



Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΤΕΤΑΡΤΗ 3 ΙΟΥΝΙΟΥ 2026

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΜΑ Α

- A1. γ
- A2. γ
- A3. β
- A4. γ
- A5. δ

ΘΕΜΑ Β

- B1. 1 - β
- 2 - γ
- 3 - β
- 4 - β
- 5 - α
- 6 - γ

**B2.** Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Το νουκλεόσωμα αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών. Χαρτογράφηση είναι ο εντοπισμός της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα.



Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**B3.** Τέσσερις μηχανισμοί δημιουργίας γενετικής ποικιλομορφίας στους απογόνους των αμφιγονικά αναπαραγόμενων οργανισμών είναι:

- οι μεταλλάξεις
- ο επιχιασμός
- ο ανεξάρτητος συνδυασμός των χρωμοσωμάτων
- ο τυχαίος συνδυασμός των γαμετών

Μερικοί από τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι επιτυχέστεροι απ' ό,τι άλλοι, με την έννοια ότι προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο φορέα τους σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο μηχανισμός αυτός συμβάλλει στην εξέλιξη, γιατί κάθε πληθυσμός περνά στις επόμενες γενιές του πιο ευνοϊκούς συνδυασμούς γονιδίων και γνωρισμάτων.

**B4.** Οι χλωροπλάστες ανήκουν σε μια ευρύτερη κατηγορία οργανιδίων των φυτικών κυττάρων, που ονομάζονται πλαστίδια. Στα πλαστίδια ανήκουν και οι άχρωμοι αμυλοπλάστες, που βρίσκονται στα κύτταρα των ριζών των φυτών και αποτελούν αποθήκες αμύλου, καθώς επίσης οι χρωμοπλάστες, που περιέχουν χρωστικές και βρίσκονται στα άνθη, στα φύλλα και στους καρπούς.

### **ΘΕΜΑ Γ** **Γ1 και Γ2.**

Όπως φαίνεται από την εκφώνηση το χρώμα του πτερώματος είναι ένας πολυγονιδιακός χαρακτήρας ο οποίος καθορίζεται από μεταβολική οδό. Μάλιστα ο φαινότυπος πορτοκαλί χρώμα είναι αποτέλεσμα της έκφρασης και των 2 ενζύμων E1 και E2.

Στην F2 γενιά υπάρχουν οι εξής αναλογίες

Θηλυκά άτομα: πορτοκαλί : κίτρινο : κόκκινο : λευκό = 62 : 21 : 0 : 0

Αρσενικά άτομα: πορτοκαλί : κίτρινο : κόκκινο : λευκό = 32 : 10 : 31 : 11

Η αναλογία του χαρακτηριστικού είναι διαφορετική στα δύο φύλα, επομένως το ένα από τα δύο γονίδια που ελέγχουν το χρώμα του πτερώματος είναι φυλοσύνδετο. Τα άτομα της P γενιάς είναι αμιγή επειδή παρουσιάζουν για πολλές διαδοχικές γενιές το ίδιο χρώμα πτερώματος.



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

1<sup>η</sup> περίπτωση: Έστω:

$X^A$ : επικρατές αλληλόμορφο που παράγει το ένζυμο E1

$X^a$ : υπολειπόμενο αλληλόμορφο που δεν παράγει το ένζυμο E1 και

B: επικρατές αλληλόμορφο που παράγει το ένζυμο E2

$\beta$ : υπολειπόμενο αλληλόμορφο που δεν παράγει το ένζυμο E2

Στην P γενιά θηλυκά άτομα με κίτρινο πτέρωμα έχουν γονότυπο

$BBX^aX^a$  και τα αρσενικά με κόκκινο πτέρωμα έχουν γονότυπο  $\beta\beta X^AY$ .

P γενιά:  $BBX^aX^a$  (x)  $\beta\beta X^AY$

Γαμέτες:  $BX^a$  //  $\beta X^A$ ,  $\beta Y$

F1 γενιά:  $B\beta X^AX^a$ ,  $B\beta X^aY$

Φ.A: όλα τα θηλυκά έχουν πορτοκαλί πτέρωμα : όλα τα αρσενικά έχουν κίτρινο πτέρωμα

Τα αποτελέσματα αυτά δεν συμφωνούν με τα δεδομένα της άσκησης, επομένως η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

2<sup>η</sup> περίπτωση: Έστω:

A: επικρατές αλληλόμορφο που παράγει το ένζυμο E1

a: υπολειπόμενο αλληλόμορφο που δεν παράγει το ένζυμο E1 και

$X^B$ : επικρατές αλληλόμορφο που παράγει το ένζυμο E2

$X^b$ : υπολειπόμενο αλληλόμορφο που δεν παράγει το ένζυμο E2

Στην P γενιά θηλυκά άτομα με κίτρινο πτέρωμα έχουν γονότυπο

$aaX^BX^B$  και τα αρσενικά με κόκκινο πτέρωμα έχουν γονότυπο  $AA X^bY$ .

P γενιά:  $aaX^BX^B$  (x)  $AA X^bY$

Γαμέτες:  $aX^B$  //  $AX^b$ ,  $AY$

F1 γενιά:  $AaX^BX^b$ ,  $AaX^bY$

Φ.A: όλα τα άτομα έχουν πορτοκαλί πτέρωμα

F1 γενιά:  $AaX^BX^b$  (x)  $AaX^bY$

Γαμέτες:  $AX^B$ ,  $AX^b$ ,  $aX^B$ ,  $aX^b$  //  $AX^b$ ,  $aX^B$ ,  $AY$ ,  $aY$

F2 γενιά:  $AA X^BX^B$ ,  $AaX^BX^B$ ,  $AA X^bY$ ,  $AaX^bY$ ,  $AA X^BX^b$ ,  $AaX^BX^b$ ,

$AA X^bY$ ,  $AaX^bY$ ,  $AaX^BX^B$ ,  $aaX^BX^B$ ,  $AaX^bY$ ,  $aaX^bY$ ,  $AaX^BX^b$ ,  $aaX^BX^b$ ,

$AaX^bY$ ,  $aaX^bY$

Φ.A: 6 θηλυκά με πορτοκαλί πτέρωμα : 2 θηλυκά με κίτρινο

πτέρωμα : 3 αρσενικά με πορτοκαλί πτέρωμα : 3 αρσενικά με

κόκκινο πτέρωμα : 1 αρσενικό με κίτρινο πτέρωμα : 1 αρσενικό με

λευκό πτέρωμα.

Η αναλογία 63 : 21 : 32 : 31 : 10 : 11 είναι περίπου ίση με την 6 : 2 :

3 : 3 : 1 : 1, επομένως η παραπάνω διασταύρωση εξηγεί τα

αποτελέσματα της άσκησης.



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16 - ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ - ΤΗΛ. 210 5710710



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**Γ3.** Η ασθένεια κληρονομείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τρόπο, επομένως έστω  $X^a$  το αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια και  $X^A$  το φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο. Το άτομο Ι2 ως πάσχουσα από την ασθένεια γυναίκα, είναι ομόζυγη στο υπολειπόμενο αλληλόμορφο, άρα όλοι οι γιοι της θα έπρεπε να πάσχουν από την ασθένεια, καθώς παίρνουν το  $X$  χρωμόσωμα από τη μητέρα τους και το  $Y$  από τον πατέρα τους. Επομένως, το άτομο Ι4 που είναι υγιές δεν έχει αναμενόμενο φαινότυπο, όσον αφορά την ασθένεια.

Το άτομο ΙΙ3 ως υγιές έχει μόνο το επικρατές αλληλόμορφο  $X^A$ , το οποίο κληροδοτεί σε όλες τις κόρες του. Επομένως όλες οι κόρες έχουν το επικρατές αλληλόμορφο και είναι υγιείς. Το άτομο ΙΙ1 πάσχει, άρα δεν έχει αναμενόμενο φαινότυπο, όσον αφορά την ασθένεια.

**Γ4.** Γνωρίζουμε ότι ο ανιχνευτής Α υβριδοποιείται στο κεντρομερίδιο του χρωμοσώματος  $X$  και ο ανιχνευτής Β στο γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια. Στα μεταφασικά κύτταρα το γενετικό υλικό είναι διπλασιασμένο, επομένως σε φυσιολογικό αρσενικό άτομο υπάρχουν 2 αλληλόμορφα γονίδια στο γονιδιακό τόπο που βρίσκονται τα αλληλόμορφα της ασθένειας και σε φυσιολογικό θηλυκό άτομο 4. Το φυσιολογικό αρσενικό άτομο έχει επίσης ένα χρωμόσωμα  $X$  και ένα  $Y$  και το φυσιολογικό θηλυκό δύο χρωμοσώματα  $X$ . Το άτομο ΙΙ4 σύμφωνα με τον πίνακα έχει 2 χρωμοσώματα  $X$ , εφόσον ο ανιχνευτής Α υβριδοποιείται 2 φορές και 2 γονίδια που είναι υπεύθυνα για την πρόκληση της ασθένειας, εφόσον ο ανιχνευτής Β υβριδοποιείται 2 φορές, διατηρώντας φυσιολογικό φαινότυπο, επομένως στο ένα από τα δύο χρωμοσώματα  $X$  υπάρχει το φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο. Άρα το άτομο αυτό έχει σύνδρομο Klinefelter και γονότυπο  $X^A X^a Y$ . Το άτομο ΙΙ1 έχει δύο χρωμοσώματα  $X$ , εφόσον ο ανιχνευτής Α υβριδοποιείται 2 φορές και 2 αλληλόμορφα σχετιζόμενα με την πρόκληση της ασθένειας, επομένως σε ένα από τα δύο  $X$  χρωμοσώματά του δεν υπάρχουν τα γονίδια που σχετίζονται με την ασθένεια εξαιτίας έλλειψης της αντίστοιχης γενετικής θέσης. Επομένως ο γονότυπος του ατόμου αυτού είναι  $X^a X^a$ . Το άτομο αυτό δε θα μπορούσε να έχει γονότυπο  $X^A X^a$ , γιατί τότε ο φαινότυπός του θα ήταν φυσιολογικός.



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ



**Κελάφας**

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**Γ5.** Για το άτομο II4: ο πατέρας του έχει γονότυπο  $X^A\psi$ , ως υγιές αρσενικό άτομο και η μητέρα του, που πάσχει έχει γονότυπο  $X^aX^a$ . Έχει γίνει μη διαχωρισμός κατά την παραγωγή σπερματοζωαρίου από τον πατέρα, στην πρώτη μειωτική διαίρεση στα ομόλογα χρωμοσώματα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μη φυσιολογικού σπερματοζωαρίου με γενετική σύσταση  $XA\psi$ , το οποίο γονιμοποιήθηκε από φυσιολογικό ωάριο με γενετική σύσταση  $Xa$ , με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζυγώτου  $X^AX^a\psi$ .

Για το άτομο III1: ο πατέρας του έχει γονότυπο  $X^A\psi$ , ως υγιές αρσενικό άτομο και η μητέρα του  $X^AX^a$ , ως υγιής που αποκτά απόγονο που πάσχει. Για τη δημιουργία του ατόμου έχει γίνει έλλειψη ή μετατόπιση τμήματος χρωμοσώματος που περιέχει το αλληλόμορφο  $X^A$ , κατά τη δημιουργία σπερματοζωαρίου στον πατέρα, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σπερματοζωάριο με γενετική σύσταση  $X^-$ , χωρίς αλληλόμορφο σχετιζόμενο με την ασθένεια, που γονιμοποιείται από φυσιολογικό ωάριο με γενετική σύσταση  $X^a$ , για τη δημιουργία ζυγώτου με σύσταση  $XaX^-$ .

#### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1. α.** Στην αλυσίδα I αριστερά είναι το 5' άκρο και δεξιά είναι το 3' άκρο. Στην αλυσίδα II αριστερά είναι το 3' άκρο και δεξιά είναι το 5' άκρο.

**β.** Η αλυσίδα I είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου A, που όταν εκφράζεται παράγει τον μεταγραφικό παράγοντα A.  
Η αλυσίδα II είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου B, που όταν εκφράζεται παράγει το πενταπεπτίδιο.

**γ.** Ασυνεχές είναι το γονίδιο B.



**Κελάφας**

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16 - ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ - ΤΗΛ. 210 5710710**



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**Δ2.** Αναστροφή είναι φαινόμενο κατά το οποίο μια δίκλωνη αλληλουχία DNA αποκόπτεται από το σημείο που βρίσκονταν και επανασυγκολλάται στο ίδιο με ανάστροφη φορά. Εφόσον το τμήμα που αναστρέφεται περιέχει τις αλληλουχίες των κωδικονίων των δυο γονιδίων, και τα δυο γονίδια θα μεταγράφονται κανονικά. Το γονίδιο B, θα μεταγράφεται με ρυθμιστικό στοιχείο της μεταγραφής τον YA και το γονίδιο A θα μεταγράφεται με ρυθμιστικό στοιχείο μεταγραφής τον YB. Το γονίδιο B θα μεταγράφεται συνεχώς, και θα παράγεται το πρόδρομο mRNA, το οποίο μετά την ωρίμανση θα γίνεται ώριμο και θα εκφράζεται ως πενταπεπτίδιο. Το γονίδιο A θα μεταγράφεται με τη συχνότητα που μεταγράφονταν το γονίδιο B, καθώς η μεταγραφή του ελέγχεται από τον υποκινητή YB.

**Παρατήρηση:** Η αναφορά στην εκφώνηση ότι ο μεταγραφικός παράγοντας MA είναι απαραίτητος για την έκφραση του γονιδίου B αναμένεται να δημιουργήσει πολλές παραλλαγές στην απάντηση των μαθητών, καθώς ο μαθητής θα μπορούσε να είχε κάνει τις εξής υποθέσεις:

- ο μεταγραφικός παράγοντας MA δεν παράγεται πλέον συνεχώς λόγω της αναστροφής, επομένως το γονίδιο A πλέον δεν μεταγράφεται συνεχώς. Άρα το γονίδιο A δεν θα μεταγραφεί.

- ο μεταγραφικός παράγοντας MA τη στιγμή της αναστροφής υπάρχει φυσιολογικά στο κύτταρο, επομένως ενεργοποιεί τη μεταγραφή από τον υποκινητή YB. Επομένως, το γονίδιο A θα μεταγράφεται με τη συχνότητα που μεταγράφονταν το γονίδιο B.

- ο μεταγραφικός παράγοντας MA παράγεται φυσιολογικά στο κύτταρο, επειδή τα σωματικά κύτταρα είναι διπλοειδή, και για κάθε πυρηνικό γονίδιο υπάρχουν δυο αλληλόμορφα. Αυτό ισχύει με την προϋπόθεση ότι στο δεύτερο χρωμόσωμα υπάρχει το φυσιολογικό γονίδιο που κωδικοποιεί τον Ma.



# Κελάφας

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16 - ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ - ΤΗΛ. 210 5710710



**Κελάφας**  
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**Δ3.** Οι τρεις περιοριστικές ενδονουκλεάσες αφήνουν διαφορετικά – μη συμπληρωματικά μεταξύ τους, μονόκλωνα άκρα

ΠΕI: 5' AATT 3'

ΠΕII: 3' ACGT 5'

ΠΕIII: 5' CG 3'

Στο πλασμίδιο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ΠΕIII γιατί ο ανασυνδυασμός γίνεται μέσα στο γονίδιο ανθεκτικότητας της αμπικιλίνης, που θα έχει ως αποτέλεσμα την αδρανοποίησή του. Επομένως, δεν θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αμπικιλίνη ως αντιβιοτικό επιλογής. Θα χρησιμοποιηθούν οι ΠΕI και ΠΕII.

Οι συγκεκριμένες κόβουν μέσα στο γονίδιο gfp. Στο τμήμα DNA της εικόνας 2 οι αλληλουχίες αναγνώρισης των ΠΕ υπάρχουν από μια φορά η κάθε μία: της ΠΕI πριν την αρχή του γονιδίου B, ενώ της ΠΕII μετά το τέλος του γονιδίου B.

Τα μονόκλωνα άκρα των τμημάτων DNA που θα δημιουργηθούν θα είναι συμπληρωματικά και έτσι θα δημιουργηθούν ανασυνδυασμένα πλασμίδια, με το γονίδιο B.

**Δ4.** Το γονίδιο B θα μεταγραφεί και θα μεταφραστεί. Το παραγόμενο πεπτιδίο δεν θα είναι βιολογικά λειτουργικό γιατί δεν θα αφαιρεθεί το εσώνιο (τα βακτήρια δεν έχουν μηχανισμούς αφαίρεσης εσωνίων).



**Κελάφας**  
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16 - ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ - ΤΗΛ. 210 5710710**



**Κελάφας**

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

## **ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

### **ΘΕΜΑ Α**

Σαφής διατύπωση των ερωτημάτων χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

### **ΘΕΜΑ Β**

B1, B2, B4

Για το B3 η διατύπωση και η ονομαστική αναφορά είναι σαφής και σύντομη, όμως η αιτιολόγηση απαιτεί συνδυασμό πληροφοριών από διαφορετικά σημεία στο σχολικό βιβλίο. Χρειάζεται αρκετός χρόνος.

### **ΘΕΜΑ Γ**

Γ1 και Γ2 απαιτητικό θέμα (ίσως το περισσότερο απαιτητικό συνολικά).

Γ3, Γ4, Γ5 απαιτεί προσοχή αλλά οι σωστά προετοιμασμένοι υποψήφιοι δεν θα αντιμετωπίσουν ιδιαίτερο πρόβλημα. Διδαγμένο αναλυτικά.

### **ΘΕΜΑ Δ**

Δ1: κλασικό ερώτημα γονιδιακής έκφρασης

Δ2: Απαιτεί προσοχή τόσο για να γραφεί σωστά το μεταλλαγμένο όσο και να προσεχτεί ποιος υποκινητής γονιδίου είναι ενεργός. Γενικά τα ερωτήματα Δ1 και Δ2 είναι για καλά προετοιμασμένους μαθητές.

Δ3, Δ4 κλασική άσκηση με ανασυνδυασμένο DNA, έχει πέσει παρόμοια με την περσινή χρονιά. Διδαγμένο στο φροντιστήριο και ως θέμα σε διαγώνισμα του φροντιστηρίου.

Γενικό σχόλιο: Τα θέματα είχαν διαβάθμιση δυσκολίας αλλά χρονικά ήταν απαιτητικά για τους υποψηφίους. Απαραίτητη η οργάνωση χρόνου.



**Κελάφας**

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16 - ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ - ΤΗΛ. 210 5710710**