

ΤΡΤΤΗ 3 ΙΟΥΝΙΟΥ 2026

**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ : ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

**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.**

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. Για αυτό η πρωτεϊνοσύνθεση είναι πραγματικά μια διαδικασία «μετάφρασης» από τη γλώσσα των βάσεων στη γλώσσα των αμινοξέων.

Νουκλεόσωμα: 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 8 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 και ο προσδιορισμός της αλληλουχίας των βάσεων του DNA στο ανθρώπινο γονίδιο.

**B3.** Οι 4 μηχανισμοί είναι:

- Επιχιασμός που συμβαίνει στην πρόφαση 1 της μείωσης
- Ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων που συμβαίνει στη μετάφαση 1 της μείωσης
- Τυχαίος συνδυασμός των γαμετών κατά τη γονιμοποίηση
- Μεταλλάξεις

Η γενετική ποικιλομορφία έχει μεγάλη σημασία για την εξέλιξη γιατί 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.

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ - ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ:** • Κόπρου 51, τηλ. 2109941471, 2109935566 • Γερουλάνου 103, τηλ. 2109911067

**ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ:** • Ναυαρίνου 12, τηλ. 2109944396,

**ΓΛΥΦΑΔΑ:** Α. Βουλιαγμένης 147 & Πραξιτέλους 2, τηλ. 2109680008 • Α. Βουλιαγμένης 67 & Αχιλλέως 30, τηλ. 2108943042

[www.romvos.edu.gr](http://www.romvos.edu.gr) - email: [support@romvos.edu.gr](mailto:support@romvos.edu.gr)

**B4.** Στα πλαστίδια ανήκουν και οι άχρωμοι αμυλοπλάστες που βρίσκονται στα κύτταρα των ριζών των φυτών και αποτελούν αποθήκες αμύλου καθώς επίσης χρωμοπλάστες που περιέχουν χρωστικές και βρίσκονται στα άνθη στα φύλλα και στους καρπούς.

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Παρατηρούμε διαφορετική φαινοτυπική αναλογία (Φ.Α.) σε αρσενικά και θηλυκά:

Φ.Α. στα θηλυκά: 3 πορτοκαλί: 1 κόκκινο

Φ.Α. στα αρσενικά: 3 πορτοκαλί: 3 κόκκινα: 1 κίτρινο: 1 λευκό

Συνεπώς ένα από τα δύο ζεύγη αλληλόμορφων γονιδίων που καθορίζουν την παραγωγή ενζύμων είναι φυλοσύνδετο. Μετά από διερεύνηση συμπεραίνουμε ότι η παραγωγή του E1 ελέγχεται από αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο και η παραγωγή του E2 από επικρατές φυλοσύνδετο γονίδιο.

Συμβολισμός γονιδίων:

A= Επικρατές αυτοσωμικόαλληλόμορφο υπεύθυνο για την παραγωγή του E1

a= υπολειπόμενο αυτοσωμικόαλληλόμορφο υπεύθυνο για την έλλειψη του E1

$X^B$ = επικρατές φυλοσύνδετο αλληλόμορφο υπεύθυνο για την παραγωγή του E2

$X^b$ = υπολειπόμενο φυλοσύνδετο αλληλόμορφο υπεύθυνο για την έλλειψη του E2

P:  $a a X^B X^B \times A A X^b Y$

Γαμέτες:  $a X^B$  ,  $A X^b$   $A Y$

F1:  $A a X^B X^b A a X^B Y$  Φ.Α.: 100% πορτοκαλί

F1 x F1:  $A a X^B X^b \times A a X^B Y$

Γαμέτες:  $A X^B$   $A X^b$   $a X^B$   $a X^b$  ,  $A X^B$   $A Y$   $a X^B$   $A Y$

Τετράγωνο του Punnett:

	$A X^B$	$A X^b$	$a X^B$	$a X^b$
$A X^B$	$A A X^B X^B$	$A A X^B X^b$	$A a X^B X^B$	$A a X^B X^b$
$A Y$	$A A X^B Y$	$A A X^b Y$	$A a X^B Y$	$A a X^b Y$
$a X^B$	$A a X^B X^B$	$A a X^B X^b$	$a a X^B X^B$	$A a X^B X^b$
$A Y$	$A a X^B Y$	$A a X^b Y$	$a a X^B Y$	$a a X^b Y$

Φ.Α: 6πορτοκαλί θηλυκά με πορτοκαλί χρώμα πτερώματος:2 θηλυκά με κίτρινο χρώμα πτερώματος:3 αρσενικά με πορτοκαλί χρώμα πτερώματος:3 αρσενικά με κόκκινο χρώμα πτερώματος αρσενικά: 1 με κίτρινο χρώμα πτερώματος:1 αρσενικά με λευκό χρώμα πτερώματος

**Γ2.** Ργεσιά:  $a a X^B X^B \times A A X^b Y$

F1 ργεσιά:  $A a X^B X^b \times A a X^b Y$

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ - ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ:** • Κόπρου 51, τηλ. 2109941471, 2109935566 • Γερουλάνου 103, τηλ. 2109911067

**ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ:** • Ναυαρίνου 12, τηλ. 2109944396,

**ΓΛΥΦΑΔΑ:** Α. Βουλιαγμένης 147 & Πραξιτέλους 2, τηλ. 2109680008 • Α. Βουλιαγμένης 67 & Αχιλλέως 30, τηλ. 2108943042

[www.romvos.edu.gr](http://www.romvos.edu.gr) - email: [support@romvos.edu.gr](mailto:support@romvos.edu.gr)

### Γ3.

Αφού η ασθένεια έχει φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας συμβολίζουμε κατάλληλα τα αλληλόμορφα:

Συμβολισμός γονιδίων:

$X^A$ : φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο

$X^a$ : υπολειπόμενο αλληλόμορφο που ελέγχει την ασθένεια

Μη αναμενόμενο φαινότυπο εμφανίζουν τα άτομα Π4 και ΠΙ1.

Από τα δεδομένα του γενεαλογικού δέντρου παρατηρούμε ότι το άτομο Π4 είναι υγιές, επομένως θα έπρεπε να έχει γονότυπο  $X^A Y$  λαμβάνοντας  $X^A$  από τη μητέρα Π2. Όμως το άτομο Π2 πάσχει και μεταβιβάζει μόνο υπολειπόμενα αλληλόμορφα στους απογόνους της. Επομένως και ο γιος Π4 θα έπρεπε να λάβει αλληλόμορφο  $X^a$  και να πάσχει. Επίσης το άτομο ΠΙ1 πάσχει, άρα θα έπρεπε να έχει λάβει ένα υπολειπόμενο αλληλόμορφο από κάθε γονέα. Ο πατέρας της Π3 όμως είναι υγιής και θα έχει γονότυπο  $X^A Y$  οπότε δεν είναι δυνατόν να της μεταβιβάσει παθολογικό αλληλόμορφο. Άρα ο φαινότυπος της είναι μη αναμενόμενος.

### Γ4.

Π4:  $X^A X^a Y$ , σύνδρομο Klinefelter (τρισωμία 23)

Ο ανιχνευτής Αυβριδοποιείται 2 φορές με το κεντρομερίδιο των μεταφασικών χρωμοσωμάτων X επομένως το άτομο φέρει 2 φυλετικά χρωμοσώματα X αντί για ένα που θα έπρεπε φυσιολογικά να έχει. Επίσης ο ανιχνευτής B ειδοποιείται με το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 2 φορές στη μετάφαση επομένως το άτομο είναι ετερόζυγο και φέρει στο ένα μεταφασικό χρωμόσωμα X, 2 υπολειπόμενα αλληλόμορφα.

ΠΙ1:  $X^a X^c$

Ο ανιχνευτής Αυβριδοποιείται 2 φορές με το κεντρομερίδιο των μεταφασικών χρωμοσωμάτων X, άρα το άτομο φέρει 2 φυλετικά χρωμοσώματα X. Επίσης ο ανιχνευτής B ειδοποιείται με το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο 2 φορές στη μετάφαση, επομένως το άτομο έχει μόνο ένα υπολειπόμενο μεταλλαγμένο αντί των 2 που θα έπρεπε να φέρει φυσιολογικά.

### Γ5.

Π4:  $X^A X^a Y$ , σύνδρομο Klinefelter (τρισωμία 23)

Το άτομο προέκυψε από μη φυσιολογικό ανευπλοειδικό ζυγωτό που έχει αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία φυλετικών χρωμοσωμάτων. Φυσιολογικό ωάριο με ένα φυλετικό χρωμόσωμα ( $X^a$ ), γονιμοποιήθηκε από μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο με 2 φυλετικά χρωμοσώματα ( $X^A Y$ ), το οποίο δημιουργήθηκε λόγω μη διαχωρισμού των φυλετικών χρωμοσωμάτων στην μείωση 1 του πατέρα.

ΠΙ1:  $X^a X^c$

Αυτό το άτομο έχει δομική χρωμοσωμική ανωμαλία και συγκεκριμένη έλλειψη χρωμοσωμικού τμήματος που φέρει το επικρατές αλληλόμορφο  $X^A$ .

Προήλθε από μη φυσιολογικό ζυγωτό το οποίο προέκυψε από γονιμοποίηση φυσιολογικού ωαρίου ( $X^a$ ) με μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο το οποίο προέκυψε από άωρο γεννητικό κύτταρο στο οποίο συνέβη είτε έλλειψη του χρωμοσωμικού τμήματος που φέρει το επικρατές  $X^A$ , είτε μετατόπιση του σε μη ομόλογο χρωμόσωμα.

## ΘΕΜΑ Δ

### Δ1.

#### α.

$Y_A$  5' CCGGCTGCAGTTAATGAACCCCTTTTAGAAACATCGAATTCCCGGG 3'  $Y_B$  Αλυσίδα 1  
3' GGCCGACGTCAATTACTIONTGGGGAAAATCTTTGTAGCTTAAGGGCCC 5' Αλυσίδα 2

β. Γονίδιο Α του μεταγραφικού παράγοντα: Η κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα Ι  
Γονίδιο Β του φαρμακευτικού πενταπεπτιδίου: Η κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα ΙΙ

γ. Το ασυνεχές γονίδιο είναι το γονίδιο Β που κωδικοποιεί το πενταπεπτίδιο.

### Δ2

5' CCGGCTGCAGATGTTTCTAAAAGGGGTTTCATTAACGAATTCCCGGG 3'  
3' GGCCGACGTCTACAAAGATTTTCCCCAAGTAATTGCTTAAGGGCCC 5'

Παρατηρούμε ότι το γονίδιο για τον μεταγραφικό παράγοντα έχει συνδεθεί με το 3' άκρο της μη κωδικής του αλυσίδας προς τον υποκινητή του γονιδίου Β ενώ το γονίδιο Β έχει συνδεθεί με το 3' άκρο της μη κωδικής αλυσίδας του προς τον υποκινητή του γονιδίου Α. Για να ξεκινήσει η μεταγραφή ενός γονιδίου θα πρέπει το ένζυμο RNA πολυμεράση να προσδεθεί στον υποκινητή που αποτελεί μια ειδική αλληλουχία DNA πριν την αρχή κάθε γονιδίου. Στη συνέχεια το ίδιο ένζυμο προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA και τοποθετεί ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια της μιας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι απέναντι από αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' προς 3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής επιτρέπουν την απελευθέρωση του. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μετεγγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Οι 2 αλυσίδες είναι μεταξύ τους και αντιπαράλληλες.

Άρα η μεταγραφόμενη αλυσίδα έχει 3' άκρο στον υποκινητή έτσι ώστε το mRNA να συντεθεί συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα προς αυτήν με προσανατολισμό 5' προς 3' ενώ η κωδική αλυσίδα του γονιδίου έχει 5' άκρο στον υποκινητή. Η μεταγραφή του γονιδίου του μεταγραφικού παράγοντα θα ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον  $Y_B$  ενώ η μεταγραφή του γονιδίου Β (για το φαρμακευτικό πενταπεπτίδιο) θα ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή στον  $Y_A$ . Εφόσον ο μεταγραφικός παράγοντας εκφράζεται πάντα τότε ο  $Y_A$  θα είναι πάντα ενεργός ενώ ο  $Y_B$  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 την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή. Άρα μετά την αναστροφή το γονίδιο Β θα εκφράζεται πάντα καθώς πλέον διαθέτει τον υποκινητή  $Y_A$  ενώ το γονίδιο Α θα εκφράζεται μόνο στην περίπτωση που η αναστροφή συμβεί σε κύτταρο που φυσιολογικά εκφράζεται το γονίδιο Β.

**Δ3.** Για την ενσωμάτωση του φυσιολογικού τμήματος DNA ώστε να εκφραστεί το γονίδιο της φαρμακευτικής πρωτεΐνης θα χρησιμοποιηθούν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες ΠΕ1 και ΠΕ2. Το γονίδιο θα ενσωματωθεί μέσα στο γονίδιο *gfp* του πλασμιδίου που κωδικοποιεί την πράσινη φθορίζουσα χρωστική μόνο με έναντρόπο (προσανατολισμό), εξαιτίας των διαφορετικών μονόκλωνων άκρων που αφήνουν οι δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες. Η επιλογή των μετασχηματισμένων από τα μη μετασχηματισμένα βακτήρια θα γίνει σε καλλιέργεια των βακτηρίων παρουσία του αντιβιοτικού αμικικιλίνη. Η επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων με ανασυνδυασμένο πλασμίδιο από τα μετασχηματισμένα βακτήρια με μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα γίνει από την παρατήρηση της πράσινης χρωστικής, αν υπάρχει έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία δηλαδή τα μετασχηματισμένα με ανασυνδυασμένο πλασμίδιο δε θα φθορίζουν ενώ τα μετασχηματισμένα με μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα φθορίζουν.

**Δ4.** Το πεπτίδιο που παράγεται δεν είναι λειτουργικό καθώς το γονίδιο διαθέτει εσόνιο. Τα βακτήρια δεν διαθέτουν μηχανισμούς ωρίμανσης του mRNA, άρα θα μεταφράσουν το παραγόμενο mRNA μαζί με την αλληλουχία του εσονίου και θα παραχθεί διαφορετικό πεπτίδιο από το φυσιολογικό.

**Σχολιασμός:** Η φετινή εξέταση στη Βιολογία Προσανατολισμού Σπουδών Υγείας έθεσε ψηλά τον πήχη, επιβεβαιώνοντας ότι το μάθημα απαιτεί βαθιά κατανόηση των βιολογικών μηχανισμών και όχι στείρα αποστήθιση και επιφανειακό διάβασμα. Τα θέματα χαρακτηρίζονται ως «δίκαια» για διαβασμένους, καθώς διέθεταν σαφή επιστημονική διατύπωση, απαντήσεις σχετικά μικρής έκτασης, αλλά υψηλή συνδυαστική δυσκολία που απαιτούσε απόλυτη συγκέντρωση και σωστή διαχείριση χρόνου. Ήταν ένα διαγώνισμα που τίμησε την επιστημονικότητα του μαθήματος και επιβράβευσε τη συστηματική και σε βάθος μελέτη. Τα θέματα Α και Β ήταν βατά και αναμενόμενα για τον καλά προετοιμασμένο μαθητή. Το θέμα Γ παρουσίαζε αυξημένο βαθμό δυσκολίας απαιτώντας συνδυαστική σκέψη και ικανότητα ανάλυσης δεδομένων. Το Δ θέμα απευθυνόταν στους πολύ καλά προετοιμασμένους μαθητές αφού απαιτούσε άριστη διαχείριση της ύλης, ουσιαστική εμπάθυνση, κριτική σκέψη και αρκετή εξάσκηση σε ασκήσεις από τον μαθητή (ειδικά το Δ2).

**Συγγραφή θεμάτων**

**Παπαδάκη Ηρώ**