

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 3/6/2026

ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. γ

A3. β

A4. γ

A5. Δ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1β, 2γ, 3β, 4β, 5α, 6γ

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. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών.

γ. Χαρτογράφηση ονομάζεται η διαδικασία εντοπισμού της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα, και του προσδιορισμού της αλληλουχίας των βάσεων του DNA στο ανθρώπινο γονιδίωμα (και γενικά στο γονιδίωμα οποιουδήποτε οργανισμού).

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



B3. α. Επιχιασμός κατά την Πρόφαση I της Μείωσης I, β. Ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων κατά τη Μετάφαση I, γ. Τυχαίος συνδυασμός γαμετών κατά τη γονιμοποίηση δ. Μεταλλάξεις

Λόγω των παραπάνω, είναι στατιστικά απίθανο εμείς και κάποιο από τα αδέρφια μας να έχουμε την ίδια συλλογή χρωμοσωμάτων και γονιδίων και από τους δύο γονείς, οπότε να είμαστε πανομοιότυποι μεταξύ μας.

Το γεγονός αυτό, που είναι η ουσία της γενετικής ποικιλομορφίας που χαρακτηρίζει τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς, έχει μεγάλη σημασία για την εξέλιξη.

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. Παρατηρούμε ότι από την F2 διαφορετική φαινοτυπική αναλογία ανάμεσα στα δύο φύλα, άρα τουλάχιστον ένας από τους 2 χαρακτήρες είναι φυλοσύνδετος. Δεδομένου ότι τα 2 γονίδια εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων ο άλλος χαρακτήρας είναι αυτοσωμικός.

Έστω φυλοσύνδετο επικρατές το γονίδιο που μετατρέπει την άχρωμη ουσία A σε κόκκινη χρωστική (X^A) και το υπολειπόμενου αυτού, X^a .

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



Έστω αυτοσωμικό επικρατές το γονίδιο που μετατρέπει την άχρωμη ουσία Β σε κίτρινη (Β) και το υπολειπόμενο αυτού, β.

Το θηλυκό της Ρ γενιάς πρέπει να έχει γονότυπο $X^A X^A B B$ και το αρσενικό της Ρ γενιάς πρέπει να έχει γονότυπο $X^A Y \beta \beta$. Όλα τα θηλυκά άτομα της F1 προκύπτουν με γονότυπο $X^A X^A B \beta$ και το αρσενικά με γονότυπο $X^A Y B \beta$. Προκύπτουν αρσενικά που δεν είναι πορτοκαλί στην F1 και άρα απορρίπτεται.

Επομένως, το γονίδιο που μετατρέπει την άχρωμη χρωστική σε κόκκινο είναι αυτοσωμικό (Α: αυτό που συνθέτει Ε1, α: αυτό που δεν συνθέτει Ε1).

Αντίστοιχα, το γονίδιο που μετατρέπει την άχρωμη ουσία σε κίτρινη είναι φυλοσύνδετο (X^B : αυτό που συνθέτει το Ε2, X^b : αυτό που δεν συνθέτει Ε2).

Οι γονότυποι της Ρ γενιάς είναι $\alpha X^B X^B$ και για τα αρσενικά $A A X^B Y$ και επομένως τα άτομα της F1 $A \alpha X^B X^b$, $A \alpha X^B Y$.

Γαμέτες	$A X^B$	$A X^b$	αX^B	αX^b
$A X^B$	$A A X^B X^B$	$A A X^B X^b$	$A \alpha X^B X^B$	$A \alpha X^B X^b$
αX^B	$A \alpha X^B X^B$	$A \alpha X^B X^b$	$\alpha \alpha X^B X^B$	$\alpha \alpha X^B X^b$
$A Y$	$A A X^B Y$	$A A X^b Y$	$A \alpha X^B Y$	$A \alpha X^b Y$
αY	$A \alpha X^B Y$	$A \alpha X^b Y$	$\alpha \alpha X^B Y$	$\alpha \alpha X^b Y$

Επομένως, επιβεβαιώνεται η αρχική αναλογία.

Γ2. Οι γονότυποι που ζητώνται είναι: Για την Ρ γενιά: $\alpha X^B X^B$, $A A X^B Y$ και για τα άτομα της F1: $A \alpha X^B X^b$, $A \alpha X^B Y$.

Γ3. Δίνεται ότι η ασθένεια είναι φυλοσύνδετη υπολειπόμενη.

Αν συμβολίσουμε με X^A το φυσιολογικό αλληλόμορφο και με X^a το μεταλλαγμένο υπολειπόμενο, τότε θα έπρεπε από φυσιολογικό πατέρα

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



II3 με γονότυπο X^AY , να προκύπτει φυσιολογική κόρη III1, καθώς θα της μεταβίβαζε το φυλετικό χρωμόσωμα X με το φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο. Όμως το άτομο III1 πάσχει, συνεπώς είναι ένα από τα δύο άτομα, που εμφανίζουν μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Επιπλέον, η μητέρα II2, πάσχει και έχει γονότυπο X^aX^a , επομένως θα έπρεπε να μεταβιβάζει το υπολειπόμενο αλληλόμορφο στο γιο της II4, επομένως ο II4 θα έπρεπε να πάσχει. Όμως παρατηρούμε ότι είναι υγιής, άρα αυτός είναι το δεύτερο άτομο που εμφανίζει μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Γ4. Παρατηρούμε από τα δεδομένα του πίνακα, ότι ο ανιχνευτής A υβριδοποιεί 2 φορές το κεντρομερίδιο του φυλετικού χρωμοσώματος X στη μετάφαση του ατόμου III1 και ο ανιχνευτής B δύο φορές το φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο της ασθένειας. Δεδομένου ότι τα μεταφασικά χρωμοσώματα είναι διπλασιασμένα, ο γονότυπος του ατόμου III1 είναι X^aX^0 .

Αντίστοιχα, ο ανιχνευτής A υβριδοποιεί 2 φορές το κεντρομερίδιο του φυλετικού χρωμοσώματος X στο άτομο II4, άρα το άτομο II4 έχει δυο φυλετικά χρωμοσώματα X , αν και αρσενικό. Όμως ο ανιχνευτής B ανιχνεύει δύο φορές το υπολειπόμενο φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, άρα το άτομο II4, αν και έχει φυσιολογικό φαινότυπο, φέρει γονότυπό του είναι X^AX^aY , δηλαδή πάσχει από σύνδρομο Klinefelter.

Γ5. Ως προς το άτομο II4:

Έχει πραγματοποιηθεί σύντηξη ωαρίου με σύσταση X^a , το οποίο προκύπτει από φυσιολογικό διαχωρισμό, με σπερματοζωάριο που έχει προκύψει από μη διαχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων XY στην πρώτη μειωτική διαίρεση του πατέρα.

Δηλαδή ωάριο X^a + σπερματοζωάριο X^aY

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



Ως προς το άτομο III1:

Προκύπτει από σύντηξη φυσιολογικού ωαρίου X^a με σπερματοζωάριο στο οποίο το φυλετικό χρωμόσωμα X ΔΕΝ φέρει το επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο. Δηλαδή κάποια δομική χρωμοσωμική ανωμαλία (πχ έλλειψη) κατά τη μειωτική διαίρεση του πατέρα, οδήγησε σε απώλεια της γενετικής θέσης του επικρατούς γονιδίου στο φυλετικό χρωμόσωμα X .

Δηλαδή ωάριο X^{a+} σπερματοζωάριο X^0 .

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α. επάνω αλυσίδα 5' αριστερά 3' δεξιά,
κάτω αλυσίδα 5' δεξιά 3' αριστερά.

β. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου και ταυτίζεται σε αλληλουχία προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα μόνο που αντί για T έχει U. Η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και μεταγράφει τη μεταγραφόμενη-μη κωδική αλυσίδα με κατεύθυνση 5'→3'. Συνεπώς ο υποκινητής βρίσκεται στο 5' άκρο της κωδικής αλυσίδας.

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ATG κ.ο.κ. Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί

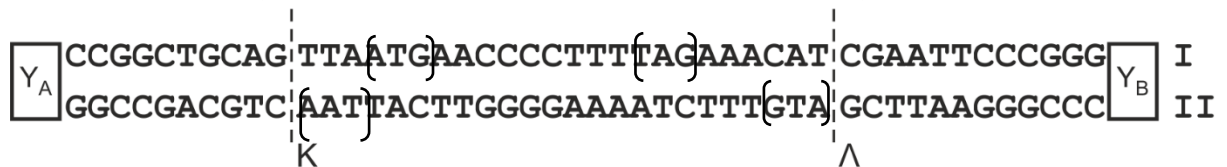
1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Συνεπώς, ψάχνουμε και τις δύο αλυσίδες για να βρούμε κωδικόνιο έναρξης 5' ATG3' και κωδικόνιο κωδικόνιο λήξης. Το 5' άκρο θα βρίσκεται προς το κωδικόνιο έναρξης και το 3' άκρο προς το κωδικόνιο λήξης. Ο υποκινητής βρίσκεται πριν την αρχή κάθε γονιδίου. Άρα η κωδική αλυσίδα του γονιδίου A είναι η πάνω και του γονιδίου B η κάτω.

Τα κωδικόνια έναρξης και λήξης υποδεικνύονται στο σχήμα.



γ. Τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών (και των ιών που τους προσβάλλουν) είναι ασυνεχή ή διακεκομμένα. Δηλαδή, η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα. Οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα ονομάζονται εξώνια και οι ενδιάμεσες αλληλουχίες ονομάζονται εσώνια.

Ξέρουμε ότι το τελικό πεπτίδιο αποτελείται από πέντε αμινοξέα, ενώ εάν διαβάσουμε το γονίδιο B συνεχώς ανά τρία και μη επικαλυπτόμενα, προκύπτουν 7 κωδικόνια που αντιστοιχούν σε αμινοξέα, ενώ το γονίδιο A διαθέτει 4 κωδικόνια. Συνεπώς, από το mRNA του δεύτερου γονιδίου θα πρέπει να απομακρυνθούν νουκλεοτίδια κατά την ωρίμανση.

Άρα το γονίδιο A είναι συνεχές και το γονίδιο B είναι ασυνεχές διότι περιέχει εσώνιο.

Δ2. Η αναστροφή δημιουργείται από θραύσεις σε δύο διαφορετικά σημεία ενός χρωμοσώματος και επανένωση του τμήματος ύστερα από αναστροφή. Η αναστροφή έχει ως συνέπεια την αλλαγή της διάταξης των γονιδίων στο χρωμόσωμα.

Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Οι υποκινητές και οι μεταγραφικοί παράγοντες αποτελούν τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA

1. ☒ Ούλωφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου, ☎ 210 74 88 030
2. ☒ Φανερωμένης 13
Χολαργός, ☎ 210 65 36 551
3. ☒ Ευεργέτου Γιαβάση 9
Αγία Παρασκευή, ☎ 210 60 00 031
www.en-dynamei.gr



ανασυνδυασμένα, διότι το γονίδιο *gfr* έχει κοπεί και δεν είναι λειτουργικό σε αυτά.

Δ4. Το γονίδιο Β είναι ασυνεχές, δηλαδή περιέχει περιοχές που δε μεταφράζονται που ονομάζονται εσώνια. Ωστόσο, στα βακτήρια δε μπορεί να γίνει ωρίμανση, άρα δε θα απομακρυνθεί το εσώνιο, θα μεταφραστεί και αυτό με βήμα τριπλέτας, που σημαίνει πως το πεπτίδιο θα έχει 7 αμινοξέα αντί για 5 και δεν θα είναι λειτουργικό.

Επιπλέον, το πεπτίδιο ενδέχεται να χρειάζεται κάποια μετα-μεταφραστική τροποποίηση προκειμένου να γίνει λειτουργικό, η οποία δε μπορεί να πραγματοποιηθεί στα βακτήρια.