

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ  
ΤΕΤΑΡΤΗ 16 ΙΟΥΝΙΟΥ 2021  
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

**ΘΕΜΑ Α**

**A1.** α

**A2.** γ

**A3.** δ

**A4.** β

**A5.** γ

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** 1Α, 2Γ, 3Β, 4Α, 5Γ, 6Β, 7Α

**B2.** Προγεννητικά εφαρμόζεται αμνιοπαρακέντηση ή λήψη χοριακών λαχνών. Στη συνέχεια, στο DNA των κυττάρων που παραλάβαμε γίνεται μοριακή ανάλυση (μέσω PCR) για προσδιορισμό του γονοτύπου του εμβρύου.

Μετά τη γέννηση μπορεί πάλι να εφαρμοστεί μοριακή ανάλυση DNA μέσω PCR για προσδιορισμό του γονοτύπου.

Όμως, μπορεί να εφαρμοστεί βιοχημική διαδικασία για προσδιορισμό της HbS στο αίμα του ατόμου, ή δοκιμασία δρεπάνωσης όπου τα ερυθροκύτταρα των ατόμων που πάσχουν παίρνουν δρεπανοειδές σχήμα σε συνθήκες χαμηλής οξυγόνωσης.

**B3.** Γνωρίζουμε ότι τα πλασμίδια διαθέτουν γονίδια ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά. Επίσης, τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρονται από βακτήριο σε βακτήριο και να μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται, προσδίδοντάς του νέες ιδιότητες.

Έτσι, μπορεί το πλασμίδιο που φέρει το γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη να μεταφέρθηκε στο βακτήριο που είχε ανθεκτικότητα στην πενικιλίνη (ή το αντίστροφο). Έτσι δημιουργήθηκαν βακτήρια που έχουν ανθεκτικότητα και στα 2 αντιβιοτικά και κατάφεραν να επιβιώσουν και να κλωνοποιηθούν στο θρεπτικό υλικό που περιέχει και τα 2 αντιβιοτικά.

Αν το γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικό (αμπικιλίνη ή πενικιλίνη) βρισκόταν στο κύριο γονιδίωμα του βακτηρίου (λόγω ανταλλαγής τμημάτων DNA γονιδιώματος – πλασμιδίων), μπορεί πάλι να μεταφερθεί από βακτήριο σε βακτήριο με την συνδρομή των γονιδίων μεταφοράς DNA που διαθέτουν τα πλασμίδια.

**B4.** Πεπτίδιο: NH<sub>2</sub> – met – leu – val – ala – pro – COOH

Κωδικόνια του mRNA:

5' AUG – CUU – GUC – GCC – CCA – UAA ή UAG ή UGA 3'

Αντικωδικόνια του tRNA: 3'UAC<sup>5'</sup>, 3'GAA<sup>5'</sup>, 3'CAG<sup>5'</sup>, 3'CGG<sup>5'</sup>, 3'GGU<sup>5'</sup>

Τη στιγμή που το tRNA που μεταφέρει val προσδένεται στο ριβόσωμα, το tRNA που απομακρύνεται είναι αυτό που είχε μεταφέρει τη met και έχει αντικωδικόνιο 3'UAC<sup>5'</sup>.

Αιτιολόγηση: σελ 41 σχολικού βιβλίου «Επιμήκυνση:... Ένα τρίτο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ του.»

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.**

3' CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTCG 5'

**A**

**B**

5' GTGATCGGTTCGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC 3'

3

Η θέση έναρξης αντιγραφής βρίσκεται στο B.

Ο πάνω κλώνος αντιγράφεται με τρόπο ασυνεχή και ο κάτω κλώνος με τρόπο συνεχή.

Το πρωταρχικό τμήμα 2 τοποθετείται πρώτο στην ασυνεχή αντιγραφή.

**Γ2.** Κατά τη διάρκεια της αντιγραφής του παραπάνω τμήματος το πριμόσωμα συνθέτει αντιπαράλληλα και συμπληρωματικά με τα δεοξυριβονουκλεοτίδια των μητρικών αλυσίδων τα εξής πρωταρχικά τμήματα:

1: 5' GU\*GAU\* 3'

2: 5' GCU\*U\*A 3'

3: 5' GCU\*U\*G 3'

Άρα ενσωματώνει 6 ραδιενεργά ριβονουκλεοτίδια με U.

πάνω

μητρικός κλώνος 3' CACTAGCCAGCTTCGCGAATAGCTACGGTTCG 5'

νέος κλώνος

5' GU\*GAU\*CG\*G\*TCG\*AAG\*CGCU\*U\*ATCG\*ATG\*CCAAG\*C 3'

κάτω

μητρικός κλώνος 5' GTGATCGGTCTGAAGCGCTTATCGATGCCAAGC 3'

νέος κλώνος 3' CACTAG\*CCAG\*CTTCG\*CG\*AATAG\*CTACG\*GU\*U\*CG 5'

Η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων ενσωμάτωσε 13 ραδιενεργά νουκλεοτίδια με γουανίνη.

Η αντιγραφή στηρίζεται στην συμπληρωματικότητα των βάσεων.

Απέναντι από κάθε δεοξυριβονουκλεοτίδιο με αδενίνη του μητρικού κλώνου θα τοποθετηθεί ή ριβονουκλεοτίδιο με U ή δεοξυριβονουκλεοτίδιο με T.

Απέναντι από κάθε δεοξυριβονουκλεοτίδιο με T του μητρικού κλώνου θα τοποθετηθεί ριβο – ή δεοξυριβονουκλεοτίδιο με A.

Απέναντι από κάθε δεοξυριβονουκλεοτίδιο με C τοποθετείται ριβονουκλεοτίδιο ή δεοξυριβονουκλεοτίδιο με G.

Απέναντι από κάθε δεοξυριβονουκλεοτίδιο με G του μητρικού κλώνου τοποθετείται ριβο – ή δεοξυριβονουκλεοτίδιο με C.

Και σελ. 32 σχολ. βιβλίο «Τα κύρια ένζυμα...απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.»

**Γ3.** Μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής του τμήματος DNA θα περιέχονται 18 ραδιενεργά νουκλεοτίδια με G.

Η DNA πολυμεράση θα απομακρύνει τα πρωταρχικά τμήματα RNA, άρα τα ριβονουκλεοτίδια με U ραδιενεργό απομακρύνονται, και στη συνέχεια τα αντικαθιστά με δεοξυριβονουκλεοτίδια ενσωματώνοντας ταυτόχρονα 5 δεοξυριβονουκλεοτίδια ραδιενεργά με G. (13+5 = 18 ραδιενεργά δεοξυριβονουκλεοτίδια με γουανίνη, συνολικά στα 2 νέα μόρια DNA που προκύπτουν.)

**Γ4.** Κατάλληλο ως φορέας κλωνοποίησης είναι το πλασμίδιο A.

Το πλασμίδιο A είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης γιατί ανεξάρτητα από την κατεύθυνση των πολυνουκλεοτιδικών αλυσίδων, διαθέτει μόνο 1 φορά θέση αναγνώρισης από περιοριστική ενδονουκλεάση.

(όπου η θέση αναγνώριση θα είναι 5' GAATTC 3'  
3' CTTAAG 5' , για την

EcoRI , ή 5' CTTAAG 3'

3' GAATTC 5' , για κάποια άλλη υποθετική περιοριστική ενδονουκλεάση).

Αντίθετα, στο πλασμίδιο B, ανάλογα με την κατεύθυνση των πολυνουκλεοτιδικών αλυσίδων προκύπτουν ή 2 θέσεις αναγνώρισης για την ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση, ή καμία.

**Γ5.** 5' GAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTC 3'  
3' CTTAAGACAAAGTGTTCCTCACTTAAG 5'

5' AATTCATGTTTCACAAAGAGTG 3'  
3' GTACAAAGTGTTCCTCACTTAA 5'

Η πάνω αλυσίδα είναι η κωδική με το 5' αριστερά, γιατί διαβάζοντας από αριστερά προς τα δεξιά συναντούμε το κωδικόνιο ATG που αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης 5' AUG 3' του mRNA και με βήμα τριπλέτας συναντούμε ακόμη 4 κωδικόνια αμινοξέων και στη συνέχεια το κωδικόνιο 5' TGA 3' που αντιστοιχεί στο κωδικόνιο λήξης 5' UGA 3' του mRNA.

Το mRNA έχει ίδια άκρα και ίδιες βάσεις με την κωδική, αλλά όπου το mRNA έχει U, η κωδική έχει T.

Μετά την εισαγωγή του παραπάνω τμήματος στο πλασμίδιο προκύπτει η αλληλουχία:

GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG  
CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAGCCCC

Κόβοντας το πλασμίδιο με την EcoRI, το πλασμίδιο ανοίγει αποκτώντας μονόκλωνα άκρα:

5' .....G 3'                    5' AATTC..... 3'  
Υ  
3' .....CTTAA 5'                    3' G..... 5'

Ενσωματώνοντας το γονίδιο με το 5' κωδικής και 3' μη κωδικής προς τον υποκινητή, ώστε να μεταγραφεί σωστά το γονίδιο, προκύπτει η αλληλουχία:

5'...GAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTC....3'

3'....CTTAAGTACAAAGTGTTCCTCACTTAAG....5'

Αν το γονίδιο ενσωματωθεί ανάποδα με το 3' κωδικής και 5' μη κωδικής προς τον υποκινητή θα προέκυπτε η αλληλουχία:

5'....GAATTCACTCTTTGTGAAACATGAATTC....3'

Υ

3'....CTTAAGTGAGAAACACTTTGTACTTAAG....5'

Παρατηρώντας την αλληλουχία στην περιοχή του πλασμιδίου που εισάγεται το γονίδιο, μπορούμε να προτείνουμε ως ανιχνευτή:

3'CCCCCTTAAGTACA 5'

#### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που κληρονόμησε ο Νίκος από τον παππού 1 είναι 2. Το χρωμόσωμα Ψ και το 21<sup>ο</sup> χρωμόσωμα που φέρει το αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο της ομοκυστινουρίας.

Το φυλετικό χρωμόσωμα Ψ καθορίζει το αρσενικό φύλο.

Η παρουσία του σημαίνει αρσενικό και η απουσία του θηλυκό άτομο. Το Ψ του παππού 1 μεταβιβάστηκε στον Κώστα και από αυτόν στον γιο του Νίκο.

Ο Κώστας είναι υγιής έχοντας κληρονομήσει το αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο από τη μητέρα του, αλλά ένα αυτοσωμικό υπολειπόμενο από τον πατέρα του που έπασχε και ήταν ομόζυγος στα υπολειπόμενα. Άρα ο Κώστας είναι ετερόζυγος.

Στον Νίκο που πάσχει μεταβίβασε το 21<sup>ο</sup> χρωμόσωμά του που φέρει το αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο της ομοκυστινουρίας.

**Δ2.** Έστω A = αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο, φυσιολογικό

α = αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο, ομοκυστινουρίας

Ο Κώστας έχει γονότυπο = Aα

Η Ελένη έχει γονότυπο = Aα

Η Μαρία έχει σύνδρομο Down με τρεις διαφορετικές αλληλουχίες βάσεων. Άρα το λάθος έγινε κατά την 1<sup>η</sup> μειωτική διαίρεση σε έναν από τους 2 γονείς και το 21<sup>ο</sup> ζεύγος ομόζυγων χρωμοσωμάτων δεν διαχωρίστηκε.

P: Aα x Aα

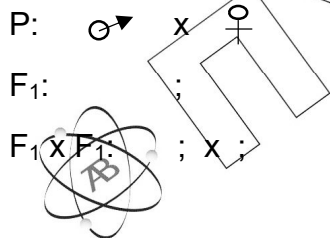
γ: Aα, - x A, α

F<sub>1</sub>: AAα, Aαα, A -, α -

Οι απόγονοι που προκύπτουν και έχουν γονότυπο AAα ή Aαα πάσχουν από σύνδρομο Down αλλά όχι από ομοκυστινουρία. (Οι απόγονοι A-, α - δεν επιβιώνουν, γιατί παρουσιάζουν μονοσωμία στο 21<sup>ο</sup> χρωμόσωμα.)

Άρα η Μαρία δεν θα πάσχει από ομοκυστινουρία.

**Δ3, Δ4.**



F<sub>2</sub>: 600 ♀, μικρές – κανονικά

200 ♂, μικρές – ατροφικά

300 ♂, μικρές – κανονικά

100 ♂, μικρές – ατροφικά

300 ♂, μεγάλες – κανονικά

100 ♂, μεγάλες – ατροφικά

Πρόκειται για άσκηση διυβριδισμού με ΦΑ = 6:2:3:1:3:1

Εξετάζουμε το κάθε χαρακτηριστικό ξεχωριστά.

Η αναλογία φύλου είναι φυσιολογική 800 ♀ : 800 ♂ (1:1)

## Κεραίες

$F_2$  : 800 ♀ μικρές: 400 ♂ μεγάλες

Παρατηρούμε πως ο χαρακτήρας «μέγεθος κεραιών» δεν κατανέμεται ομοιόμορφα και στα 2 φύλα. Άρα τα γονίδια είναι φυλοσύνδετα.

Η αναλογία 1200 μικρές : 400 μεγάλες μας δείχνει πως ο χαρακτήρας «μικρές» είναι επικρατής.

Έστω :  $X^A$ , φυλοσύνδετο επικρατές γονίδιο, ελέγχει μικρές κεραιές

$X^a$ , φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο, ελέγχει μεγάλες κεραιές.

Για να προκύψουν στην  $F_2$  αρσενικά και με μικρές και με μεγάλες κεραιές, το θηλυκό της  $F_1$  ήταν ετερόζυγο. Για να είναι όλα τα θηλυκά της  $F_2$  με μικρές, σημαίνει πως το αρσενικό της  $F_1$  είχε μικρές κεραιές.

Άρα:  $F_1$ :  $X^A X^a$  x  $X^A \psi$

Για να προκύψουν όλα τα αρσενικά της  $F_1$  με γονότυπο  $X^A \psi$  πρέπει το θηλυκό της  $P$  να ήταν  $X^A X^A$ .

Για να προκύψουν τα θηλυκά της  $P$  ετερόζυγα, πρέπει το αρσενικό της  $P$  να ήταν  $X^a \psi$ .

Αφού τα γονίδια για τις κεραιές είναι φυλοσύνδετα, και ξέρουμε πως ισχύει ο 2ος νόμος Mendel, καταλαβαίνουμε πως τα γονίδια για τα φτερά είναι αυτοσωμικά.

$F_2$ : 1200 κανονικά : 400 ατροφικά.

$\Phi A$ : 3 κανονικά : 1 ατροφικά.

Ο χαρακτήρας «κανονικά» είναι επικρατής γιατί εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα.

Έστω

- $K$  = αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο για κανονικά φτερά
- $U$  = αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο για ατροφικά φτερά.

Για να προκύψει  $\Phi.A = 3:1$  στην  $F_2$ , πρέπει τα άτομα της  $F_1$  να ήταν ετερόζυγα ( $Ku$ ). Επομένως, τα άτομα της  $P$  ήταν το ένα ομόζυγο στα επικρατή ( $KK$ ) και το άλλο ομόζυγο στα υπολειπόμενα ( $uu$ ).

Συνολικά:  $P = KKX^A X^A$  x  $uuX^a \psi$  ή  $KKX^a \psi$  x  $uuX^A X^A$

$F_1 = KuX^A X^a$  ,  $KuX^A \psi$

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

ΓΕΡΟΥΜΑΤΟΥ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ