

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

### **ΘΕΜΑ Α**

- A.1 – δ
- A.2 – β
- A.3 – α
- A.4 – β
- A.5 – γ

### **ΘΕΜΑ Β**

#### **B.1**

Σελ. 17 σχολικού βιβλίου: «Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο...ονομάζονται διπλοειδή.»

#### **B.2**

Σελ. 14 σχολικού βιβλίου: «Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση...ονομάζεται 3' - 5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.»

#### **B.3**

Σελ. 37 – 38 σχολικού βιβλίου: «Πολλά ριβοσώματα μπορούν να μεταφράζουν...ονομάζεται πολύσωμα.»

#### **B.4**

Σελ. 108 σχολικού βιβλίου: «Η παρουσία ή απουσία  $O_2$  μπορεί να...για τους οποίους το  $O_2$  είναι τοξικό (υποχρεωτικά αναερόβιοι).»

### **ΘΕΜΑ Γ**

#### **Γ.1**

Τα άτομα με ομάδα αίματος Α έχουν στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων τους αντιγόνο τύπου Α. Άτομα ομάδας αίματος Β έχουν αντιγόνο Β. Ένα άτομο ομάδας αίματος ΑΒ έχει αντιγόνα Α και Β, ενώ ένα άτομο ομάδας αίματος Ο δεν έχει κανένα αντιγόνο. Τα αντιγόνα Α και Β χορηγούνται με ένεση σε διαφορετικά ποντίκια και προκαλούν ανοσολογική αντίδραση με αποτέλεσμα να αρχίσει η παραγωγή αντισωμάτων από εξειδικευμένα Β – λεμφοκύτταρα.

Ύστερα από δύο εβδομάδες αφαιρείται ο σπλήνας και απομονώνονται τα Β – λεμφοκύτταρα. Τα κύτταρα αυτά συντήκονται με καρκινικά κύτταρα και παράγονται τα υβριδώματα που παράγουν μονοκλωνικά αντισώματα. Τα υβριδώματα μπορούν να φυλάσσονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην κατάψυξη ( $-80^{\circ}C$ ) και να παράγουν οποιαδήποτε στιγμή μονοκλωνικά αντισώματα για τα αντιγόνα Α και Β σε μεγάλες ποσότητες. Με τα μονοκλωνικά αυτά αντισώματα μπορεί να γίνει τυποποίηση (προσδιορισμός) των ομάδων αίματος.

#### **Γ.2**

Η αιμορροφιλία Α είναι μία κλασική φυλοσύνδετη διαταραχή, στην οποία το αίμα δεν πήζει φυσιολογικά λόγω έλλειψης του παράγοντα VIII, μιας αιμορροφιλικής πρωτεΐνης (σελ. 80 σχολικού βιβλίου). Η αιμορροφιλία Β είναι γενετική ασθένεια στην οποία παρατηρείται έλλειψη του παράγοντα IX,

μία πρωτεΐνη που συμμετέχει στο μηχανισμό πήξης του αίματος. (σελ. 135 σχολικού βιβλίου)

Βήματα που απαιτούνται για την παραγωγή του παράγοντα IX από διαγονιδιακό ζώο:

- Απομόνωση του ανθρώπινου γονιδίου που κωδικοποιεί τον παράγοντα IX.
- Μικροέγχυση του γονιδίου στον πυρήνα ενός γονιμοποιημένου ωαρίου του ζώου.
- Τοποθέτηση του γενετικά τροποποιημένου ζυγωτού στη μήτρα ενήλικου ζώου για κυοφορία.
- Γέννηση του διαγονιδιακού ζώου.
- Διασταυρώσεις με σκοπό να περάσει η τροποποιημένη γενετική πληροφορία στους απόγονους (ή κλωνοποίησή του).
- Παραγωγή, απομόνωση και καθαρισμός του παράγοντα IX.

### Γ.3

Ο ανιχνευτής είναι ιχνηθετημένο, μονόκλωνο μόριο DNA ή RNA που περιέχει αλληλουχία συμπληρωματική προς μία αλληλουχία – στόχο. Με τη χρήση ανιχνευτών μπορούμε να εντοπίσουμε ένα μόριο DNA, όταν αυτό βρίσκεται μαζί με χιλιάδες άλλα.

Μίγμα των DNA μορίων I και II υφίσταται αποδιάταξη, δηλαδή με κατάλληλες χημικές ουσίες ή με αύξηση της θερμοκρασίας, σπάζουν οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των δύο συμπληρωματικών αλυσίδων κάθε μορίου και οι δύο αλυσίδες αποχωρίζονται η μία από την άλλη.

Ο ανιχνευτής που δίνεται, αναμειγνύεται με τα DNA μόρια I και II τα οποία έχουν αποδιαταχθεί και υβριδοποιεί μόνο το συμπληρωματικό DNA.

Η υβριδοποίηση είναι η σύνδεση μονοκλώνων συμπληρωματικών αλυσίδων DNA ή συμπληρωματικών DNA – RNA με δεσμούς υδρογόνου. Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες που συνδέονται με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας είναι μεταξύ τους αντιπαράλληλες. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο ανιχνευτής, υβριδοποιείται με τον κλώνο I<sub>α</sub> του DNA μορίου I:

Κλώνος I<sub>α</sub>: 5' TACCTCAATCCGTATTA-3'

Ανιχνευτής: 3' AGUUAAGGCAU-5'

### ΘΕΜΑ Δ

Ιδιότητες που μελετάμε: Αιμορροφιλία A  
Δρεπανοκυτταρική αναιμία

Η αιμορροφιλία A έχει υπολειπόμενο φυλοσύνδετο τύπο κληρονομικότητας.

Η δρεπανοκυτταρική αναιμία έχει υπολειπόμενο αυτοσωμικό τύπο κληρονομικότητας.

Ορισμός γονιδίων

X<sup>A</sup> = φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για σύνθεση του παράγοντα VIII πήξης του αίματος (φυσιολογικό)

X<sup>a</sup> = φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για έλλειψη του παράγοντα VIII πήξης του αίματος (μεταλλαγμένο), δηλαδή υπεύθυνο για αιμορροφιλία A.

B = αυτοσωμικό επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για σύνθεση της β – αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης A (HbA) των ερυθροκυττάρων  
β<sup>s</sup> = αυτοσωμικό υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για σύνθεση της τροποποιημένης αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης S (HbS) των ερυθροκυττάρων (υπεύθυνο για δρεπανοκυτταρική αναιμία)

#### Δ.1

Γονότυποι γονέων

Άντρας: β<sup>s</sup>X<sup>A</sup>Y

Γυναίκα: Bβ<sup>s</sup>X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>

Ο γονότυπος του αγοριού ως προς τη μερική αχρωματοψία είναι X<sup>a</sup>Y αφού πάσχει από την ασθένεια. Το φυλοσύνδετο γονίδιο X<sup>a</sup> του αγοριού είναι μητρικής προέλευσης. Η γυναίκα (μητέρα του αγοριού) όμως είναι υγιής οπότε ο γονότυπος της ως προς τη μερική αχρωματοψία είναι X<sup>A</sup>X<sup>a</sup> (φορέας της ασθένειας). Ο άντρας (πατέρας) είναι υγιής ως προς τη μερική αχρωματοψία οπότε ο γονότυπός του είναι X<sup>A</sup>Y.

Ο γονότυπος του κοριτσιού ως προς τη δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι β<sup>s</sup>β<sup>s</sup> αφού πάσχει από την ασθένεια. Το ένα αλληλόμορφο γονίδιο (β<sup>s</sup>) είναι μητρικής προέλευσης και το άλλο είναι πατρικής προέλευσης. Άρα και οι δύο γονείς φέρουν το γονίδιο β<sup>s</sup>. Επειδή όμως είναι (και οι δύο) υγιείς ως προς τη δρεπανοκυτταρική αναιμία, ο γονότυπός τους είναι Bβ<sup>s</sup> (φορείς της ασθένειας).

#### Δ.2

Το αγόρι πάσχει από μερική αχρωματοψία άρα έχει γονότυπο X<sup>a</sup>Y (το γονίδιο X<sup>a</sup> είναι μητρικής προέλευσης και το Y χρωμόσωμα είναι πατρικής προέλευσης). Επειδή δε γνωρίζουμε το φαινότυπο του ως προς τη δρεπανοκυτταρική αναιμία και οι γονείς του είναι φορείς της ασθένειας (Bβ<sup>s</sup>), ο γονότυπος του μπορεί να είναι ένας από τους παρακάτω:

BB (ένα γονίδιο B μητρικής και ένα γονίδιο B πατρικής προέλευσης)

ή

Bβ<sup>s</sup> (ένα γονίδιο B μητρικής και ένα γονίδιο β<sup>s</sup> πατρικής προέλευσης ή αντίστροφα)

ή

β<sup>s</sup>β<sup>s</sup> (ένα γονίδιο β<sup>s</sup> μητρικής και ένα γονίδιο πατρικής προέλευσης)

Άρα ο γονότυπος του αγοριού ως προς τις ασθένειες είναι:

BBX<sup>a</sup>Y ή Bβ<sup>s</sup>X<sup>a</sup>Y ή β<sup>s</sup>β<sup>s</sup>X<sup>a</sup>Y

Το κορίτσι πάσχει από δρεπανοκυτταρική αναιμία άρα ο γονότυπος του είναι β<sup>s</sup>β<sup>s</sup> (το ένα γονίδιο β<sup>s</sup> είναι μητρικής και το άλλο γονίδιο β<sup>s</sup> είναι πατρικής προέλευσης)

Ως προς τη μερική αχρωματοψία ο γονότυπος του κοριτσιού μπορεί να είναι X<sup>A</sup>X<sup>A</sup> ή X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>. Το κορίτσι θα πάρει οπωσδήποτε το ένα αλληλόμορφο γονίδιο X<sup>A</sup> από τον πατέρα του (που έχει γονότυπο X<sup>A</sup>Y αφού είναι υγιής). Από τη μητέρα του θα πάρει το γονίδιο X<sup>A</sup> ή το γονίδιο X<sup>a</sup> αφού αυτή είναι φορέας της ασθένειας (όπως διαπιστώσαμε στο ερώτημα Δ.1)

Άρα ο γονότυπος του κοριτσιού ως προς τις δύο ασθένειες είναι:

β<sup>s</sup>β<sup>s</sup>X<sup>A</sup>X<sup>A</sup> ή β<sup>s</sup>β<sup>s</sup>X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>

### Δ.3

Η ζητούμενη πιθανότητα υπολογίζεται από την παρακάτω διασταύρωση

P:  $B^sX^A X^a$  x  $B^sX^A Y$

Γαμέτες:  $BX^A$ ,  $BX^a$ ,  $\beta^sX^A$ ,  $\beta^sX^a$   $BX^A$ ,  $\beta^sX^A$ ,  $BY$ ,  $\beta^sY$

τετράγωνο του Punnett:

	$BX^A$	$BX^a$	$\beta^sX^A$	$\beta^sX^a$
$BX^A$	$BBX^A X^A$	$BBX^A X^a$	$B\beta^sX^A X^A$	$B\beta^sX^A X^a$
$\beta^sX^A$	$B\beta^sX^A X^A$	$B\beta^sX^A X^a$	$\beta^s\beta^sX^A X^A$	$\beta^s\beta^sX^A X^a$
$BY$	$BBX^A Y$	$BBX^a Y$	$B\beta^sX^A Y$	$B\beta^sX^a Y$
$\beta^sY$	$B\beta^sX^A Y$	$B\beta^sX^a Y$	$\beta^s\beta^sX^A Y$	$\beta^s\beta^sX^a Y$

Το τρίτο παιδί για να έχει φυσιολογικό φαινότυπο πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα γονίδιο B και τουλάχιστον ένα γονίδιο  $X^A$ . Όπως φαίνεται από το τετράγωνο του Punnett η πιθανότητα να γεννηθεί υγιές παιδί είναι 9/16

Τα παραπάνω στηρίζονται στους δύο νόμους του Mendel:

σελ. 71 σχολικού βιβλίου: «Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται...δύο αλληλόμορφα γονίδια» και «Οι απόγονοι προκύπτουν...διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.»

και σελ. 73 – 74 σχολικού βιβλίου: «Ο δεύτερος νόμος της ανεξάρτητης μεταβίβασης των γονιδίων...κατά τη δημιουργία των γαμετών.»

### Δ.4

Σελ. 89 – 90 σχολικού βιβλίου: «Η πρώτη γενετική ασθένεια που βρέθηκε...χαρακτηριστικό δρεπανοειδές σχήμα.»

### Σχόλιο

Τα θέματα των Πανελληνίων Εξετάσεων 2010 στο μάθημα της Βιολογίας Κατεύθυνσης των Ημερησίων Λυκείων χαρακτηρίζονται από την αυξημένη αναζήτηση της κριτικής ικανότητας των μαθητών. Το γεγονός αυτό κρίνεται πολύ θετικό - στα πλαίσια του υπάρχοντος αναποτελεσματικού τρόπου αξιολόγησης - εφόσον δεν αναπαράγει με στείρο τρόπο τις παραγράφους του σχολικού βιβλίου.

Δεν υπάρχουν προβλήματα διατυπώσεων και τα ζητούμενα στοιχεία αφορούν ευρύ φάσμα της διδακτέας ύλης. Ένας μαθητής με **ουσιαστική** κατανόηση και γνώση της εξεταζόμενης ύλης μπορεί να αξιολογηθεί με παιδαγωγικά ορθότερο τρόπο.

### Επιμέλεια θεμάτων

Παπαδάκη Ηρώ, Σωζόπουλος Ηλίας - Βιολόγοι