

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΤΕΤΑΡΤΗ 30 ΜΑΪΟΥ 2012
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Σχολικό βιβλίο σελ. 120:
«Για την επιλογή οργάνων συμβατών... να είναι επιτυχής»
- B2.** Σχολικό βιβλίο σελ. 136:
«Το πρόβατο Dolly... κλωνοποίηση θηλαστικών»
- B3.** Σχολικό βιβλίο σελ. 93
«Η συχνότητα των ετερόζυγων... δυνατότητα αναπαραγωγής.»
- B4.** Σχολικό βιβλίο σελ. 108:
«Όπως και όλοι οι υπόλοιποι... ως συστατικά διαφόρων μορίων.»

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1.** Η φαινοτυπική αναλογία των ατόμων στην F2 γενιά είναι με ικανοποιητική προσέγγιση η :
- 2 θηλυκά με κόκκινα μάτια: 1 αρσενικά με κόκκινα μάτια: 1 αρσενικά με λευκά μάτια
επειδή $159/78 \approx 2 : 82/78 \approx 1 : 78/78 = 1$
- Από τα αποτελέσματα της F2 γενιάς διαπιστώνουμε ότι το γνώρισμα χρώμα ματιών κληρονομείται με διαφορετικό τρόπο ανάμεσα στα αρσενικά και θηλυκά άτομα. Αυτό σημαίνει ότι το ζευγάρι των γονιδίων που ελέγχει το γνώρισμα είναι φυλοσύνδετο. Στη φυλοσύνδετη κληρονομικότητα οι αρσενικοί απόγονοι κληρονομούν το Y χρωμόσωμά τους από τον πατέρα και το μοναδικό X χρωμόσωμά τους αποκλειστικά από τη μητέρα. Εφόσον στην F2 γενιά γεννιούνται απόγονοι που έχουν λευκά και κόκκινα μάτια σε αναλογία 1 : 1, το θηλυκό άτομο της F1 έχει και τα δύο γονίδια και είναι ετερόζυγο. Οι θηλυκοί απόγονοι κληρονομούν πάντα το μοναδικό X χρωμόσωμα του αρσενικού γονέα. Εφόσον όλοι έχουν κόκκινα μάτια σημαίνει ότι το αρσενικό άτομο της F1 γενιάς έχει κόκκινα μάτια και το γονίδιο αυτό είναι το επικρατές γιατί καλύπτει το γονίδιο για το λευκό χρώμα ματιών σε όλα τα θηλυκά που κληρονόμησαν το γονίδιο για το λευκό χρώμα από το θηλυκό γονέα. Οπότε:
- X^A : γονίδιο που ελέγχει το κόκκινο χρώμα ματιών
 X^a : γονίδιο που ελέγχει το λευκό χρώμα ματιών
- Ο αρσενικός γονέας της πατρικής γενιάς με λευκά μάτια έχει γονότυπο X^aY γιατί κάθε υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο εκφράζεται φαινοτυπικά σε όλα τα αρσενικά άτομα που το φέρουν. Εφόσον όλοι οι απόγονοι στην F1 γενιά έχουν κόκκινα μάτια σημαίνει ότι το θηλυκό άτομο τη P γενιάς είναι ομόζυγο στο γονίδιο που ελέγχει το κόκκινο χρώμα ματιών (X^AX^A), το οποίο κληρονομούν όλοι οι αρσενικοί απόγονοι

στην F1 και όλοι οι θηλυκοί, στους οποίους καλύπτει την έκφραση του λευκού που κληρονόμησαν από τον αρσενικό γονέα. Η διασταύρωση για την F1 και F2 γενιά είναι η εξής:

P : $X^A X^A$ X $X^a Y$
 Γαμέτες : X^A, X^A X^a, Y

F1 : $X^A X^a, X^A Y$

Γον. Αναλ.: 1 $X^A X^a$: 1 $X^A Y$

Φαιν. Αναλ. : 1 θηλυκό με κόκκινα μάτια : 1 αρσενικό με κόκκινα μάτια

Η αναλογία αυτή συμπίπτει με τη φαινοτυπική αναλογία της F2 γενιάς.

P : $X^A X^a$ X $X^A Y$
 Γαμέτες : X^A, X^a X^A, Y

F2 : $X^A X^A, X^A X^a, X^A Y, X^a Y$

Γον. Αναλ.: 1 $X^A X^a$: 1 $X^A X^a$: 1 $X^A Y$: 1 $X^a Y$

Φαιν. Αναλ.: 2 θηλυκά με κόκκινα μάτια : 1 αρσενικό με κόκκινα μάτια : 1 αρσενικό με λευκά μάτια

Γ2. Σύμφωνα με τα δεδομένα του γενεαλογικού δέντρου η μονογονιδιακή ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομηκότητας.

Από τη διασταύρωση των ατόμων I₁ και I₂ που δεν πάσχουν από την ασθένεια γεννιέται απόγονος (άτομο II₃) που πάσχει. Αυτό σημαίνει ότι το γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια υπήρχε στους γονείς και δεν εκφράστηκε, άρα είναι υπολειπόμενο.

Η περίπτωση της υπολειπόμενης φυλοσύνδετης κληρονομικότητας αποκλείεται από την διασταύρωση των ατόμων III₃ και III₄. Ο πατέρας (άτομο III₄) εκφράζει τον επικρατή φαινότυπο. Άρα αν η κληρονομικότητα ήταν φυλοσύνδετη θα είχε το επικρατές αλληλόμορφο. Στη φυλοσύνδετη κληρονομικότητα το μοναδικό X χρωμόσωμα του πατέρα μεταβιβάζεται σε όλους τους θηλυκούς απογόνους, άρα αποκλείεται να πάσχουν. Επειδή η κόρη (άτομο IV₃) πάσχει, αποκλείεται αυτή η περίπτωση.

Οπότε : A : φυσιολογικό αλληλόμορφο
 α : αλληλόμορφο υπεύθυνο για την ασθένεια

Γ3. Τα άτομα III₁ και III₂ είναι ετερόζυγα με γονότυπο Aa. Επειδή εκφράζουν τον επικρατή φαινότυπο, έχουν το επικρατές αλληλόμορφο A. Έχουν όμως κληρονομήσει και τα δύο, το υπολειπόμενο αλληλόμορφο από τον πατέρα τους. Οι αρσενικοί γονείς των ατόμων III₃ και III₂, είναι τα άτομα II₂ και II₃, που επειδή εκφράζουν τον υπολειπόμενο φαινότυπο είναι ομόζυγα στο υπολειπόμενο (aa) και μεταβιβάζουν στους απογόνους τους μόνο το υπολειπόμενο αλληλόμορφο α.

Κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός που δεν επηρεάζεται από το αποτέλεσμα των προηγούμενων κυήσεων, άρα η πιθανότητα να απόγονος που πάσχει θα υπολογιστεί από τη φαινοτυπική αναλογία της διασταύρωσης των γονέων για το γνώρισμα αυτό.

P : Aa X Aa
 Γαμέτες : A , α A , α
 F1 : AA , Aa , Aa , αα
 Γον. Αναλ. : 1AA : 2Aa : 1αα
 Φαιν. Αναλ. : 3 φυσιολογικά : 1 ασθενή

Από τα 4 ισοπίθανα ενδεχόμενα της φαινοτυπικής αναλογίας της διασταύρωσης το 1 είναι απόγονος που πάσχει, άρα $P_{(ασθενής)} = \frac{1}{4}$

Το φύλο στον άνθρωπο καθορίζεται από την παρουσία ή την απουσία του Y χρωμοσώματος. Κάθε φυσιολογικό θηλυκό άτομο έχει 2X χρωμοσώματα και κάθε φυσιολογικό αρσενικό 1X και 1Y. Η πιθανότητα να γεννηθεί αγόρι θα υπολογιστεί από τη φαινοτυπική αναλογία της διασταύρωσης:

P : XX X XY
 Γαμέτες : X X , Y
 F1 : XX , XY
 Γον. Αναλ. : 1XX : 1XY
 Φαιν. Αναλ. : 1 θηλυκό : 1 αρσενικό

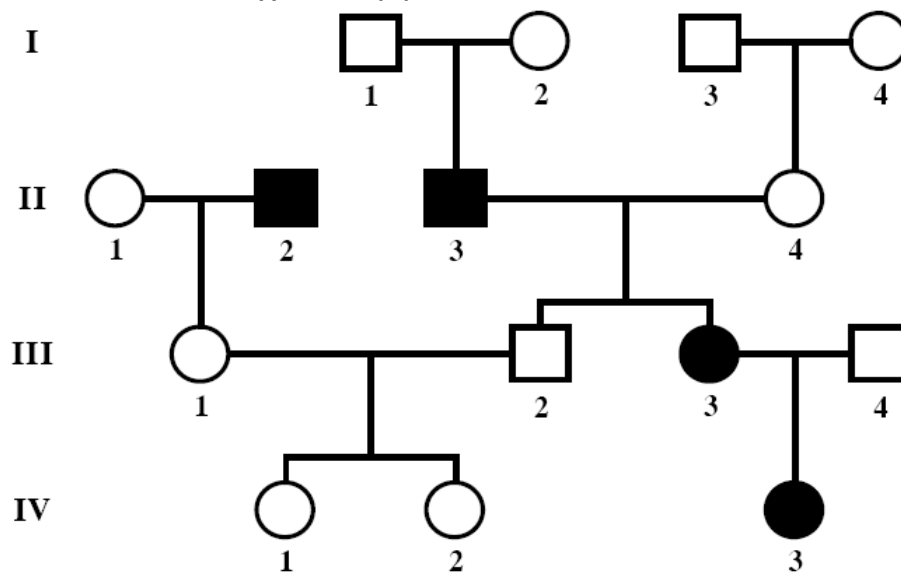
Από τα 2 ισοπίθανα ενδεχόμενα της φαινοτυπικής αναλογίας της διασταύρωσης το 1 είναι να γεννηθεί αγόρι. Άρα $P_{(αγόρι)} = \frac{1}{2}$

Άρα η πιθανότητα να γεννηθεί αγόρι που πάσχει είναι: $P_{(αγόρι-ασθενής)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$

Τα δύο γνωρίσματα μεταβιβάζονται ανεξάρτητα επειδή το ένα οφείλεται σε γονίδια που εδράζονται σε αυτοσωμικά χρωμοσώματα και το άλλο οφείλεται σε φυλετικά χρωμοσώματα. Άρα επειδή βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων ισχύουν ο 1ος και ο 2ος νόμος του Μέντελ που λένε:

1ος νόμος **σελ. 71** του σχολικού βιβλίου

2ος νόμος **σελ. 72, 73** του σχολικού βιβλίου



Γ4. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Άρα στο γενεαλογικό δέντρο το μιτοχονδριακό DNA του αρσενικού ατόμου I₁ δεν μεταβιβάζεται σε κανένα απόγονο, ενώ του θηλυκού ατόμου I₄ στην κόρη της II₄, από αυτήν στα παιδιά της III₂ και III₃, και από το θηλυκό άτομο III₃ στην κόρη IV₃.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στο παρακάτω τμήμα βακτηριακού DNA κωδική αλυσίδα είναι η 2, μη κωδική η 1 και προσανατολισμοί αυτοί που αναγράφονται:

Αλυσίδα 1: 5' GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC 3'

Αλυσίδα 2: 3' CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG 5'

Μια αλληλουχία DNA για να είναι γονίδιο που κωδικοποιεί πεπτιδίο πρέπει από τη μεταγραφή της να προκύπτει mRNA. Κάθε μόριο βακτηριακού mRNA (δεν έχει εσώνια) έχει με προσανατολισμό 5' → 3', μετά την 5' αμετάφραστη περιοχή του κωδικόνιο έναρξης AUG, κωδικόνια που κωδικοποιούν αμινοξέα, και ένα από τα κωδικόνια λήξης UAA, UGA και UAG.

«Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου... δεν υπάρχει πυρηνική μεμβράνη.» **Σελίδες 32-33** σχολικού βιβλίου

Σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας «Οι δύο αλυσίδες του DNA είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης.» **Σελίδα 17** σχολικού βιβλίου.

Το mRNA που παράγεται είναι συμπληρωματικό της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου και έχει αντίθετο προσανατολισμό από αυτή. Έχει τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια αλληλουχία με την κωδική αλυσίδα με τη διαφορά ότι αντί για θυμίνη έχει ουρακίλη.

«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 του γονιδίου ATG κλπ.

Η αλληλουχία των βάσεων ενός γονιδίου και του mRNA του, που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.» **Σελίδες 35-36** σχολικού βιβλίου

Άρα η κωδική αλυσίδα του γονιδίου με προσανατολισμό 5' → 3' έχει κωδικόνιο έναρξης ATG, τριπλέτες κωδικονίων και κωδικόνιο λήξης TAA, TGA ή TAG. Τα χαρακτηριστικά αυτά έχει η αλυσίδα 2 στο παραπάνω γονίδιο (έναρξη: ATG, 4 τριπλέτες βάσεων και λήξη: TAA)

Δ2. Αλυσίδα 1: 5' GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC 3'
3' AUCGAAUU 5' 3' CUUAAGAG 5'

Αλυσίδα 2: 3' CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG 5'
5' GUUGAAUU 3'

Η αλυσίδα 1 αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο και η αλυσίδα 2 με συνεχή.

«Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA είναι... από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.» **Σελίδα 28** σχολικού βιβλίου

«Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση... και ασυνεχώς στην άλλη» Σελίδα 30 σχολικού βιβλίου
Έτσι, επειδή στην αλυσίδα 1 δημιουργούνται 2 πρωταρχικά τμήματα, για να μπορέσει η DNA πολυμεράση να τοποθετήσει νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της ριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου των δυο πρωταρχικών τμημάτων, είναι αυτή που συντίθεται ασυνεχώς.

- Δ3.** «Η ανακάλυψη των περιοριστικών ενδονουκλεασών έθεσε το θεμέλιο... που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο.» Σελ. 57 σχολικού βιβλίου

Η αλληλουχία: 5-GAATTC-3
3-CTTAAG-5

υπάρχει πριν και μετά το γονίδιο, οπότε μετά τη δράση της EcoRI, το τμήμα DNA που θα προκύψει είναι το εξής:

Αλυσίδα 1: 5' - AATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATG-3'

Αλυσίδα 2: 3' - GAATCGAATTCAGCCCGTACTTAA- 5'

Το τμήμα αυτό θα ενσωματωθεί στο πλασμίδιο A, που έχει την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI με σωστό προσανατολισμό (5-GAATTC-3), μια φορά. «Τα δυο είδη DNA, του πλασμιδίου και του γονιδίου αναμιγνύονται, και επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση ενός ενζύμου, της DNA δεσμάσης (ένζυμο της αντιγραφής που συνδέει κομμάτια DNA. Έτσι δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια.» **Σελίδα 58** σχολικού βιβλίου

Στο πλασμίδιο διασπώνται 2 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και κατά το σχηματισμό του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου δημιουργούνται 4 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί.

- Δ4.** Το κύτταρο που περιέχει $3,2 \cdot 10^8$ ζεύγη βάσεων είναι σωματικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης, πριν την αντιγραφή του DNA, αυτό που έχει $6,4 \cdot 10^8$ ζεύγη είναι σωματικό κύτταρο στο τέλος της μεσόφασης ή στη διάρκεια της μίτωσης, μετά την αντιγραφή του DNA, ενώ αυτό που περιέχει $3 \cdot 10^8$ ζεύγη είναι γαμέτης.

Κατά τη μεσόφαση τα χρωμοσώματα έχουν μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζουν δίκτυο ινιδίων χρωματίνης. Στην αρχή της μεσόφασης κάθε χρωμόσωμα αποτελείται από 1 ινίδιο χρωματίνης που περιέχει 1 μόριο DNA. Στη διάρκεια της μεσόφασης το DNA αντιγράφεται, τα ινίδια χρωματίνης διπλασιάζονται, συγκρατούνται σε ένα σημείο το κεντρομερίδιο και καλούνται αδελφές χρωματίδες, οι οποίες συσπειρώνονται στο τέλος της μετάφασης. Άρα το πλήθος των αζωτούχων βάσεων διπλασιάζεται.

Στα κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα και καλούνται διπλοειδή. Τα χρωμοσώματά τους σχηματίζουν ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Οι οργανισμοί αυτοί παράγουν απλοειδείς γαμέτες που έχουν ένα αντίγραφο του γονιδιώματος και ένα χρωμόσωμα από κάθε ζευγάρι ομόλογων χρωμοσωμάτων. Άρα στον πυρήνα τους περιέχουν το μισό γενετικό υλικό σε σχέση με τα σωματικά κύτταρα στην αρχή της μεσόφασης και φυσικά το μισό αριθμό αζωτούχων βάσεων.