

# άνοδος

το φροντιστήριο των επιτυχιών

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ (3/6/2026)

## 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. Το **νουκλεόσωμα** 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. Η **χαρτογράφηση** είναι ο εντοπισμός της θέσης των γονιδίων στα χρωμοσώματα.

### B3.

Γενετική ποικιλομορφία στους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς επιτυγχάνεται με

- τον επιχιασμό
- τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων
- τον τυχαίο συνδυασμό γαμετών κατά τη γονιμοποίηση
- τις μεταλλάξεις.

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 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 χρωμοπλάστες, που περιέχουν χρωστικές και βρίσκονται στα άνθη, στα φύλλα και στους καρπούς.

### ΘΕΜΑ Γ

#### Γ1.

Παρατηρείται φαινοτυπική διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών της F2 γενιάς, συνεπώς καταλαβαίνουμε ότι η παραγωγή του ενός ενζύμου ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο. Έπειτα από 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

α: αλληλόμορφο για μη παραγωγή E1

X<sup>B</sup>: αλληλόμορφο για παραγωγή E2

x<sup>b</sup>: αλληλόμορφο για μη παραγωγή E2

P γενιά: AaX<sup>B</sup>X<sup>B</sup> ⊗ AAX<sup>B</sup>Y

Γαμέτες: αX<sup>B</sup> ⊗ AX<sup>B</sup>, AY

	AX <sup>B</sup>	AY
αX <sup>B</sup>	AαX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	AαX <sup>B</sup> Y

Φ.Α.: 100% θηλυκά και αρσενικά με πορτοκαλί χρώμα πτερώματος

Διασταύρωση F1 γενιάς: AαX<sup>B</sup>X<sup>B</sup> ⊗ AαX<sup>B</sup>Y

Γαμέτες: AX<sup>B</sup>, AX<sup>b</sup>, αX<sup>B</sup>, αX<sup>b</sup> ⊗ AX<sup>B</sup>, AY, αX<sup>B</sup>, αY

	AX <sup>B</sup>	AX <sup>b</sup>	αX <sup>B</sup>	αX <sup>b</sup>
AX <sup>B</sup>	AAX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	AAX <sup>B</sup> X <sup>b</sup>	AαX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	AαX <sup>B</sup> X <sup>b</sup>
AY	AAX <sup>B</sup> Y	AAX <sup>b</sup> Y	AαX <sup>B</sup> Y	AαX <sup>b</sup> Y
αX <sup>B</sup>	AαX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	AαX <sup>B</sup> X <sup>b</sup>	ααX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	ααX <sup>B</sup> X <sup>b</sup>
αY	AαX <sup>B</sup> Y	AαX <sup>b</sup> Y	ααX <sup>B</sup> Y	ααX <sup>b</sup> Y

Φ.Α.:

6/16 θηλυκά με πορτοκαλί χρώμα πτερώματος

2/16 θηλυκά με κίτρινο χρώμα πτερώματος

3/16 αρσενικά με πορτοκαλί χρώμα πτερώματος

3/16 αρσενικά με κόκκινο χρώμα πτερώματος  
1/16 αρσενικά με κίτρινο χρώμα πτερώματος  
1/16 αρσενικά με λευκό χρώμα πτερώματος

Γ2.

**P γενιά:**  $aX^{B^B}X^B$  και  $AA X^{B^B}Y$  και

**F1 γενιά:**  $AaX^{B^B}X^B$  και  $AaX^{B^B}Y$

Γ3.

Η ασθένεια κληρονομείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας, επομένως θέτουμε συμβολισμό:

**$X^A$ :** φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο

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

**Μη αναμενόμενο φαινότυπο εμφανίζουν τα άτομα II4 και III1.** Παρατηρούμε από το γενεαλογικό δέντρο ότι το άτομο II4 είναι υγιές, επομένως θα έπρεπε να έχει γονότυπο  $X^A Y$ , έχοντας λάβει  $X^A$  από τη μητέρα II2. Ωστόσο, το άτομο II2 πάσχει και μεταβιβάζει μόνο υπολειπόμενα αλληλόμορφα στους απογόνους της, επομένως και ο γιος II4 θα έπρεπε να λάβει αλληλόμορφο  $X^a$  και να πάσχει. Επίσης, το άτομο III1 πάσχει, επομένως θα έπρεπε να έχει λάβει ένα υπολειπόμενο αλληλόμορφο από κάθε γονέα. Ο πατέρας της II3, ωστόσο, είναι υγιής και θα έχει γονότυπο  $X^A Y$ , επομένως δεν είναι δυνατόν να της μεταβιβάσει παθολογικό αλληλόμορφο. Άρα ο φαινότυπός της είναι μη αναμενόμενος.

Γ4.

**II4:  $X^A X^a Y$  τρισωμία  $XXY$  – Σύνδρομο Klinefelter.**

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.**

**III1.  $X^a X^a$ :**

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.

**II4:  $X^A X^a Y$  τρισωμία  $XXY$  – Σύνδρομο Klinefelter.**

Το άτομο προέκυψε από μη φυσιολογικό ζυγωτό με αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία. Φυσιολογικό ωάριο με ένα φυλετικό χρωμόσωμα ( $X^a$ ) γονιμοποιήθηκε από μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο με δύο φυλετικά χρωμοσώματα ( $X^A Y$ ), λόγω **μη διαχωρισμού των φυλετικών χρωμοσωμάτων στη μειωτική διαίρεση I του πατέρα.**

**III1.  $X^a X^a$ :**

Το άτομο φέρει δομική χρωμοσωμική ανωμαλία και συγκεκριμένα **έλλειψη τμήματος του χρωμοσώματος που φέρει το επικρατές  $X^A$** . Το άτομο προήλθε από μη φυσιολογικό ζυγωτό, το οποίο προέκυψε από φυσιολογικό ωάριο με  $X^a$  με μη φυσιολογικό σπερματοζωάριο στο οποίο

συνέβη είτε έλλειψη του χρωμοσωμικού τμήματος που φέρει το επικρατές Χ<sup>Α</sup> είτε μετατόπισή του σε μη ομόλογο χρωμόσωμα που δεν κληροδοτήθηκε στο άτομο III1.

#### ΘΕΜΑ Δ

##### Δ1.

α. αλυσίδα I – αριστερά 5' άκρο και δεξιά 3' άκρο

αλυσίδα II – αριστερά 3' άκρο και δεξιά 5' άκρο

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 με φαρμακευτική δράση (**γονίδιο B**).

##### Δ2.

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

YA 5' - CCGGCTGCAG**ATG**TTTCTAAAAGGGGTT**CATTA**ACGAATCCCGGG-3' YB  
3' - GGCCGACGTCTACAA**AGATTTTCCCAAGTA**ATTGCTTAAGGGCCC -5'

Παρατηρούμε ότι το γονίδιο MA έχει συνδεθεί με το 3' άκρο της μη κωδικής του αλυσίδας προς τον υποκινητή του γονιδίου B ενώ το γονίδιο B έχει συνδεθεί αντίστοιχα με το 3' άκρο της μη κωδικής του προς τον υποκινητή του γονιδίου A. Γνωρίζουμε ότι 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 ενός γονιδίου. Στη συνέχεια το ίδιο ένζυμο προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA και τοποθετεί ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την 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'→3'. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του. 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. Όλες οι συμπληρωματικές αλυσίδες είναι μεταξύ τους και αντιπαράλληλες. Συμπερασματικά η μεταγραφόμενη αλυσίδα (μη κωδική) έχει 3' άκρο στον υποκινητή έτσι ώστε το mRNA να συντεθεί συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς αυτήν με προσανατολισμό 5'→3', ενώ η κωδική αλυσίδα του γονιδίου έχει 5' άκρο στον υποκινητή.

Με βάση τα παραπάνω κατανοούμε ότι η μεταγραφή αμφότερων των γονιδίων MA και B, θεωρητικά, θα είναι εφικτή μετά την αναστροφή, καθώς πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Η μεταγραφή του MA θα ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή YB ενώ η μεταγραφή του γονιδίου B θα ξεκινήσει με την πρόσδεση της RNA πολυμεράσης στον υποκινητή YA. **Ωστόσο, το γονίδιο B θα εκφράζεται πάντα, ενώ το γονίδιο του MA, επειδή θα έχει πλέον ως υποκινητή τον YB για τον οποίο είναι απαραίτητος ο ίδιος ο μεταγραφικός παράγοντας MA, κατά πάσα πιθανότητα, δεν θα εκφράζεται.**

##### Δ3.

Για την ενσωμάτωση του φυσιολογικού τμήματος DNA, ώστε να εκφραστεί το γονίδιο της φαρμακευτικής πρωτεΐνης θα χρησιμοποιηθούν οι **περιοριστικές ενδονουκλεάσες I και II**. Το γονίδιο θα ενσωματωθεί εντός του γονιδίου gfr του πλασμιδίου, που κωδικοποιεί την πράσινη

φθορίζουσα χρωστική μόνο με έναν προσανατολισμό εξαιτίας των διαφορετικών μονόκλωνων άκρων που αφήνουν οι δύο ενδονουκλεάσες.

Ο διαχωρισμός των μετασηματισμένων από τα μη μετασηματισμένα βακτήρια θα γίνει με **καλλιέργεια των βακτηρίων παρουσία του αντιβιοτικού αμπικιλίνη**. Ο διαχωρισμός των μετασηματισμένων βακτηρίων με ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, από τα μετασηματισμένα βακτήρια με μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο **θα γίνει από την απουσία ή παρουσία πράσινης χρωστικής, αντίστοιχα, όταν υπάρξει έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία**.

#### **Δ4.**

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