

**ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ Γ' ΤΑΞΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ**  
**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

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

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** 1 → Α, 2 → Δ, 3 → Γ, 4 → Α, 5 → Γ, 6 → δεν αντιστοιχίζεται, 7 → Β

**B2.** Τα αντιβιοτικά είναι χημικές ουσίες που παράγονται από μικροοργανισμούς και θανατώνουν άλλους μικροοργανισμούς ή αναστέλλουν την ανάπτυξη τους. Είναι προϊόντα του μεταβολισμού των μικροοργανισμών.

Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA άρχισε πρόσφατα να εφαρμόζεται με στόχο:

- Την κλωνοποίηση όλων των γονιδίων που κωδικοποιούν ένζυμα απαραίτητα για τη βιοσύνθεση ενός αντιβιοτικού.
- Την ανάπτυξη αντιβιοτικών με ισχυρότερη δράση εναντίον ορισμένων μικροβίων και με λιγότερες παρενέργειες.
- Την κατασκευή γενετικά τροποποιημένων μικροοργανισμών με στόχο τη μεγαλύτερη απόδοση στην παραγωγή αντιβιοτικών.

**B3.a.** Η δρεπανοκυτταρική αναιμία οφείλεται σε μετάλλαξη στο γονίδιο β για την παραγωγή της β-πολυπεπτιδικής αλυσίδας των αιμοσφαιρινών. Το γονίδιο αυτό εκφράζεται στα πρόδρομα ερυθροκύτταρα. Επομένως, η γονιδιακή θεραπεία πραγματοποιείται σε αυτά. Ο τύπος αυτός της γονιδιακής θεραπείας ονομάζεται **ex vivo**, γιατί τα κύτταρα τροποποιούνται έξω από τον οργανισμό και εισάγονται πάλι σ' αυτόν. Τα κύτταρα του αιμοποιητικού συστήματος μπορούν να τροποποιούνται γενετικά, να αναπτύσσονται σε κυτταροκαλλιέργειες και να εισάγονται με ενδοφλέβια ένεση στον οργανισμό.

**β.** Κατά τη γονιδιακή θεραπεία εισάγεται στα πρόδρομα ερυθροκύτταρα το φυσιολογικό αλληλόμορφο β ενώ δεν αντικαθίστανται τα μεταλλαγμένα. Συνεπώς ο γονότυπος των κυττάρων μετά τη γονιδιακή θεραπεία θα είναι ββ<sup>5β5</sup>.

**γ.** Η ex vivo γονιδιακή θεραπεία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε ένα τετράχρονο κορίτσι που έπασχε από ανεπάρκεια του ανοσοποιητικού συστήματος λόγω έλλειψης του ενζύμου απαμινάση της αδενοσίνης (ADA).

Η διαδικασία που ακολουθείται στη γονιδιακή θεραπεία της παραπάνω ασθένειας είναι η εξής:

- Λεμφοκύτταρα του παιδιού παραλαμβάνονται και πολλαπλασιάζονται σε κυτταροκαλλιέργειες.
- Το φυσιολογικό γονίδιο της απαμινάσης της αδενοσίνης ενσωματώνεται σε έναν ιό-φορέα (ο οποίος έχει καταστεί αβλαβής) με τις τεχνικές του ανασυνδυασμένου DNA.
- Ο γενετικά τροποποιημένος ιός εισάγεται στα λεμφοκύτταρα.
- Τα γενετικά τροποποιημένα λεμφοκύτταρα εισάγονται με ενδοφλέβια ένεση στο παιδί και παράγουν το ένζυμο ADA.

**B4.** Αριθμός χρωμοσωμάτων: 56

Μόρια DNA: 112

Αδελφές χρωματίδες: 112

Ελεύθερες φωσφορικές ομάδες: 224

Βραχίονες: 224

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.α.** Η πεπτιδική αλυσίδα που προκύπτει από το εν λόγω γονίδιο είναι:

$H_2N - met - trp - his - pro - asp - thr - COOH$

**β.** Για να προκύψει το μεταλλαγμένο πεπτίδιο θα πρέπει να γίνει προσθήκη 3 βάσεων GAG στο 5° κωδικόνιο (της asp) μεταξύ της A και T.

3'GCCCTACACCGTAGGGCTCTCATGGATCTATTGGGA5'

5'CGGGATGTGGCATCCCGAGAGTACCTAGATAACCCT3'

Όμως διάφορα είδη μεταλλάξεων, που μπορεί να προκληθούν από μεταλλαξογόνους παράγοντες, μετατρέπουν τα πρωτο-ογκογονίδια σε ογκογονίδια, τα οποία υπερλειτουργούν και οδηγούν το κύτταρο σε ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό και δημιουργία καρκίνου. Η μετατροπή ενός πρωτο-ογκογονιδίου σε ογκογονίδιο μπορεί να είναι το αποτέλεσμα μιας γονιδιακής μετάλλαξης.

**Γ2.** Η μερική αχρωματοψία στο κόκκινο και πράσινο χρώμα κληρονομείται με υπολειπόμενο φυλοσύνδετο τύπο κληρονομικότητας. Έστω  $X^a$  το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για την μερική αχρωματοψία και  $X^A$  το αντίστοιχο επικρατές για την φυσιολογική έγχρωμη όραση.

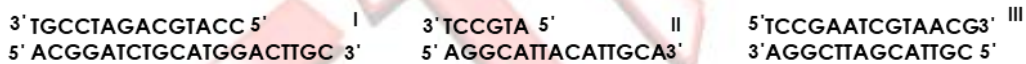
Το άτομο 6 είναι αρσενικό και συνεπώς έχει γονότυπο  $X^aY$ . Τα  $X^a$  αλληλόμορφο είναι μητρικής προέλευσης και συνεπώς η μητέρα του (άτομο 2) είναι φυσιολογική αλλά ετερόζυγη, έχει δηλαδή γονότυπο  $X^AX^a$ . Το άτομο 1 είναι αρσενικό με φυσιολογική όραση κι έχει γονότυπο  $X^AY$ . Το άτομο 5 είναι θηλυκό με φυσιολογική όραση. Έχει πάρει το  $X^A$  αλληλόμορφο από τον πατέρα (άτομο 1) και το  $X^A$  ή το

$X^a$  αλληλόμορφο από την μητέρα (άτομο 2). Συνεπώς μπορεί να έχει γονότυπο  $X^aX^a$  ή  $X^aX^A$ . Το άτομο 7 είναι αρσενικό με φυσιολογική όραση έχει γονότυπο  $X^AY$ .

Το άτομο 3 είναι αρσενικό με μερική αχρωματοψία και συνεπώς έχει γονότυπο  $X^oY$ . Η κόρη του (άτομο 8) έχει μερική αχρωματοψία και γονότυπο  $X^oX^a$ , με το ένα  $X^o$  αλληλόμορφο να έχει μεταβιβαστεί από την φυσιολογική μητέρα της (άτομο 4) η οποία, συνεπώς, είναι ετερόζυγη  $X^AX^a$ . Το άτομο 9 είναι αρσενικό με φυσιολογική όραση κι έχει γονότυπο  $X^AY$ .

Το άτομο 10 είναι θηλυκό με φυσιολογική όραση και έχει γονότυπο  $X^AX^a$  γιατί έχει προσλάβει ένα από τα δυο  $X^a$  αλληλόμορφα της ομόζυγης ( $X^aX^a$ ) μητέρας της. Το άτομο 11 είναι αρσενικό με φυσιολογική όραση. Το  $X$  χρωμόσωμά του είναι μητρικής προέλευσης και θα έπρεπε να φέρει το  $X^a$  αλληλόμορφο μια και η μητέρα του είναι το άτομο 8 με γονότυπο  $X^oX^a$ . Προφανώς το άτομο 11 έχει προσλάβει το  $X^A$  αλληλόμορφο από τον πατέρα του (άτομο 7) και το  $X^a$  αλληλόμορφο από την μητέρα του κι έχει γονότυπο  $X^AX^oY$ , μετά από μη διαχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων  $X$  και  $Y$  κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση στον πατέρα του. Πρόκειται συνεπώς για σύνδρομο Klinefelter.

**Γ3.** Στα τμήματα που μας έχουν δοθεί, οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή απέναντι από το 3' άκρο της μιας βρίσκεται το 5' της άλλης. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο με κατεύθυνση 5' προς 3', δηλαδή τοποθετούν συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια, απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες DNA τα οποία συνδέουν με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Έτσι, τοποθετούν νουκλεοτίδια μόνο στο ελεύθερο υδροξύλιο (3' άκρο) μιας αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Επίσης, οι DNA πολυμεράσες δεν μπορούν να ξεκινήσουν τη σύνθεση μιας αλυσίδας, αλλά επιμηκύνουν τμήματα DNA ή RNA που είναι ζευγαρωμένα με αλυσίδα DNA καλούπι και έχουν 3' ελεύθερο άκρο. Σύμφωνα με τα παραπάνω τα τμήματα που θα προκύψουν από τη δράση της DNA πολυμεράσης είναι:



## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.α.** Ο γονότυπος της Ιππολύτης είναι  $aa/aa$  ενώ του Θεμιστοκλή  $aa/--$  ή  $a-/a-$ .

Στην πρώτη περίπτωση:

$$aa/aa \times aa/--$$

Γαμέτες:  $aa$       $aa, --$

Γ.Α.: 1  $aa/aa$ : 1  $aa/--$

Φ.Α.: 1 υγιές άτομο : 1 ασθενής με  $a$ -θαλασσαιμία

Η πιθανότητα που ζητείται είναι  $1/2 \times 1/2 = 1/4$

Στη δεύτερη περίπτωση

aa/aa x a -/a -

Γαμέτες: aa a -

Γ.Α.: 1 aa/a-: 1 a-/a -

Φ.Α.: 1 υγιές άτομο : 1 ασθενής με α-θαλασσαιμία

Η πιθανότητα που ζητείται είναι 0%.

**β.** Είτε και οι δύο γονείς ήταν φορείς του ίδιου θνησιγόνου αλληλόμορφου γονιδίου και προέκυψε έμβρυο ομόζυγο για το θνησιγόνο αλληλόμορφο είτε εξαιτίας κάποιου μη διαχωρισμού προέκυψε έμβρυο με μονοσωμία σε κάποιο αυτοσωμικό χρωμόσωμα ή μονοσωμία Y0.

**Δ2.α.** Με βάση το πρωταρχικό τμήμα που δίνεται προκύπτουν τα άκρα στο δίκλωνο τμήμα ως εξής:

5'.....CCCATCTAGACATCTGCATGAACCGTAAAGTGACCCAAC.....3'

3'.....GGGTAGATCTGTAGACGTAAGTGGCATTTCCTGGGTTG.....5'

Με δεδομένο ότι η περιοριστική ενδονουκλεάση που θα χρησιμοποιηθεί αναγνωρίζει και τέμνει αλληλουχία που περιλαμβάνει τη μοναδική θέση έναρξης αντιγραφής του πλασμιδίου το εν λόγω πλασμίδιο δεν είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης. (Η αλληλουχία αναγνώρισης φαίνεται με κόκκινα γράμματα)

**β.** Με δεδομένο ότι το βακτήριο του γένους Clostridium ανήκει στους υποχρεωτικά αναερόβιους μικροοργανισμούς χρειάζεται να εξασφαλιστούν αναερόβιες συνθήκες (απουσία οξυγόνου). Επιπλέον, εφόσον πρόκειται να σχηματιστούν αποικίες απαιτείται άγαρ το οποίο είναι στερεό μόνο κάτω από του 45 βαθμούς Κελσίου, συνεπώς θα πρέπει στην καλλιέργεια να εξασφαλιστεί συνθήκη θερμοκρασίας χαμηλότερης των 45 βαθμών Κελσίου.

**Δ3.α.** Για την ιδιότητα «χρώμα φτερών» παρατηρείται αναλογία απογόνων 1 κίτρινο: 2 μπλε : 1 κόκκινο και στα δύο φύλα, στοιχείο που παραπέμπει σε αυτοσωμικό γονίδιο με πολλαπλά αλληλόμορφα (εφόσον τα χρώματα δεν παραπέμπουν σε ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή αλληλόμορφα). Επίσης από τα δεδομένα προκύπτει ότι το αλληλόμορφο για μπλε χρώμα επικρατεί στα άλλα δύο αλληλόμορφα και επιπλέον το αλληλόμορφο για το κόκκινο χρώμα επικρατεί σε αυτό για το κίτρινο. Συμβολίζοντας K1 το αλληλόμορφο για μπλε φτερά, K2 το αλληλόμορφο για κόκκινα φτερά και K3 το αλληλόμορφο για κίτρινα φτερά, συμπεραίνουμε ότι το θηλυκό έντομο έχει γονότυπο K1K3 και το αρσενικό έντομο έχει γονότυπο K2K3.

Για την ιδιότητα «μήκος ποδιών» συμπεραίνουμε πως το γονίδιο είναι φυλοσύνδετο και υπάρχει θνησιγόνο αλληλόμορφο για την εν λόγω γενετική θέση, εφόσον παρατηρείται αναλογία απογόνων 2 θηλυκά : 1 αρσενικό. Συμβολίζοντας X<sup>M</sup> το αλληλόμορφο για τα μακριά πόδια και X<sup>θ</sup> το θνησιγόνο αλληλόμορφο, συμπεραίνουμε ότι το θηλυκό έντομο έχει γονότυπο X<sup>M</sup>X<sup>θ</sup> και το αρσενικό έντομο έχει γονότυπο X<sup>M</sup>Y. Οι συνολικοί γονότυποι και για τις δύο ιδιότητες είναι για το θηλυκό έντομο K1K2X<sup>M</sup>X<sup>θ</sup> και για το αρσενικό έντομο K2K3X<sup>M</sup>Y.

**β.** Να πρέπει να πραγματοποιηθούν διασταυρώσεις ελέγχου μεταξύ των εντόμων με μπλε φτερά και εντόμων με κίτρινα φτερά (υπολειπόμενο χαρακτηριστικό). Οι διασταυρώσεις που θα πραγματοποιηθούν είναι

P1: K1K1 X K3K3, P2: K1K2 X K3K3, P3: K1K3 X K3K3.

Από τις φαινοτυπικές αναλογίες των απογόνων θα διαπιστωθεί ο ακριβής γονότυπος του εντόμου με τα μπλε φτερά.

**Τις απαντήσεις επιμελήθηκε η καθηγήτρια  
Παπαικονόμου Σταματία**

SYSTHMA