

### **ΘΕΜΑ Α**

1. α
2. γ
3. δ
4. β
5. γ

### **ΘΕΜΑ Β**

#### **B1.**

Η απάντηση περιέχεται στη σελ.120 του σχολικού βιβλίου από «Για την επιλογή οργάνων συμβατών για μεταμόσχευση...οι μεταμοσχεύσεις να είναι επιτυχείς».

#### **B2.**

Τα στοιχεία της απάντησης περιέχονται στη σελίδα 136 του σχολικού βιβλίου από «Το πρόβατο Dolly...γέννησε την Dolly».

#### **B3.**

Τα στοιχεία της απάντησης περιέχονται στη σελίδα 93 του σχολικού βιβλίου από «Η συχνότητα των ετερόζυγων ατόμων...δυνατότητα αναπαραγωγής».

#### **B4.**

Τα στοιχεία της απάντησης περιέχονται στη σελίδα 108 του σχολικού βιβλίου και συγκεκριμένα: άνθρακας, άζωτο, διάφορα μεταλλικά ιόντα και νερό.

*Σχόλιο: Μεταξύ των θρεπτικών συστατικών που αναφέρονται στη σελ. 108 του σχολ. βιβλίου είναι και το νερό, το οποίο φυσικά είναι απαραίτητο αλλά είναι διαλύτης. Επίσης, η εκφώνηση ζητά να αναφερθούν τα θρεπτικά συστατικά και όχι οι πηγές αυτών. Συνεπώς, οι πηγές των θρεπτικών συστατικών και ο ρόλος τους δεν απαιτούνται.*

### **ΘΕΜΑ Γ**

#### **Γ1.**

Από το γεγονός ότι όλοι οι απόγονοι της  $F_1$  έχουν κόκκινα μάτια, προκύπτει ότι το αλληλόμορφο για το κόκκινο είναι επικρατές και το αλληλόμορφο για το λευκό είναι υπολειπόμενο.

Από το γεγονός ότι μόνο οι αρσενικοί απόγονοι της  $F_2$  έχουν λευκά μάτια, συμπεραίνουμε ότι το γονίδιο είναι φυλοσύνδετο.

Έστω  $X^K$ : το αλληλόμορφο για το κόκκινο χρώμα ματιών και

$X^k$ : το αλληλόμορφο για το λευκό χρώμα ματιών

**P:** ♀  $X^K X^K$  x ♂  $X^K Y$

♂/♀	$X^K$	$X^K$
$X^K$	$X^K X^K$	$X^K X^K$
$Y$	$X^K Y$	$X^K Y$

Γονοτυπική Αναλογία: ♀ όλα  $X^K X^K$   
♂ όλα  $X^K Y$

Φαινοτυπική Αναλογία: όλα τα άτομα έχουν κόκκινα μάτια

**F<sub>1</sub>:** ♀  $X^K X^K$  x ♂  $X^K Y$

♂/♀	$X^K$	$X^K$
$X^K$	$X^K X^K$	$X^K X^K$
$Y$	$X^K Y$	$X^K Y$

Γονοτυπική Αναλογία: ♀ 1  $X^K X^K$  : 1  $X^K X^K$   
♂ 1  $X^K Y$  : 1  $X^K Y$

Φαινοτυπική Αναλογία: ♀ όλα τα θηλυκά άτομα έχουν κόκκινα μάτια  
♂ 1 κόκκινα : 1 λευκά μάτια

Τα αριθμητικά δεδομένα της άσκησης (159 ♀ με κόκκινα μάτια: 82 ♂ με κόκκινα μάτια: 78 ♂ με λευκά) προσεγγίζουν την αναλογία 2:1:1 που προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα.

Στην αιτιολόγηση μπορεί να γίνει αναφορά σε στοιχεία του 1<sup>ου</sup> νόμου του Mendel, χωρίς να απαιτείται η πλήρης παράθεσή του.

## Γ2.

Οι γονείς  $I_1$  και  $I_2$  έχουν φυσιολογικό φαινότυπο και αποκτούν απόγονο που εμφανίζει την ασθένεια. Η ασθένεια, ως μονογονιδιακή, ελέγχεται από αλληλόμορφα ενός μόνο γονιδίου. Ο απόγονος  $II_3$  κληρονομεί τα αλληλόμορφα που ευθύνονται για την ασθένεια από τους γονείς του – οι οποίοι όμως δεν την εκδηλώνουν στο φαινότυπό τους- άρα το αλληλόμορφο γονίδιο για την ασθένεια είναι υπολειπόμενο και η έκφρασή του καλύπτεται από το φυσιολογικό επικρατές.

Το θηλυκό άτομο  $IV_3$  πάσχει, οπότε φέρει το υπολειπόμενο σε ομόζυγη κατάσταση και έχει κληρονομήσει ένα αλληλόμορφο από κάθε γονέα. Αν υποθέσουμε ότι το γονίδιο είναι φυλοσύνδετο τότε το αρσενικό άτομο  $III_4$  θα φέρει το υπολειπόμενο άρα θα έπρεπε να πάσχει, πράγμα το οποίο δε συμβαίνει. Άρα το γονίδιο είναι αυτοσωμικό.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας.

### Γ3.

Έστω A το αυτοσωμικό επικρατές για φυσιολογικό φαινότυπο και a το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για την ασθένεια. Τότε το III<sub>1</sub> το οποίο είναι υγιές φέρει ένα επικρατές A ενώ έχει κληρονομήσει από τον πατέρα II<sub>2</sub> ένα υπολειπόμενο a. Άρα έχει γονότυπο Aa. Αντίστοιχα το άτομο III<sub>2</sub> έχει γονότυπο Aa.

Κατά τη μείωση για το σχηματισμό γαμετών σε κάθε γονέα τα αλληλόμορφα χωρίζονται και προκύπτουν γαμέτες A,a με ίση πιθανότητα. Οι γαμέτες των γονέων συνδυάζονται τυχαία μεταξύ τους και προκύπτουν οι γονότυποι των απογόνων όπως φαίνεται στο τετράγωνο Punnett.

**P:** ♀ Aa x ♂ Aa

♂ / ♀	<b>A</b>	<b>a</b>
<b>A</b>	<b>AA</b>	<b>Aa</b>
<b>a</b>	<b>Aa</b>	<b>aa</b>

Φαινοτυπική Αναλογία: Φυσιολογικά (AA, Aa)  $\frac{3}{4}$  καθώς το επικρατές καλύπτει την έκφραση του υπολειπόμενου και ασθενή (aa)  $\frac{1}{4}$ .

Η πιθανότητα αυτή ισχύει ανεξαρτήτως φύλου. Όμως η πιθανότητα να γεννηθεί αγόρι είναι  $\frac{1}{2}$  και επομένως συνολικά η πιθανότητα να γεννηθεί αγόρι που πάσχει είναι  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ .

Το φύλο καθορίζεται από τα φυλετικά χρωμοσώματα (για το αγόρι XY), ενώ η ασθένεια ελέγχεται από αυτοσωμικό γονίδιο και μεταβιβάζονται ανεξάρτητα. Άρα, το φύλο και η ασθένεια είναι γεγονότα ανεξάρτητα μεταξύ τους και η πιθανότητα να συμβούν ταυτόχρονα είναι ίση με το γινόμενο των επιμέρους πιθανοτήτων.

Εναλλακτικά, μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότητα με τη διασταύρωση: XYAa x XXAa, όπου ο ζητούμενος απόγονος είναι XYaa (1/8).

*Σχόλιο 1: Η αιτιολόγηση αξιοποιεί στοιχεία των Νόμων του Medel, ωστόσο δεν απαιτείται η πλήρης παράθεσή τους.*

*Σχόλιο 2: Τονίζουμε ότι οι διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού της ζητούμενης πιθανότητας είναι ισότιμοι.*

### Γ4.

Το γονίδιο μιτοχονδριακού DNA θα το κληρονομήσουν τα άτομα II<sub>4</sub>, III<sub>2</sub>, III<sub>3</sub> και IV<sub>3</sub>. Είναι γνωστό ότι το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική. Άρα, η I<sub>4</sub> μεταβίβασε το μιτοχονδριακό γονίδιο στην απόγονό της, II<sub>4</sub>. Η II<sub>4</sub> με τη σειρά της μεταβιβάζει το μιτοχονδριακό γονίδιο στους απογόνους της, III<sub>2</sub> και III<sub>3</sub>. Τέλος, η III<sub>3</sub> μεταβιβάζει στην IV<sub>3</sub> το γονίδιο.

## **ΘΕΜΑ Δ**

### **Δ1.**

**Αλυσίδα 1: 5' GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC 3'**

**Αλυσίδα 2: 3' CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG 5'**

Η αλυσίδα 2 περιέχει το κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3' και με βήμα τριπλέτας συνεχώς και χωρίς επικάλυψη το κωδικόνιο λήξης 5' TAA 3' και επομένως αυτή είναι η κωδική αλυσίδα (εφαρμόζουμε δηλαδή τις ιδιότητες του γενετικού κώδικα και την πληροφορία ότι πρόκειται για βακτηριακό DNA άρα δεν περιέχει εσώνια).

(Η μεταγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5'→3' άρα η μη κωδική αλυσίδα μεταγράφεται από το 3' άκρο προς το 5' άκρο.)

Επομένως, η αλυσίδα 1 είναι η μη κωδική και είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη της κωδικής, δηλαδή της αλυσίδας 2. Τα άκρα των αλυσίδων απεικονίζονται στο σχήμα.

*Σχόλιο: Εάν οι υποψήφιοι διερευνήσουν το θέμα με τις αντίστοιχες τριπλέτες της μη κωδικής αλυσίδας και αιτιολογήσουν κατάλληλα θα οδηγηθούν στο ίδιο αποτέλεσμα.*

### **Δ2.**

Με ασυνεχή τρόπο αντιγράφεται η αλυσίδα 1, ενώ με συνεχή τρόπο αντιγράφεται η αλυσίδα 2. Αιτιολόγηση:

Το πρωταρχικό τμήμα είναι τμήμα RNA το οποίο συντίθεται από το πριμόσωμα σε θέσεις έναρξης αντιγραφής με τον κανόνα συμπληρωματικότητας των βάσεων και της αντιπαράλληλης.

Η σύνθεση του πρωταρχικού τμήματος γίνεται με κατεύθυνση 5'→3' και επομένως αναζητάμε τα αντίστοιχα συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα τμήματα στις αλυσίδες του DNA. Τα πρωταρχικά τμήματα συντίθενται στις θέσεις που απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα και έτσι συνάγεται ότι η αλυσίδα 2 συντίθεται με συνεχή τρόπο (ένα πρωταρχικό) ενώ η αλυσίδα 1 με ασυνεχή (2 πρωταρχικά τμήματα):

3' AUCGAAUU 5'

3' CUUAAGAG 5'

**Αλυσίδα 1: 5' GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC 3'**

5' GUUGAAUU 3'

**Αλυσίδα 2: 3' CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG 5'**

### **Δ3.**

Το πλασμίδιο A περιέχει την αλληλουχία 5' GAATTC 3' που αναγνωρίζεται από  
3' CTTAAG 5'

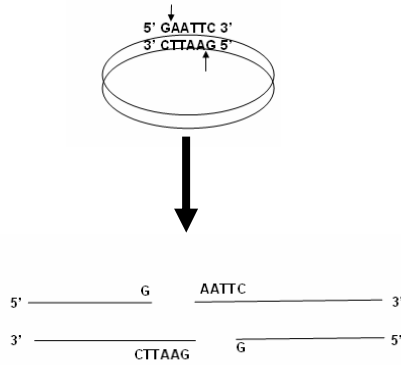
Την περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI.

Αιτιολόγηση: Σελ. 57 του σχολικού βιβλίου από «Το ένζυμο αυτό...στα κομμένα άκρα».

Στο πλασμίδιο A θα διασπαστούν 2 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί μεταξύ G και A (5'→3') στην αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ**

Εβρου 83, 115 27 Αμπελόκηποι / ΤΗΛ.&FAX:210 5224632 /URL:<http://www.pev.gr> ,  
e-mail: [grammateia@gmail.com](mailto:grammateia@gmail.com)



Το τμήμα DNA που δίνεται περιέχει 2 φορές την αλληλουχία αναγνώρισης από την EcoRI και κατά την ενσωμάτωσή του στο πλασμίδιο A δημιουργούνται 4 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί μεταξύ G και A ( $5' \rightarrow 3'$ ), στα άκρα του δίκλωνου τμήματος που ενσωματώνεται.

#### Δ4.

Το κύτταρο που με μέγεθος γονιδιώματος  $3,2 \cdot 10^8 \zeta\beta$  αντιστοιχεί σε σωματικό κύτταρο σε μεσόφαση πριν την αντιγραφή.

Το κύτταρο που με μέγεθος γονιδιώματος  $6,4 \cdot 10^8 \zeta\beta$  αντιστοιχεί σε σωματικό κύτταρο μετά την αντιγραφή.

Το κύτταρο που με μέγεθος γονιδιώματος  $1,6 \cdot 10^8 \zeta\beta$  αντιστοιχεί σε γαμέτη.

Αιτιολόγηση: Οι γαμέτες είναι απλοειδή κύτταρα με ένα αντίγραφο του γονιδιώματος ( $1,6 \cdot 10^8 \zeta\beta$ ). Τα σωματικά κύτταρα είναι διπλοειδή κύτταρα και έχουν δύο αντίγραφα του γονιδιώματος ( $2 \cdot 1,6 \cdot 10^8 = 3,2 \cdot 10^8 \zeta\beta$ ). Μετά την αντιγραφή του γενετικού υλικού το DNA αντιγράφεται και προκύπτει η διπλάσια ποσότητα γενετικού υλικού ( $2 \cdot 3,2 \cdot 10^8 = 6,4 \cdot 10^8 \zeta\beta$ ).

*Σχόλιο: Ο όρος «μέγεθος» δεν είναι ο πλέον δόκιμος. Προφανώς, αναφέρεται στο μήκος του γονιδιώματος.*

## **ΓΕΝΙΚΟ ΣΧΟΛΙΟ**

Τα θέματα των Πανελληνίων Εξετάσεων 2012 στο μάθημα της Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης των Ημερησίων Λυκείων χαρακτηρίζονται από σαφήνεια και διαβαθμισμένη δυσκολία. Οι απαντήσεις απαιτούσαν κρίση και σε βάθος κατανόηση της σχετικής θεωρίας, ενώ στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό σε τεχνικές επίλυσης προβλημάτων.

Τα ζητούμενα ήταν πολλά και η έκταση των απαντήσεων ενδεχομένως να πίεσε χρονικά τους υποψηφίους. Γι' αυτό θεωρούμε ότι οι τυχόν συνοπτικότερες αιτιολογήσεις που συνεπικουρούνται επαρκώς από τα σχήματα, πρέπει να αξιολογηθούν θετικά.

Οι συνάδελφοι βαθμολογητές καλούνται –όπως πάντα- να εκτιμήσουν τη γνώση και τη σωστή εφαρμογή νόμων ή φαινομένων αντί για τη λεπτομερή και σχολαστική περιγραφή τους. Αυτό εξάλλου αναδεικνύει και την ουσία των θεμάτων.

**Ευχόμαστε καλή επιτυχία για τη συνέχεια**

**Η ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΤΗΣ ΠΕΒ (ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ)**