



## ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2024

#### 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. Τα αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή μιας βιβλιοθήκης, για την επιλογή όλων των βακτηριακών κλώνων που προσέλαβαν ανασυνδυασμένο πλα-

σμίδιο από εκείνους που είτε προσέλαβαν το μη ανασυνδυασμένο, είτε δεν προσέλαβαν πλασμίδιο. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ως ξενιστές, βακτήρια που δεν έχουν πλασμίδια και επομένως είναι ευαίσθητα σε αντιβιοτικά. 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.

Οι ανιχνευτές χρησιμοποιούνται αφού κατασκευαστεί η βιβλιοθήκη, δηλαδή για τον εντοπισμό του κλώνου της βιβλιοθήκης που περιέχει ένα επιθυμητό τμήμα DNA. Πρόκειται για ιχνηθετημένα μονόκλινα μόρια DNA ή RNA που περιέχουν αλληλουχίες συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο DNA. Οι ανιχνευτές αναμιγνύονται με το DNA της βιβλιοθήκης (το οποίο έχει αποδιαταχθεί) και υβριδοποιούν μόνο το συμπληρωματικό τους DNA.

- B4. i)** 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.
- ii)** Τα κύτταρα επωάζονται σε υποτονικό διάλυμα έτσι ώστε να σπάσει η κυταρική τους μεμβράνη, με αποτέλεσμα τα χρωμοσώματά τους να απομονωθούν για να απλωθούν στη συνέχεια σε αντικειμενοφόρο πλάκα.
- B5.** Στον πυρήνα φυσιολογικού γαμέτη του είδους A υπάρχουν 10 χρωμοσώματα και  $2 \times 10^9$  ζεύγη βάσεων.
- Στον πυρήνα φυσιολογικού γαμέτη του είδους B υπάρχουν 40 χρωμοσώματα και  $10^8$  ζεύγη βάσεων.

## **ΘΕΜΑ Γ**

- Γ1.** Κωδική αλυσίδα του γονιδίου A είναι η επάνω, η οποία έχει αριστερά το 5' άκρο της και δεξιά το 3' άκρο της. Μη κωδική αλυσίδα είναι η κάτω, η οποία έχει αριστερά το 3' άκρο της και δεξιά το 5' άκρο της.

Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' προς 3'. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. 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. Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική.

Κωδική αλυσίδα του γονιδίου είναι η επάνω. Διαβάζοντας από αριστερά προς τα δεξιά υπάρχουν κατά σειρά το κωδικόνιο έναρξης ATG, το κωδικόνιο CAT που αντιστοιχεί στη his, το κωδικόνιο TTT που αντιστοιχεί στη phe, το κωδικόνιο AAA που αντιστοιχεί στη lys και το κωδικόνιο λήξης TGA. Μέσα στο κωδικόνιο TTT εντοπίζεται η αλληλουχία 5'GTCCCAG3', που αντιστοιχεί στο εσώνιο του γονιδίου.

- Γ2.** Η αλληλουχία του πρόδρομου mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του ασυνεχούς γονιδίου είναι:

5'-AGUAAUGCAUUUGUCCCAGUAAAUGACAUA-3'

Στο κυτταρόπλασμα μεταφέρεται το ώριμο mRNA, το οποίο δεν διαθέτει πλέον το εσώνιο και έχει την παρακάτω αλληλουχία:

5'-AGUAAUGCAUUUUAAAUGACAUA-3'

- Γ3.** Συγκρίνοντας τις αλληλουχίες των δύο γονιδίων (Α και α) παρατηρούμε ότι έχει συμβεί μετάλλαξη τύπου αντικατάστασης ενός ζεύγους βάσεων. Συγκεκριμένα το 13<sup>ο</sup> ζεύγος (από το 5' άκρο της κωδικής) G/C έχει αντικατασταθεί από το ζεύγος A/T.

Η μετάλλαξη αυτή αλλοιώνει την αλληλουχία στο άκρο του εσωνίου, η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αποκοπή του από τα μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια. Έτσι, το εσώνιο δεν αποκόβεται από το μόριο του πρόδρομου mRNA το οποίο θα μεταφραστεί ως έχει, χωρίς να υποστεί ωρίμανση.

5'-AGUAAUGCAUUUAUCCCAGUAAAUGACAUA-3'

Από τη μετάφραση του mRNA αυτού προκύπτει το παρακάτω πεπτίδιο:

H<sub>2</sub>N - met - his - leu - ser - gln - COOH

**Γ4.** Οι μεταλλάξεις είναι αλλαγές στην ακολουθία και στον αριθμό των βάσεων στο γονιδίωμα ενός οργανισμού. Οι μεγάλες σε έκταση αλλαγές αποτελούν τις χρωμοσωμικές ανωμαλίες.

Οι αλλαγές στον αριθμό των χρωμοσωμάτων ονομάζονται αριθμητικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες και έχουν συνήθως ως αποτέλεσμα την τροποποίηση του φαινοτύπου του ατόμου.

Αν κατά τη διάρκεια της μειωτικής διαίρεσης δεν πραγματοποιηθεί φυσιολογικά ο διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων ή των αδελφών χρωματίδων, ένα φαινόμενο που ονομάζεται μη-διαχωρισμός, τότε δημιουργούνται γαμέτες με αριθμό χρωμοσωμάτων μεγαλύτερο ή μικρότερο του φυσιολογικού. Η γονιμοποίηση των μη φυσιολογικών γαμετών, που προκύπτουν, με φυσιολογικό γαμέτη έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ζυγωτού με «λανθασμένη» ποσότητα γενετικού υλικού, το οποίο δεν αναπτύσσεται φυσιολογικά. Τα άτομα που προκύπτουν και έχουν περίσσεια ή έλλειψη μικρού αριθμού χρωμοσωμάτων ονομάζονται ανευπλοειδή. Η απουσία ενός μόνο χρωμοσώματος ονομάζεται μονοσωμία, ενώ η ύπαρξη ενός επιπλέον τρισωμία. Η μονοσωμία είναι συνήθως θανατηφόρος για τον οργανισμό, διότι τα χρωμοσώματα με τα γονίδια που περιέχουν, με εξαίρεση τα φυλετικά, πρέπει να υπάρχουν σε δύο «δόσεις», για να εξασφαλιστεί η σωστή ανάπτυξη του ζυγωτού. Οι αριθμητικές χρωμοσωμικές ανωμαλίες δημιουργούνται στα αυτοσωμικά ή στα φυλετικά χρωμοσώματα.

Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι τα ζυγωτά τα οποία προκύπτουν φέρουν κατά 50% ζυγωτά με φυσιολογικό καρυότυπο και κατά 50% ζυγωτά ανευπλοειδή. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι στα άωρα γεννητικά κύτταρα του ετερόζυγου ατό-

μου με γονότυπο Aa συνέβη μη διαχωρισμός αδελφών χρωματίδων ενός χρωμοσώματος από το ζεύγος των χρωμοσωμάτων στο οποίο εδράζεται η γενετική θέση που καθορίζει τους φαινοτύπους A και α. Έτσι προκύπτουν γαμέτες οι οποίοι θα φέρουν κατά 25% n-1 χρωμοσώματα, κατά 25% n+1 και κατά 50% φυσιολογικοί. Αν ο μη διαχωρισμός συμβεί στο χρωμόσωμα το οποίο θα φέρει το A τότε θα προκύψουν γαμέτες AA, -, α, α. Όταν οι παραπάνω γαμέτες σχηματίζουν ζυγωτό με φυσιολογικό γαμέτη A τότε τα ζυγωτά που προκύπτουν θα είναι : AAA, A-, Aα και Aα.

Αν ο μη διαχωρισμός συμβεί στο χρωμόσωμα το οποίο θα φέρει το α τότε θα προκύψουν γαμέτες αα, -, A, A. Όταν οι παραπάνω γαμέτες σχηματίζουν ζυγωτό με φυσιολογικό γαμέτη A τότε τα ζυγωτά που προκύπτουν θα είναι : Aαα, α-, AA και AA.

**Προαιρετικά:**

Στο ενδεχόμενο όπου κατά την πρόφαση I έχει συμβεί επιχιασμός τότε θα προκύψουν γαμέτες Aα, -, A, α. Όταν οι παραπάνω γαμέτες σχηματίζουν ζυγωτό με φυσιολογικό γαμέτη A τότε τα ζυγωτά που προκύπτουν θα είναι: Aαα, A-, AA και Aα.

**ΘΕΜΑ Δ**

**Δ1.** Επειδή η αναλογία φύλου στα άτομα της F<sub>1</sub> γενιάς είναι 2 θηλυκά : 1 αρσενικό, υπάρχει φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο.

Το χρώμα του σώματος στο συγκεκριμένο είδος εντόμου κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο επειδή στην F<sub>1</sub> γενιά προκύπτουν θηλυκά μόνο με μαύρο χρώμα και αρσενικά μόνο με λευκό σώμα.

Επειδή από θηλυκό έντομο με λευκό σώμα και αρσενικό με μαύρο σώμα προέκυψαν θηλυκοί απόγονοι μόνο με μαύρο χρώμα, το μαύρο χρώμα σώματος ελέγχεται από το επικρατές αλληλόμορφο.

Έστω: X<sup>M1</sup>: αλληλόμορφο για το μαύρο χρώμα σώματος,

X<sup>M2</sup>: αλληλόμορφο για το λευκό χρώμα σώματος,

X<sup>μ</sup>: θνησιγόνο αλληλόμορφο.

Είναι X<sup>M1</sup>>X<sup>M2</sup>, X<sup>M1</sup>>X<sup>μ</sup> και X<sup>M2</sup>>X<sup>μ</sup>.

Η διασταύρωση που εξηγεί τα αποτελέσματα της άσκησης είναι:

P γενιά:  $X^{M2}X^{\mu}$  (x)  $X^{M1}Y$   
 Γαμέτες:  $X^{M2}, X^{\mu}$   $X^{M1}, Y$   
 F<sub>1</sub> γενιά:  $X^{M1}X^{M2}, X^{M1}X^{\mu}, X^{M2}Y, X^{\mu}Y$   
 Τα άτομα  $X^{\mu}Y$  δεν επιβιώνουν.

**Δ2.** Έστω:

2<sup>A</sup>: το χρωμόσωμα του 2<sup>ου</sup> ζεύγος με το γονίδιο A και

5<sup>B</sup>: το χρωμόσωμα του 5<sup>ου</sup> ζεύγους με το γονίδιο B

Η διασταύρωση είναι η εξής:

P γενιά: 2<sup>A</sup>255 (x) 225<sup>B</sup>5

Γαμέτες: 2<sup>A</sup>5, 25 25<sup>B</sup>, 25

F<sub>1</sub> γενιά: 2<sup>A</sup>25<sup>B</sup>5, 2<sup>A</sup>255, 225<sup>B</sup>5, 2255

Γονοτυπική αναλογία απογόνων: 2255 : 225<sup>B</sup>5 : 22<sup>A</sup>55 : 2<sup>A</sup>25<sup>B</sup>5.

Φαινοτυπική αναλογία απογόνων: 2 λευκό: 1 γαλάζιο: 1 μωβ.

Για τα γονίδια A και B ισχύει ο 2<sup>ος</sup> νόμος του Μέντελ, καθώς τα γονίδια A και B εντοπίζονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα.

**Δ3.** Ο γονότυπος του λευκού φυτού της F<sub>1</sub> γενιάς μπορεί να είναι 225<sup>B</sup>5 ή 2255. Επειδή στους απογόνους της F<sub>2</sub> δεν υπάρχουν μωβ απόγονοι, ο σωστός γονότυπος είναι 2255 (μη διαγονιδιακό φυτό).

Η διασταύρωση είναι η εξής:

F<sub>1</sub> γενιά: 2<sup>A</sup>255 (x) 2255

Γαμέτες: 2<sup>A</sup>5, 25 25

F<sub>2</sub> γενιά: 2<sup>A</sup>255, 2255

Γονοτυπική αναλογία απογόνων: 2<sup>A</sup>255 : 2255.

Φαινοτυπική αναλογία απογόνων: 1 λευκό: 1 γαλάζιο.

Η διασταύρωση του άλλου πιθανού γονοτύπου είναι: 225<sup>B</sup>5 (x) 2<sup>A</sup>255. Η διασταύρωση αυτή έχει ίδια γονοτυπική και φαινοτυπική αναλογία με τη διασταύρωση του ερωτήματος Δ2.

**Δ4. α.** Τα κύτταρα του στελέχους *Escherichia coli* θα μεταβολίζουν τη λακτόζη χρησιμοποιώντας τη ως πηγή άνθρακα. Έχουν κανονική ανάπτυξη που καθορίζεται

από το χρόνο διπλασιασμού, τη θερμοκρασία, το pH, τη συγκέντρωση μοριακού οξυγόνου, και τη διαθεσιμότητα των υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων.

**β.** Τα κύτταρα του στελέχους δεν θα αναπτυχθούν εξαιτίας του αντιβιοτικού στρεπτομυκίνη. Η απουσία λακτόζης από το θρεπτικό υλικό έχει ως αποτέλεσμα η πρωτεΐνη καταστολέας να είναι στην ενεργή της μορφή, να συνδέεται στο λειτουργικό χειριστή του πλασμιδίου, εμποδίζοντας την έκφραση του γονιδίου ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό στρεπτομυκίνη.

**γ.** Η παρουσία λακτόζης στο θρεπτικό υλικό έχει ως αποτέλεσμα να αδρανοποιείται η πρωτεΐνη καταστολέας με αποτέλεσμα να επάγεται η έκφραση του γονιδίου ανθεκτικότητας. Τα βακτήρια μπορούν να αναπτυχθούν κανονικά, χωρίς καμία επίδραση του αντιβιοτικού.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΒΑΚΑΛΗ