

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2026

Εξεταζόμενο μάθημα: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
Ημερομηνία: 03 – 06 – 2026
Ώρα ανάρτησης: 13:00



ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ
Φροντιστήριο Μέσης Εκπαίδευσης



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 ινίδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες. 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. Το 1986 ξεκίνησε μια διεθνής συνεργασία με σκοπό τη χαρτογράφηση, δηλαδή τον εντοπισμό της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα, και τον προσδιορισμό της αλληλουχίας των βάσεων του DNA στο ανθρώπινο γονιδίωμα.



B3.

Επιχιασμός

Ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων

Μεταλλάξεις

Τυχαίος συνδυασμός των γαμετών κατά την γονιμοποίηση

Μερικοί από τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι επιτυχεότεροι 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 χλωροπλάστες, που περιέχουν χρωστικές και βρίσκονται στα άνθη, στα φύλλα και στους καρπούς.



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Παρατηρούμε φαινοτυπική διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών της F2 γενιάς, άρα καταλαβαίνουμε ότι η παραγωγή του ενός ενζύμου ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο. Έπειτα με διερεύνηση βρίσκουμε ότι η παραγωγή του ενζύμου E1 ελέγχεται από αυτοσωμικό επικρατές και η παραγωγή του ενζύμου E2 από φυλοσύνδετο επικρατές.

Άρα

A: αλληλόμορφο για παραγωγή E1

a: αλληλόμορφο για μη παραγωγή E1

XB : αλληλόμορφο για παραγωγή E2

Xβ : αλληλόμορφο για μη παραγωγή E2

Γ2.

P γενιά: ααXBXB x AAΧβΥ

Γαμέτες: αXB / AXβ , AY

F1 γενιά: AαXBXβ και AαXBΥ (όλοι πορτοκαλί)

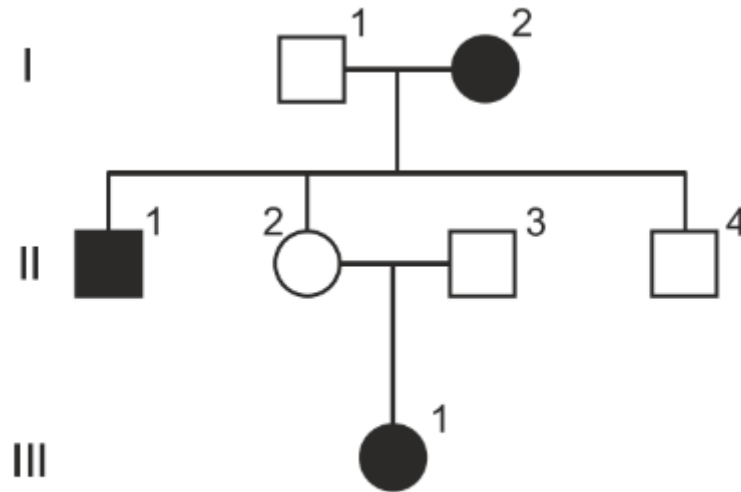
Διασταύρωση F1 γενιάς: AαXBXβ AαXBΥ

Γαμέτες: AXB , AXβ , αXB , αXβ / AXB ,αXB , AY, αΥ

F2 γενιά:

	AX^B	AX^β	αX^B	αX^β
AX^B	$AA X^B X^B$	$AA X^B X^\beta$	$A\alpha X^B Y$	$A\alpha X^B X^\beta$
αX^B	$A\alpha X^B X^B$	$A\alpha X^B X^\beta$	$\alpha\alpha X^B X^B$	$\alpha\alpha X^B X^\beta$
$A Y$	$AA X^B Y$	$AA X^\beta Y$	$A\alpha X^B Y$	$A\alpha X^\beta Y$
αY	$A\alpha X^B Y$	$A\alpha X^\beta Y$	$\alpha\alpha X^B Y$	$\alpha\alpha X^\beta Y$

Γ3.



Εικόνα 1

Δεδομένου ότι:

Η ασθένεια κληρονομείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας:

ΧΑ : φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο

Χα : υπολειπόμενο που ελέγχει την ασθένεια

Το άτομο II4 και και III1 εμφανίζουν μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Το άτομο II4 έπρεπε να έχει κληρονομήσει Χα από την I2 και Y από τον I1 άρα έπρεπε να πάσχει, όμως δεν εμφανίζει την ασθένεια.

Το άτομο III1 έπρεπε να έχει κληρονομήσει ΧΑ από τον II3 και ΧΑ ή Χα από την II2 οπότε δεν έπρεπε να πάσχει.



Γ4.

Ο ανιχνευτής A υβριδοποιείται μία φορά στο κεντρομερίδιο κάθε μεταφασικού X φυλετικού χρωμοσώματος.

Ο ανιχνευτής B **υβριδοποιείται με το υπεύθυνο για την ασθένεια γονίδιο**. Για τις υβριδοποιήσεις χρησιμοποιήθηκε DNA **μεταφασικών** κυττάρων.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.

	II ₁	II ₂	II ₃	II ₄	III ₁
ανιχνευτής A	1	2	1	2	2
ανιχνευτής B	2	2	0	2	2

II₄ XAXaY

III₁ XaX-

Το άτομο II₄ εμφανίζει σύνδρομο Klinefelter και προέκυψε από τον μη διαχωρισμό των ομόλογων χρωμοσωμάτων του I₁ που του κληροδότησε XAY και από την I₂ κληρονόμησε το Xa. Ο ανιχνευτής A υβριδοποιείται δύο φορές με το κεντρομερίδιο των μεταφασικών χρωμοσωμάτων X, επομένως το άτομο φέρει δύο φυλετικά χρωμοσώματα X, αντί ενός που έχει φυσιολογικά. Επιπλέον, ο ανιχνευτής B υβριδοποιείται με το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 2 φορές στη μετάφαση, επομένως το άτομο είναι ετερόζυγο και φέρει στο ένα μεταφασικό χρωμόσωμα X δύο υπολειπόμενα αλληλόμορφα.



Το άτομο III1 εμφανίζει έλλειψη τμήματος στο ένα χρωμοσωμα X που περιλάμβανε το γονίδιο A το οποίο κληρονόμησε από τον πατέρα του II3. Ο ανιχνευτής A υβριδοποιείται δύο φορές με το κεντρομερίδιο των μεταφασικών χρωμοσωμάτων X, επομένως το άτομο φέρει δύο φυλετικά χρωμοσώματα X. Επιπλέον, ο ανιχνευτής B υβριδοποιείται με το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 2 φορές στη μετάφαση, επομένως το άτομο είναι ετερόζυγο και μόνο ένα υπολειπόμενο μεταλλαγμένο, αντί των δύο που θα έπρεπε να φέρει φυσιολογικά, εφόσον πάσχει.

Γ5.

Το άτομο II4 εμφανίζει σύνδρομο Klinefelter και προέκυψε από τον μη διαχωρισμό των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά την μείωση I του I1 που του κληροδότησε XAY και από την I2 κληρονόμησε το Xa.

Το III1 εμφανίζει έλλειψη τμήματος στο ένα χρωμοσωμα X που περιλάμβανε το γονίδιο A το οποίο είναι δομική χρωμοσωμική ανωμαλία. Η δημιουργία δομικών χρωμοσωμικών ανωμαλιών είναι αποτέλεσμα διάφορων μηχανισμών κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου. Οπότε κληρονόμησε το X- από τον πατέρα II3 και το Xa από την μητέρα του II2.



ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α) Αλυσίδα I δεξιά 5' - 3' αριστερά

Αλυσίδα II αριστερά 3'- 5' άκρο δεξιά

β) Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου μεταγραφικού παράγοντα MA είναι η αλυσίδα I .

Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου του φαρμακευτικού πεπτιδίου B είναι η αλυσίδα II

γ) Το ασυνεχές γονίδιο είναι το γονίδιο του πενταπεπτιδίου.

Δ2.

Μας αναφέρεται ότι το τμήμα μεταξύ των σημείων K και Λ αποσπάται και επανασυνδέεται μετά από αναστροφή. Κατά την επανασύνδεση , δημιουργούνται 3'-5' φωσφοδιεστερικοί δεσμοί στα δύο σημεία σύνδεσης.

TTAATGAACCCCTTTTAGAAACAT
AATTACTTGGGGAAAATCTTTGTA

Η περιοχή που αναστρέφεται είναι η παραπάνω.

5' CCGGCTGCAGATGTTTCTAAAAGGGGTTCAATTAACGAATTCCTCCGGG3'

3' GGCCGACGTCTACAAAGATTTTCCCAAGTAATTGCTTAAGGGCC 5'

Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'-5'φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η RNA πολυμεράση λειτουργεί όπως και στους



προκαρυωτικούς οργανισμούς με τη βοήθεια πρωτεϊνών, που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Μόνο που στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς οι μεταγραφικοί παράγοντες παρουσιάζουν τεράστια ποικιλία. Κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων.

Διαφορετικός συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων ρυθμίζει τη μεταγραφή κάθε γονιδίου. Μόνο όταν ο σωστός συνδυασμός των μεταγραφικών παραγόντων προσδεθεί στον υποκινητή ενός γονιδίου, αρχίζει η RNA πολυμεράση τη μεταγραφή ενός γονιδίου.

Με βάση τα παραπάνω η μεταγραφή του γονιδίου Β θα είναι εφικτή μετά την αναστροφή, καθώς πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις με δεδομένο ότι το γονίδιο Α εκφραζόταν πάντα . Η μεταγραφή του ΜΑ μπορεί ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή ΥΒ ενώ η μεταγραφή του γονιδίου Β θα ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή ΥΑ. Μόνο που για την σύνδεση της RNA πολυμεράσης στον ΥΒ χρειαζόταν ο μεταγραφικός παράγοντας Α που δεν εκφράζεται τώρα.



Δ3. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες που θα χρησιμοποιηθούν για την ενσωμάτωση του φυσιολογικού τμήματος DNA είναι οι ΠΕΙ και ΠΕΙΙ.

Γνωρίζουμε ό,τι οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες είναι ένζυμα που παράγονται φυσιολογικά από βακτήρια και αναγνωρίζουν συγκεκριμένες αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο μόριο DNA.

Εφόσον θέλουμε να εκφραστεί το γονίδιο Β στα κύτταρα ξενιστές, η κατάλληλη π.ε. δεν θα πρέπει να κόβει εντός του επιθυμητού τμήματος, ενώ το τμήμα που πρόκειται να ανασυνδυαστεί δεν θα πρέπει να περιέχει τον ευκαρυωτικό υποκινητή (δεν θα μπορεί να ενεργοποιηθεί στα προκαρυωτικά κύτταρα λόγω έλλειψης κατάλληλων μεταγραφικών παραγόντων).

Στην αλληλουχία της Εικόνας 2 εντοπίζουμε μια φορά την αλληλουχία αναγνώρισης των περιοριστικών ΠΕΙ (δεξιά της θέσης Λ) και ΠΕΙΙ (αριστερά της θέσης Κ), ενώ η αλληλουχία της ΠΕΙΙΙ εντοπίζεται δύο φορές (πριν και μετά τις αλληλουχίες αναγνώρισης των περιοριστικών ΠΕΙ και ΠΕΙΙ). Αρά και οι τρεις είναι κατάλληλες για να κόψουν το γονίδιο.

Προκειμένου τα βακτήρια-ξενιστές (τα οποία δεν φέρουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά) να αναπτυχθούν στο θρεπτικό υλικό που περιέχει αμπικιλίνη, θα πρέπει το πλασμίδιο να διαθέτει λειτουργικό γονίδιο ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό.

Επομένως, η ΠΕΙΙΙ απορρίπτεται, καθώς κόβει μέσα στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη. Επιπλέον, οι ΠΕΙ και ΠΕΙΙ διαθέτουν μια θέση αναγνώρισης στο γονίδιο *gfp*, επομένως οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες ΠΕΙ και ΠΕΙΙ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την



ενσωμάτωση του γονιδίου Β στο πλασμίδιο φορέα. Προκειμένου το ξένο γονίδιο να εκφραστεί, θα πρέπει η κατεύθυνση της μεταγραφής του γονιδίου να ταυτίζεται με την κατεύθυνση της μεταγραφής του υποκινητή στο πλασμίδιο. Επιπλέον, στο πλασμίδιο η θέση αναγνώρισης της ΠΕΙ βρίσκεται πιο κοντά στον υποκινητή του γονιδίου της *gfp* από την θέση αναγνώρισης της ΠΕΙΙ. Επομένως, με την χρήση των ΠΕΙ και ΠΕΙΙ το γονίδιο Β μπορεί να ενσωματωθεί με κατάλληλο προσανατολισμό ώστε να μπορεί να εκφραστεί στα κύτταρα ξενιστές.

Δ4.

Το πεπτίδιο που θα παραχθεί δεν θα είναι λειτουργικό. Από την υπόθεση δίνεται ότι το γονίδιο Β είναι ασυνεχές, Όταν ένα ασυνεχές γονίδιο μεταγράφεται, προκύπτει το πρόδρομο mRNA, που περιέχει τόσο εξώνια όσο και εσώνια. Τα εσώνια αποκόπτονται με την βοήθεια των μικρών ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιδίων (αποτελούνται από snRNA και πρωτεΐνες) και τα εξώνια συρράπτονται μεταξύ τους. Έτσι προκύπτει το ώριμο mRNA που αποτελείται μόνο από εξώνια (και τις αμετάφραστες περιοχές). Τα βακτήρια δεν διαθέτουν τους μηχανισμούς ωρίμανσης των ευκαρυωτικών κυττάρων. Επομένως, η ενσωμάτωση του γονιδίου Β στα βακτήρια όπως είναι θα οδηγήσει σε μη ωρίμανση του πρόδρομου mRNA, άρα στη δημιουργία ενός επταπεπτιδίου το οποίο θα διαφέρει από το φυσιολογικό πενταπεπτίδιο, επομένως δεν θα είναι λειτουργικό.