

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ 2019**

ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. β

A3. γ

A4. γ

A5. β

ΘΕΜΑ Β

B1.

1 → ζ

2 → στ

3 → α

4 → ε

5 → β

6 → δ

B2.

Σύνθεση DNA θα γίνει μόνο στο μόριο Α, ενώ στα μόρια Β και Γ δεν θα γίνει σύνθεση γιατί η DNA πολυμεράση απαιτεί ένα ελεύθερο 3' άκρο στο τελευταίο νουκλεοτίδιο της νεοσυντιθέμενης αλυσίδας ώστε να ξεκινήσει την επιμήκυνση.

B3.

α. Το άτομο είναι θηλυκό (απουσία του Υ φυλετικού).

β. Το άτομο πάσχει από σύνδρομο Turner. Τα άτομα που πάσχουν από το σύνδρομο Turner έχουν φυσιολογικό αριθμό αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων (44) αλλά μόνο ένα χρωμόσωμα X από το ζεύγος των φυλετικών χρωμοσωμάτων (XO) δηλαδή αναφέρεται σε άτομο με βιώσιμη μονοσωμία.

γ. Τα άτομα αυτά δεν εμφανίζουν δευτερογενή χαρακτηριστικά του φύλου, παρ'όλο που έχουν φαινότυπο θηλυκού ατόμου, και είναι στείρα.

δ. Στην εικόνα 2 απεικονίζονται 45 χρωμοσώματα που αντιστοιχούν σε 90 μόρια DNA γιατί το γενετικό υλικό είναι διπλασιασμένο.

B4.

Στόχος της γονιδιακής θεραπείας είναι να «διορθώσει» τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου σε ορισμένα κύτταρα που πάσχουν.

Οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της είναι:

- η χαρτογράφηση και κλωνοποίηση του υπεύθυνου γονιδίου
- ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφανίζουν τη βλάβη
- η γνώση του τρόπου κληρονομησης της ασθένειας
- η ασθένεια να ακολουθεί μονογονιδιακό τρόπο κληρονομησης, ώστε να ακολουθεί την μενδελική κληρονομικότητα
- η εύρεση και χρήση κατάλληλων φορέων οι οποίοι θα έχουν καταστεί αβλαβείς και θα έχουν μικρή πιθανότητα να προκαλέσουν παρενέργειες και σε ορισμένες περιπτώσεις καρκίνο.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. ΠΡΟΤΥΠΟ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

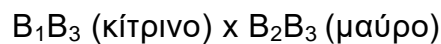
Ως προς το χρώμα σώματος παρατηρώ 3 χρώματα που δεν φαίνεται να έχουν σχέση μεταξύ τους ώστε να χαρακτηριστούν ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή. Επομένως τα γονίδια θα είναι πολλαπλά αλληλόμορφα. Παρατηρώ ότι η αναλογία φύλου δεν είναι 1:1 (160 ♀ : 80 ♂) όπως είναι αναμενόμενο, άρα το ένα από τα δύο γονίδια θα είναι φυλοσύνδετο θνησιγόνο. Επίσης παρατηρώ ότι από γονείς που παράγουν την πρωτεΐνη Α αποκτώνται απόγονοι που όλοι παράγουν την πρωτεΐνη. Έτσι υποθέτω ότι η απουσία της πρωτεΐνης οδηγεί σε θνησιμότητα, άρα είναι φυλοσύνδετο γνώρισμα. Εφόσον ισχύει ο 2ος νόμος του Mendel τα γονίδια θα εδράζουν σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων, επομένως το γονίδιο για το χρώμα θα είναι σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα.

Μελετούμε την κάθε ιδιότητα χωριστά εφόσον ισχύουν και οι δύο νόμοι του Mendel.

- Χρώμα σώματος

Έστω B_1 το γονίδιο για το κίτρινο χρώμα, B_2 το γονίδιο για το μαύρο χρώμα και B_3 το γονίδιο για το άσπρο χρώμα. Από τους γονείς, (κίτρινο και μαύρο) αποκτώνται απόγονοι και με άσπρο χρώμα, άρα το άσπρο χρώμα οφείλεται σε υπολειπόμενο γονίδιο έναντι του κίτρινου και του μαύρου. Επίσης οι απόγονοι με κίτρινο χρώμα είναι αριθμητικά περισσότεροι από τους απογόνους με μαύρο χρώμα, το γονίδιο για το κίτρινο χρώμα θα είναι επικρατες έναντι του μαύρου. Έτσι θα ισχύει $B_1 > B_2 > B_3$

Επομένως οι γονότυποι των γονέων θα είναι:



Γαμέτες: B_1, B_3 / B_2, B_3

Γ. Α. 1 B_1B_2 , 1 B_1B_3 , 1 B_2B_3 , 1 B_3B_3

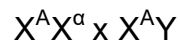
Φ.Α. 2 κίτρινα: 1 μαύρο: 1 άσπρο

Δεκτό σύμφωνα με την δοθείσα αναλογία

- Γονίδιο πρωτεΐνης A

Έστω X^A το φυσιολογικό γονίδιο και X^a το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο που δεν συνθέτει την πρωτεΐνη και είναι υπολειπόμενο και θνησιγόνο σε ομόζυγη κατάσταση.

Οι γονείς παράγουν την πρωτεΐνη A αλλά κάποιοι αρσενικοί απόγονοι πεθαίνουν άρα η μητέρα θα είναι ετερόζυγη υποχρεωτικά X^AX^a . (Εφόσον πεθαίνουν αρσενικοί απόγονοι συμπεραίνω ότι ο φυλοκαθορισμός ακολουθεί τον ίδιο τρόπο με τον άνθρωπο). Ο πατέρας θα είναι X^AY .



Γαμέτες: X^A, X^a / X^A, Y

Γ. Α. 1 X^AX^A ♀ που παράγει την πρωτεΐνη A

1 X^AX^a ♀ που παράγει την πρωτεΐνη

1 X^AY ♂ που παράγει την πρωτεΐνη

1 X^aY ♂ που δεν παράγει την πρωτεΐνη και πεθαίνει

Δεκτό σύμφωνα με τα δεδομένα.

Συνολικά οι γονότυποι των γονέων και για τις δύο ιδιότητες θα είναι:

$B_1B_3X^AX^a$ ♀ με κίτρινο χρώμα σώματος που παράγουν την πρωτεΐνη Α

$B_2B_3X^AY$ ♂ με μαύρο χρώμα σώματος που παράγουν την πρωτεΐνη Α

Γ2.

Συμβολίζω με:

Α το επικρατές γονίδιο για το μεγάλο μήκος των κεραιών και

α το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για το μικρό μήκος κεραιών.

Θα διασταυρώσουμε θηλυκό άτομο με μικρό μήκος κεραιών με αρσενικό άτομο με μεγάλο μήκος κεραιών.

Εάν το γονίδιο είναι αυτοσωμικό θα ισχύει $AA \times aa$ και οι απόγονοι θα είναι όλοι Αα με μεγάλο μήκος κεραιών.

Εάν το γονίδιο είναι φυλοσύνδετο θα ισχύει $X^AX^a \times X^AY$ και οι απόγονοι θα είναι ♀ με μεγάλο μήκος κεραιών X^AX^a και ♂ με μικρό μήκος κεραιών X^aY .

Γ3.

Τα βακτήρια που θα προκύψουν από τον μετασχηματισμό θα είναι 3 ειδών:

i) βακτήρια που δεν έχουν προσλάβει καθόλου πλασμίδιο και δεν θα έχουν ανθεκτικότητα στην Αμπικιλίνη οπότε δεν θα αναπτυχθούν σε καμία καλλιέργεια.

ii) βακτήρια που θα έχουν προσλάβει πλασμίδιο το οποίο δεν έχει ενσωματώσει το επιθυμητό DNA και δεν είναι ανασυνδυασμένο. Τα βακτήρια αυτά θα έχουν ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη και θα μπορούν αναπτυχθούν και παρουσία γλυκόζης και παρουσία λακτόζης. Κατά συνέπεια αυτά τα βακτήρια θα μπορούν να αναπτυχθούν και στις δυο καλλιέργειες Α και Β. Επομένως αντιστοιχούν στις αποικίες 1, 2, 4 και 6.

iii) βακτήρια που θα έχουν προσλάβει ανασυνδυασμένο πλασμίδιο με το επιθυμητό DNA και τα οποία θα έχουν ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη αλλά δεν θα μπορούν αναπτυχθούν παρουσία λακτόζης παρά μόνο παρουσία γλυκόζης, αφού το επιθυμητό γονίδιο θα έχει ενσωματωθεί σε θέση του γονιδίου της β-γαλακτοζιδάσης. Αυτά τα βακτήρια θα μπορούν να

αναπτυχθούν μόνο στην καλλιέργεια Α και όχι στην καλλιέργεια Β, επομένως αντιστοιχούν στις αποικίες 3, 5 και 7.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Έστω ότι το γονίδιο που ευθύνεται για την ασθένεια είναι αυτοσωμικό επικρατές.

Συμβολίζω Α: το μεταλλαγμένο για την ασθένεια και α: το φυσιολογικό αλληλόμορφο. Άρα η διασταύρωση των γονέων σύμφωνα με το γενεαλογικό δέντρο θα είναι:

$$I_1 Aa \times aa \quad I_2 \quad \text{ή} \quad I_1 AA \times aa \quad I_2$$

Απόγονοι: $1Aa : 1aa$ $100\% Aa$

Στην 1η περίπτωση (Aa x aa) ο απόγονος **Aa** θα πάσχει και θα δίνει τα τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το Α αλληλόμορφο) και τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το α αλληλόμορφο). Ο απόγονος **aa** θα είναι υγιής και θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β.

Άρα αυτή η περίπτωση απορρίπτεται λόγω του αποτελέσματος του **Aa**.

Στην 2η περίπτωση (AA x aa) οι απόγονοι θα είναι όλοι **Aa** και θα δίνουν τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το Α αλληλόμορφο) και τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το α αλληλόμορφο).

Άρα αυτή η περίπτωση απορρίπτεται.

Κατά συνέπεια η εν λόγω ασθένεια δεν ακολουθεί τον αυτοσωμικό επικρατή τρόπο κληρονομησης.

Έστω ότι το γονίδιο που ευθύνεται για την ασθένεια είναι αυτοσωμικό υπολειπόμενο.

Συμβολίζω Β: το φυσιολογικό για την ασθένεια και β: το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο.

Άρα η διασταύρωση των γονέων σύμφωνα με το γενεαλογικό δέντρο θα είναι:

$$I_1 \beta\beta \times B\beta \quad I_2 \quad \text{ή} \quad I_1 \beta\beta \times B\beta \quad I_2$$

Απόγονοι: $1B\beta : 1\beta\beta$ $100\% B\beta$

Στην 1η περίπτωση ($\beta\beta \times B\beta$) ο απόγονος **Bβ** είναι υγιής και θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το B αλληλόμορφο) και τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το β αλληλόμορφο). Ο απόγονος **ββ** θα πάσχει και θα δίνει τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β.

Άρα αυτή η περίπτωση απορρίπτεται λόγω του αποτελέσματος του **Bβ**.

Στην 2η περίπτωση ($\beta\beta \times BB$) οι απόγονοι θα είναι όλοι **Bβ** και θα δίνουν τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το B αλληλόμορφο) και τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το β αλληλόμορφο).

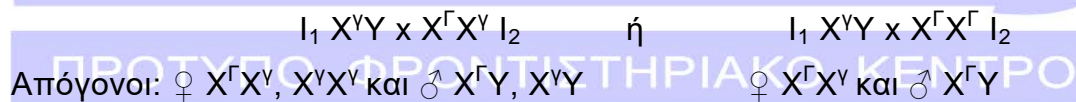
Άρα και αυτή η περίπτωση απορρίπτεται.

Κατά συνέπεια η εν λόγω ασθένεια δεν ακολουθεί τον αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομησης.

Έστω ότι το γονίδιο που ευθύνεται για την ασθένεια είναι φυλοσύνδετο υπολειπόμενο.

Συμβολίζω Γ: το φυσιολογικό για την ασθένεια και γ: το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο.

Άρα η διασταύρωση των γονέων σύμφωνα με το γενεαλογικό δέντρο θα είναι:



Στην 1η περίπτωση ($X^Y \times X^{\Gamma} X^Y$) το κορίτσι **$X^{\Gamma} X^Y$** θα είναι υγιές και θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το Γ αλληλόμορφο) και τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο). Το κορίτσι **$X^Y X^Y$** θα πάσχει και θα δίνει τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο). Το αγόρι **$X^{\Gamma} Y$** θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το Γ αλληλόμορφο) και το αγόρι **$X^Y Y$** θα πάσχει και θα δίνει τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο).

Με δεδομένο ότι κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός αυτή η περίπτωση θα ισχύει.

Στην 2η περίπτωση ($X^Y \times X^{\Gamma} X^{\Gamma}$) το κορίτσι $X^{\Gamma} X^Y$ θα είναι υγιές και θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το Γ αλληλόμορφο) και τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο). Το αγόρι $X^{\Gamma} Y$ θα δίνει τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το Γ αλληλόμορφο).

Άρα αυτή η περίπτωση απορρίπτεται λόγω του αποτελέσματος του $X^{\Gamma} X^Y$.
Με βάση τα παραπάνω η μονογονιδιακή ασθένεια ακολουθεί τον φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομησης.

Δ2.

Οι γονότυποι των παιδιών θα είναι:

I1: $X^Y X^Y$, άρα θα πάσχει και θα εμφανίσει τα συμπτώματα της ασθένειας στην εφηβεία

I2: $X^{\Gamma} Y$ άρα θα είναι υγιές.

Δ3.

Με βάση τις παρατηρήσεις στο Δ1 ερώτημα οι γονότυποι των γονέων και τα αποτελέσματα από τον έλεγχο DNA θα είναι:

I1: $X^Y Y$: τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο)

I2: $X^{\Gamma} X^Y$: τμήμα μήκους 1000 ζ.β. (από το Γ αλληλόμορφο) και τμήματα μήκους 600 ζ.β. και 400 ζ.β. (από το γ αλληλόμορφο)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

Δ4.

α.

Το φυσιολογικό γονίδιο θα είναι:

... 5' CGAACGATGCCAGTCTCAATTCACGGA 3' ... κωδική

... 3' GCTTGCTACGGTCAGAGTTAAGTGCCT 5' ... μη κωδική

Στην κωδική αλυσίδα παρατηρώ το κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3' και με βάση αυτό συμπληρώνω τα άκρα της κωδικής και της μη κωδικής λόγω αντιπαλληλίας.

Σύμφωνα με την αλληλουχία αναγνώρισης της EcoRI

5' GAATTC 3'

3' CTTAAG 5'

στη θέση 17 από το 5' άκρο της κωδικής αλυσίδας το νουκλεοτίδιο με τη βάση C αντικαταστάθηκε λόγω γονιδιακής μετάλλαξης από το νουκλεοτίδιο με τη βάση G. Κατά συνέπεια και στην συμπληρωματική αλυσίδα το νουκλεοτίδιο με τη βάση G αντικαταστάθηκε από νουκλεοτίδιο με τη βάση C.

Επομένως το μεταλλαγμένο γονίδιο θα είναι:

... 5' CGAACGATGCCAGTCT**G**AATTCACGGA 3' ... κωδική
... 3' GCTTGCTACGGTCAGAC**C**TTAAGTGCCT 5'... μη κωδική

β.

Ακολουθώντας τις ιδιότητες του γενετικού κώδικα: κώδικας τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος και με κωδικόνιο έναρξης και λήξης, παρατηρώ ότι στο μεταλλαγμένο γονίδιο δημιουργήθηκε κωδικόνιο λήξης 5'TGA3' με συνέπεια τον πρόωρο τερματισμό της μετάφρασης, εφόσον το μεταφράσιμο κωδικόνιο 5'TCA3' έγινε κωδικόνιο λήξης.

Επομένως τόσο η δομή όσο και η λειτουργικότητα της πρωτεΐνης θα αλλάξουν.

Παρατήρηση: Από το δοσμένο τμήμα θα κωδικοποιηθεί ένα τριπεπτίδιο έναντι της φυσιολογικής πρωτεΐνης.

Σχόλιο επί των θεμάτων

Η αυλαία μιας δύσκολης και απαιτητικής χρονιάς φαίνεται να έκλεισε ικανοποιητικά. Σε ένα μάθημα υψηλών απαιτήσεων και βασικό για τις επιστήμες υγείας τα θέματα χαρακτηρίζονται απαιτητικά μεν, όχι όμως δυσεπίλυτα από τους υποψηφίους. Τα θέματα ήταν κλιμακούμενης δυσκολίας με απαιτήσεις θεωρίας καθώς και κριτικής, συνδυαστικής σκέψης. Σαφώς οι πολύ καλά προετοιμασμένοι μαθητές θα αποδείξουν με το γραπτό τους την κατανόηση της ύλης και την εις βάθος εμπέδωσή της.

Τις απαντήσεις επιμελήθηκαν οι Βιολόγοι του πρότυπου Φροντιστηριακού Κέντρου Άνοδος.

Κορομάντζου Ήρα

Μπίτσικα Βασιλική