

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

3 ΙΟΥΝΙΟΥ 2026

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

**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. α) 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.

β) Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ύστερα από ειδική επεξεργασία, τα νιΐδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες. Κάθε «χάντρα» ονομάζεται νουκλεόσωμα και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης.

γ) Ο εντοπισμός της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα.

**B3.** Οι τέσσερις μηχανισμοί γενετικής ποικιλομορφίας είναι:

1. ο επιχιασμός
2. ο ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων
3. οι μεταλλάξεις στα γεννητικά κύτταρα
4. γονιμοποίηση

Η Γενετική ποικιλομορφία έχει μεγάλη σημασία στην εξέλιξη των αμφιγονικά αναπαραγόμενων οργανισμών. 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.** 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.** Στην F2 παρατηρούμε υπάρχει ίσος αριθμός θηλυκών και αρσενικών απογόνων. Οι θηλυκοί απόγονοι εμφανίζουν μόνο πορτοκαλί ή κίτρινο χρώμα πτερώματος με αναλογία 3 πορτοκαλί:1 κίτρινο, ενώ οι αρσενικοί εμφανίζουν πορτοκαλί, κόκκινο, κίτρινο ή λευκό χρώμα, με αναλογία 3 πορτοκαλί:3 κόκκινο:1 κίτρινο:1 λευκό. Συνεπώς, καθώς υπάρχει διαφορετική αναλογία ανάλογα με το φύλο των απογόνων, το ένα από τα δύο γονίδια πρέπει να εδράζεται στο X φυλετικό χρωμόσωμα και το άλλο σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα.

Το γονίδιο για το ένζυμο E<sub>1</sub> δεν γίνεται να εδράζεται στο φυλετικό χρωμόσωμα γιατί στην F<sub>1</sub> δεν θα προέκυπταν μόνο απόγονοι με πορτοκαλί πτέρωμα. Έστω X<sup>A</sup> το επικρατές φυλοσύνδετο υπεύθυνο για την παραγωγή του ενζύμου E<sub>1</sub>, και X<sup>a</sup> το αντίστοιχο υπολειπόμενο. Έστω B το επικρατές αυτοσωμικό υπεύθυνο για την παραγωγή του ενζύμου E<sub>2</sub> και β το αντίστοιχο υπολοιπόμενο. Τότε η πατρική γενιά θα ήταν X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>BB x X<sup>A</sup>Yββ και η F<sub>1</sub> θα ήταν X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>Bβ τα θηλυκά και X<sup>a</sup>YBβ τα αρσενικά. Δηλαδή τα αρσενικά θα είχαν κίτρινο πτέρωμα, κάτι

που δεν ισχύει. Οπότε το γονίδιο για το ένζυμο  $E_1$  πρέπει να εδράζεται σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα και το γονίδιο για το ένζυμο  $E_2$  να εδράζεται σε φυλετικό χρωμόσωμα.

Έστω  $X^B$  το επικρατές φυλοσύνδετο υπεύθυνο για την παραγωγή του ενζύμου  $E_2$  και  $X^b$  το αντίστοιχο υπολειπόμενο. Έστω  $A$  το επικρατές αυτοσωμικό υπεύθυνο για την παραγωγή του ενζύμου  $E_1$  και  $a$  το αντίστοιχο υπολειπόμενο. Τότε η πατρική γενιά θα ήταν  $aX^B X^B \times AAX^B Y$  και η  $F_1$  θα ήταν  $AaX^B X^b$  τα θηλυκά και  $AaX^B Y$  τα αρσενικά, οπότε όλα έχουν πορτοκαλί χρώμα πτερώματος.

P:  $aX^B X^B \times AAX^B Y$

F1:  $AaX^B X^b$  τα θηλυκά και  $AaX^B Y$  τα αρσενικά

Διασταύρωση για F2:

	$AX^B$	$aX^B$	$AX^b$	$aX^b$
$AX^B$	$AAX^B X^B$	$AaX^B X^B$	$AAX^B X^b$	$AaX^B X^b$
$aX^B$	$AaX^B X^B$	$aaX^B X^B$	$AaX^B X^b$	$aaX^B X^b$
$AY$	$AAX^B Y$	$AaX^B Y$	$AAX^b Y$	$AaX^b Y$
$aY$	$AaX^B Y$	$aaX^B Y$	$AaX^b Y$	$aaX^b Y$

Στην F2 προκύπτουν:

- Θηλυκά: 6 με πορτοκαλί πτέρωμα  
2 με κίτρινο πτέρωμα
- Αρσενικά: 3 με πορτοκαλί πτέρωμα  
3 με κόκκινο πτέρωμα  
1 με κίτρινο πτέρωμα  
1 με λευκό πτέρωμα

Γ2 P:  $aX^B X^B \times AAX^B Y$

F1:  $AaX^B X^b$  τα θηλυκά και  $AaX^B Y$  τα αρσενικά

(Η διερεύνηση έχει γίνει στο ερώτημα Γ1).

Γ3 Με βάση τον τύπο κληρονομικότητας και τα δεδομένα μόνο του γενεαλογικού δέντρου τα άτομα II4 και III1 εμφανίζουν μη αναμενόμενους φαινότυπους. Πιο συγκεκριμένα από την διασταύρωση

των I1 και I2 ( $X^A Y$  και  $X^a X^a$ ) δεν μπορεί να προκύψει αρσενικός απόγονος υγιής (II4) ενώ αντίστοιχα από την διασταύρωση των II2 και I3 ( $X^A X^a$  και  $X^A Y$ ) δεν μπορεί να προκύψει θηλυκός απόγονος που πάσχει (III1).

**Γ4** Γονότυπος II4:  $X^A X^a Y$

Γονότυπος III1  $X^a X^c$

Για το άτομο II4 παρατηρούμε 2 φορές την υβριδοποίηση του ανιχνευτή α δηλαδή το άτομο παρότι έχει αρσενικό φαινότυπο φέρει 2 X χρωμοσώματα (σύνδρομο Klinefelter). Επιπλέον με δεδομένη την υβριδοποίηση του ανιχνευτή β 2 φορές στην μετάφαση (μετά τον διπλασιασμό του γενετικού υλικού), συμπεραίνουμε την ύπαρξή του παθολογικού αλληλομόρφου 1 φορά στον γονότυπο του ατόμου:  $X^A X^a Y$ .

Το άτομο III1 φέρει 2 X φυλετικά χρωμοσώματα (επομένως δεν πάσχει από αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία) στα φυλετικά χρωμοσώματα και 2 υβριδοποιήσεις του ανιχνευτή β στην μετάφαση, δηλαδή την ύπαρξη ενός παθολογικού αλληλομόρφου στον γονότυπο του ατόμου. Πρόκειται λοιπόν για δομική χρωμοσωμική μετάλλαξη στο ένα από τα 2 X χρωμοσώματα και πιο συγκεκριμένα έλλειψη στον γενετικό τόπο που εδράζεται το γονίδιο που μελετάμε:  $X^a X^c$

**Γ5** Ο απόγονος II4 προκύπτει με μη διαχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων  $X^A Y$  στην 1<sup>η</sup> μειωτική διαίρεση του πατέρα I1 και στην συνέχεια σύντηξη του μη φυσιολογικού σπερματοζωαρίου με ένα φυσιολογικό ωάριο  $X^a$  της μητέρας I2.

Ο απόγονος III1 προκύπτει από την σύντηξη ενός φυσιολογικού ωαρίου  $X^a$  της μητέρας II2 με ένα σπερματοζωάριο (από τον πατέρα II3) που έχει έλλειψη χρωμοσωμικού τμήματος στο σημείο που εδράζεται το γονίδιο που μελετάμε ( $X^c$ )

## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1** α) I 5' (AP) → 3' (ΔΕ)  
II 5' (ΔΕ) → 3' (AP)

β) γονίδιο A κωδική η αλυσίδα I  
γονίδιο B κωδική η αλυσίδα II

γ) Το γονίδιο B είναι το ασυνεχές

**Δ2** Μετά την αναστροφή, η έκφραση του γονιδίου A (ο μεταγραφικός παράγοντας) θα βρίσκεται υπό τον έλεγχο του  $Y_B$  και αντίστοιχα το γονίδιο B υπό τον έλεγχο του υποκινητή  $Y_A$ . Εφόσον ο μεταγραφικός παράγοντας A εκφράζεται πάντα, τότε ο πρώην υποκινητής του A ( $Y_A$ ) θα είναι πάντα ενεργός, ενώ ο πρώην υποκινητής του B ( $Y_B$ ) θα είναι ενεργός μόνο στον κυτταρικό τύπο που εκφράζεται φυσιολογικά το πενταπεπτίδιο με τη φαρμακευτική δράση, καθώς μόνο σε αυτά τα κύτταρα θα υπάρχει ο κατάλληλος συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων απαραίτητος για τη πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή. Συνεπώς μετά την αναστροφή το γονίδιο B θα εκφράζεται πάντα καθώς πλέον διαθέτει τον υποκινητή  $Y_A$ . Το γονίδιο A θα εκφράζεται επίσης αφού διαθέτει και αυτό υποκινητή και επιπλέον η έκφρασή του είναι απαιτητή για την έκφραση του γονιδίου B.

**Δ3** Από τα δεδομένα του σχήματος δεν επιλέγεται η ΠΕ III γιατί κόβει εκατέρωθεν του τμήματος, με αποτέλεσμα να μπορεί να εισαχθεί και με τους δύο προσανατολισμούς, μην έχοντας σίγουρη την έκφραση του γονιδίου. Επίσης η ΠΕ III κόβει στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη και καθώς τα βακτήρια αναπτύσσονται παρουσία αμπικιλίνης, πρέπει να διαθέτουν αυτό το γονίδιο για να επιβιώσουν.

Θα χρησιμοποιηθούν οι ΠΕ I και ΠΕ II, που κόβουν εκατέρωθεν του τμήματος που θέλουμε να ενσωματώσουμε και σύμφωνα με τα δεδομένα η ενσωμάτωση του τμήματος θα γίνει εντός της αλληλουχίας του γονιδίου *gfr* με κατάλληλο προσανατολισμό για την έκφραση του.

**Δ4** Το πεπτίδιο δεν θα είναι λειτουργικό. Το γονίδιο είναι ασυνεχές (περιέχει εσώνιο) και τα βακτήρια δεν διαθέτουν μηχανισμούς ωρίμανσης.