

**ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ &
ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ**

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 03.06.2026

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΣΕΛΙΔΕΣ: ΕΠΤΑ (7)

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. Γ

A2. Γ

A3. Β

A4. Γ

A5. Δ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1B, 2Γ, 3B, 4B, 5A, 6Γ

B2. Α. Γενετικός Κώδικας: 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. Νουκλεόσωμα: Κάθε «χάντρα» ονομάζεται νουκλεόσωμα και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται ιστόνες.

Γ. Χαρτογράφηση: Ο εντοπισμός της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα και ο προσδιορισμός της αλληλουχίας των βάσεων του DNA στο ανθρώπινο γονιδίωμα.

B3. Μηχανισμοί γενετικής ποικιλομορφίας: επιχιασμός, ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων, γονιμοποίηση (τυχαίος συνδυασμός γαμετών), μεταλλάξεις.

Μερικοί από τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι επιτυχεστέροι 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.

Στα θηλυκά άτομα έχουμε 3 πορτοκαλί: 1 κίτρινο

Στα αρσενικά άτομα αντίθετα έχουμε όλους τους διαφορετικούς φαινοτύπους (3 πορτοκαλί: 3 κόκκινο: 1 κίτρινο: 1 λευκό)

Παρατηρώ φαινοτυπική διάκριση που σχετίζεται με το φύλο, άρα υπάρχει φυλοσύνδετο αλληλόμορφο. Ακόμη τα γονίδια βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων, άρα δεν γίνεται να είναι και τα δύο φυλοσύνδετα ή και τα δύο αυτοσωμικά. Συνεπώς το ένα είναι αυτοσωμικό και το άλλο φυλοσύνδετο.

Έστω η παρουσία του ενζύμου E1: A και Απουσία E1: α
παρουσία E2: X^B και Απουσία E2: X^β

P: Κίτρινη ♀ (X) κόκκινος ♂

X^BX^Bαα (X) X^βY AA

Γαμέτες: XBα, YA

F1: X^BX^βAa: X^βY Aa

F1(X)F1

X^BX^βAa (X) X^βY Aa

Γαμέτες: X^BA, X^βα, X^βA, X^βα X^BA, X^βα, YA, Yα

F2:

	X ^B A	X ^β α	X ^β A	X ^β α
X ^B A	X ^B X ^B AA	X ^B X ^β Aα	X ^B X ^β AA	XBX ^β Aα
X ^β α	X ^B X ^β αα	X ^B X ^β αα	XBX ^β αα	XBX ^β αα
YA	X ^B YAA	X ^B YΑα	X ^β YAA	X ^β YΑα
Yα	X ^B YΑα	X ^B Yαα	X ^β YΑα	X ^β Yαα

Φ.Α.: 6 θηλυκά πορτοκαλί: 2 θηλυκά κίτρινα: 3 αρσενικά πορτοκαλί: 3 αρσενικά κόκκινα: 1 αρσενικό κίτρινο: 1 αρσενικό λευκό

Η διασταύρωση επαληθεύει τα δεδομένα της εκφώνησης.

Ισχύει ο 1^{ος} και ο 2^{ος} νόμος του Mendel.

Γ2.

P: X^BX^Bαα (X) X^βY AA

F1: X^BX^βAa: X^βY Aa

Έστω X^A: το φυσιολογικό αλληλόμορφο

X^a: Το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για την ασθένεια

Γ3.

Παρατηρούμε ότι εφόσον η ασθένεια κληρονομείται με υπολειπόμενο φυλοσύνδετο τρόπο ο I1 είναι υγιής και έχει

γονότυπο X^AY , η II2 πάσχει και έχει γονότυπο X^aX^a και τα παιδιά τους από τη διασταύρωση μεταξύ τους $X^AY \times X^aX^a$ θα έχουν γονότυπους X^AX^a ή X^aY . Άρα όλα τα κορίτσια θα είναι υγιή και όλα τα αγόρια θα πάσχουν. Ο II4 δεν πάσχει άρα έχει μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Επίσης η II2 είναι υγιής αλλά έχει γονότυπο X^AX^a ενώ ο II3 είναι υγιής, άρα έχει γονότυπο X^AY και η διασταύρωση μεταξύ τους $X^AX^a \times X^AY$ δίνει απογόνους X^AX^A , X^AX^a , X^AY και X^aY , άρα όλοι οι θηλυκοί απόγονοι είναι υγιείς. Η III1 πάσχει άρα έχει μη αναμενόμενο φαινότυπο.

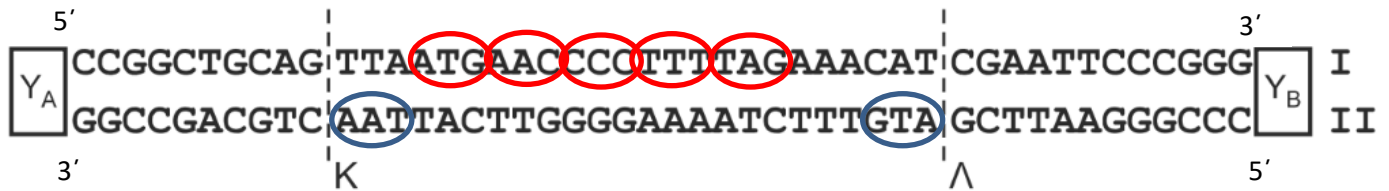
Γ4. Το άτομο II4 έχει 2 υβριδισμούς στον ανιχνευτή A και 2 στον ανιχνευτή B, άρα έχει 2 X χρωμοσώματα ενώ στο γενεαλογικό δέντρο φαίνεται ότι έχει αρσενικό φαινότυπο. Αυτό μαρτυρά ότι εμφανίζει σύνδρομο Klinefelter και ότι στα μεταφασικά χρωμοσώματα υπάρχουν 2 αντίγραφα του γονιδίου που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια. Άρα θα έχει γονότυπο X^AX^aY . Τα μεταφασικά χρωμοσώματα είναι διπλασιασμένα και αποτελούνται από 2 αδελφές χρωματίδες. Το άτομο III1 έχει 2 υβριδισμούς στον ανιχνευτή A και 2 στον ανιχνευτή B, άρα έχει 2 X χρωμοσώματα και είναι θηλυκό άτομο. Εφόσον πάσχει θα έπρεπε να έχει γονότυπο X^aX^a και να εμφανίζει 4 υβριδισμούς για το γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ασθένεια, άρα συμπεραίνουμε ότι εμφανίζει έλλειψη τμήματος του χρωμοσώματος X στην περιοχή που περιλαμβάνει το εν λόγω γονίδιο. Άρα θα έχει γονότυπο $XaX-$

Γ5. Το άτομο II4 προέκυψε από μη διαχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων του πατέρα στην πρώτη μειωτική διαίρεση, οπότε και γονιμοποιήθηκε μη φυσιολογικό σπερματοζώαριο από τον πατέρα X^AY και φυσιολογικό ωάριο από τη μητέρα X^a . Το άτομο III1 προέκυψε από θραύση του χρωμοσώματος X του πατέρα και έλλειψη τμήματος του χρωμοσώματος X στην περιοχή που περιλαμβάνει το εν λόγω γονίδιο.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α.



β. Αλυσίδα I: Κωδική για γονίδιο A

Αλυσίδα II: Κωδική για γονίδιο B

γ. Το γονίδιο B είναι ασυνεχές.

Δ2.

Παραπάνω φαίνονται τα κωδικόνια έναρξης και κωδικόνια λήξης των δύο γονιδίων, όπου και τα δύο περιέχονται εντός της περιοχής ΚΛ.

Η αναστροφή αποτελεί χρωμοσωμική μετάλλαξη κατά την οποία ένα τμήμα DNA αποκόπτεται, περιστρέφεται κατά 180° και επανενσωματώνεται στο ίδιο σημείο του χρωμοσώματος.

Μετά την αναστροφή:

Το γονίδιο B εκφράζεται και μάλιστα συνεχώς, αφού ο υποκινητής Y_A είναι πάντα λειτουργικός.

Ο μεταγραφικός παράγοντας M_A είναι πρωτεΐνη που προσδένεται σε ειδικές αλληλουχίες DNA και ρυθμίζει τη μεταγραφή γονιδίων. Σύμφωνα με την εκφώνηση, ο M_A είναι απαραίτητος για την έναρξη και την πραγματοποίηση της μεταγραφής του γονιδίου A.

Ο υποκινητής είναι ειδική αλληλουχία DNA στην οποία προσδένεται η RNA-πολυμεράση προκειμένου να αρχίσει η μεταγραφή ενός γονιδίου. Εφόσον μετά την αναστροφή δεν

παράγεται ο μεταγραφικός παράγοντας M_A , η RNA-πολυμεράση δεν μπορεί να καθοδηγηθεί σωστά στον υποκινητή Y_B και επομένως δεν πραγματοποιείται η έκφραση του γονιδίου A.

Άρα μετά την αναστροφή εκφράζεται το γονίδιο B, ενώ δεν εκφράζεται το γονίδιο A λόγω απουσίας του μεταγραφικού παράγοντα M_A .

Δ3.

Θα χρησιμοποιηθούν οι ΠΕΙ και ΠΕΙΙ.

Για την ενσωμάτωση του φυσιολογικού τμήματος DNA που περιέχει το γονίδιο B θα χρησιμοποιηθούν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες **ΠΕΙ και ΠΕΙΙ**.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες είναι ένζυμα που απομονώνονται από βακτήρια και αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες DNA, τις αλληλουχίες αναγνώρισης. Κόβουν το DNA σε συγκεκριμένες θέσεις δημιουργώντας μονόκλωνα ή αμβλέα άκρα, τα οποία μπορούν να συνδεθούν με τη δράση της DNA δεσμάσης.

Η περιοριστική ενδονουκλεάση **ΠΕΙΙΙ δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί**, διότι η θέση αναγνώρισής της βρίσκεται μέσα στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη του πλασμιδίου. Αν χρησιμοποιηθεί, το γονίδιο αυτό θα διακοπεί και θα απενεργοποιηθεί. Ως αποτέλεσμα, τα μετασχηματισμένα βακτήρια δεν θα μπορούν να επιβιώσουν σε θρεπτικό υλικό που περιέχει αμπικιλίνη και δεν θα είναι δυνατή η επιλογή των κατάλληλων κλώνων.

Επιπλέον, με τη χρήση των ΠΕΙ και ΠΕΙΙ το γονίδιο B απομονώνεται και ενσωματώνεται στο πλασμίδιο με **συγκεκριμένο προσανατολισμό**. Αυτό είναι απαραίτητο, διότι το κωδικόνιο έναρξης του γονιδίου πρέπει να βρίσκεται προς την πλευρά του υποκινητή, ώστε η RNA-πολυμεράση να μπορεί

να μεταγράψει σωστά το γονίδιο και να παραχθεί το αντίστοιχο mRNA.

Συνεπώς, οι κατάλληλες περιοριστικές ενδονουκλεάσες είναι οι **ΠΕΙ και ΠΕΙΙ**, καθώς επιτρέπουν την απομόνωση και σωστή ενσωμάτωση του γονιδίου B χωρίς να καταστρέφεται το γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη.

Δ4.

Το πεπτίδιο που θα παραχθεί **δεν θα είναι λειτουργικό.**

Το γονίδιο B είναι ασυνεχές, δηλαδή αποτελείται από εξώνια και εσώνια. Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς αρχικά παράγεται πρόδρομο mRNA, το οποίο υφίσταται ωρίμανση. Κατά την ωρίμανση απομακρύνονται τα εσώνια και συνδέονται τα εξώνια, ώστε να προκύψει το ώριμο mRNA που θα μεταφραστεί σε πρωτεΐνη.

Στην προκειμένη περίπτωση το γονίδιο B εισάγεται σε βακτήριο. Τα βακτήρια, ως προκαρυωτικοί οργανισμοί, δεν διαθέτουν μηχανισμό ωρίμανσης του mRNA και επομένως δεν μπορούν να απομακρύνουν τα εσώνια.

Αποτέλεσμα είναι να μεταγράφεται ολόκληρο το γονίδιο, συμπεριλαμβανομένου του εσωνίου, και να παράγεται mRNA διαφορετικό από το φυσιολογικό ώριμο mRNA του ανθρώπου. Κατά τη μετάφραση θα ενσωματωθούν επιπλέον αμινοξέα στο πεπτίδιο.

Το φυσιολογικό προϊόν του γονιδίου B είναι πενταπεπτίδιο, ενώ στο βακτήριο θα παραχθεί επταπεπτίδιο λόγω της παρουσίας του εσωνίου στο mRNA. Επομένως η αλληλουχία των αμινοξέων μεταβάλλεται και το παραγόμενο πεπτίδιο δεν είναι λειτουργικό.

ΚΑΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ!!!