτόζη και τελικά σε αυτές τις συνθήκες επιβιώνει.