



**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ  
Γ' ΤΑΞΗ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
03/06/2026**

**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

(Ενδεικτικές απαντήσεις)

**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. Γενετικός κώδικας:** κώδικας αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων του mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών.

**Β. Νουκλεόσωμα:** είναι η βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των πρωτεϊνών. Είναι ορατά με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

**Γ. Χαρτογράφηση γονιδίου:** Η εύρεση της ακριβής θέσης ενός γονιδίου στο χρωμόσωμα που ανήκει και ο προσδιορισμός της αλληλουχίας του

**B3.** Μηχανισμοί γενετικής ποικιλομορφίας στους αμφιγονικά αναπαραγόμενους:

Επιχιασμός

Ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων

Γονιδιακές μεταλλάξεις

Γονιμοποίηση

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.** Τα ένζυμα  $E_1$  και  $E_2$  θα μπορούσαν να κωδικοποιούνται

- Και τα δύο από αυτοσωμικό (Υπάρχει διαφοροποίηση στη φαινοτυπική αναλογία των απογόνων της F2 γενιάς που σημαίνει ότι ένα από τα δύο ένζυμα θα κωδικοποιείται από φυλοσύνδετο γονίδιο και άρα **απορρίπτεται**)

- Το E<sub>1</sub> από φυλοσύνδετο και το E<sub>2</sub> από αυτοσωμικό (Απορρίπτεται μέσω φαινοτυπικής αναλογίας των ατόμων της F1)
- Το E<sub>1</sub> από αυτοσωμικό και το E<sub>2</sub> από φυλοσύνδετο που είναι και η μοναδική περίπτωση που επιβεβαιώνεται το φαινοτυπικό αποτέλεσμα της F2

A: παραγωγή ενζύμου E1

a: όχι παραγωγή ενζύμου E1

X<sup>B</sup>: παραγωγή ενζύμου E2

X<sup>β</sup>: όχι παραγωγή ενζύμου E2

Διασταύρωση ατόμων P: ααX<sup>B</sup>X<sup>B</sup> ⊗ ΑΑX<sup>β</sup>Y

γαμέτες: αX<sup>B</sup> / AX<sup>β</sup>, AY

F1 γονότυποι: ΑαX<sup>B</sup>X<sup>β</sup>, ΑαX<sup>B</sup>Y

Διασταύρωση F1 ΑαX<sup>B</sup>X<sup>β</sup> ⊗ ΑαX<sup>B</sup>Y

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

F2

	AX <sup>B</sup>	AY	αX <sup>B</sup>	αY
AX <sup>B</sup>	ΑΑX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	ΑΑX <sup>B</sup> Y	ΑαX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	ΑαX <sup>B</sup> Y
AX <sup>β</sup>	ΑΑX <sup>B</sup> X <sup>β</sup>	ΑΑX <sup>β</sup> Y	ΑαX <sup>B</sup> X <sup>β</sup>	ΑαX <sup>β</sup> Y
αX <sup>B</sup>	ΑαX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	ΑαX <sup>B</sup> Y	ααX <sup>B</sup> X <sup>B</sup>	ααX <sup>B</sup> Y
αX <sup>β</sup>	ΑαX <sup>B</sup> X <sup>β</sup>	ΑαX <sup>β</sup> Y	ααX <sup>B</sup> X <sup>β</sup>	ααX <sup>β</sup> Y

F2 φαινότυποι

6 θηλυκά με πορτοκαλί πτέρωμα

2 θηλυκά με κίτρινο πτέρωμα

3 αρσενικά με πορτοκαλί πτέρωμα

3 αρσενικά με κόκκινο πτέρωμα

1 αρσενικά με κίτρινο πτέρωμα

1 αρσενικά με λευκό πτέρωμα

## Γ2.

**Πατρική γενιά :** Τα άτομα της πατρικής γενιάς είναι αμιγή άρα ομόζυγα και το θηλυκό εμφανίζει κίτρινο φαινότυπο άρα  $aX^B X^B$  ενώ το αρσενικό κόκκινο φαινότυπο άρα  $AAX^B Y$

**F1:** Από τη διασταύρωση των ατόμων της πατρικής γενιάς μεταξύ τους προκύπτουν οι απόγονοι της F1.  $AaX^B X^B$   $AaX^B Y$

**Γ3.** Τα δύο μέλη της οικογένειας που εμφανίζουν τον μη αναμενόμενο φαινότυπο είναι τα Π4 και ΙΙΙ1.

Με βάση το γενεαλογικό δέντρο για φυλοσύνδετη υπολειπόμενη κληρονομικότητα το άτομο από μητέρα ασθενή θα μπορούσαν να προκύπτουν αρσενικοί απόγονοι που πάσχουν γεγονός που δεν επιβεβαιώνεται από το άτομο Ι2 ♀ που πάσχει και αποκτά το Π4 ♂ που είναι υγιές

Επίσης δεν θα μπορούσε να προκύπτει ♀ απόγονος ασθενής (ΙΙΙ1) από υγιή πατέρα (ΙΙ3)

## Γ4.

$X^A$  : υγιές

$X^a$  : ασθενές

Π4 :  $X^A X^a Y$

Το άτομο Π4 είναι αρσενικό σύμφωνα με το γενεαλογικό δέντρο αλλά ο ανιχνευτής A υβριδοποιείται δύο φορές, συνεπώς έχει δύο χρωμοσώματα X και σύνδρομο Klinefelter. Επιπλέον ο Ανιχνευτής B υβριδοποιείται δύο φορές στην μετάφαση, άρα στη G1 θα περιέχει ένα αλληλόμορφο γονίδιο για την ασθένεια.

ΙΙΙ1 :  $X^a X^-$

Το άτομο ΙΙΙ1 είναι θηλυκό από το γενεαλογικό δέντρο και από τον ανιχνευτή A ο οποίος υβριδοποιείται δύο φορές. Ο ανιχνευτής B υβριδοποιείται 2 φορές στη μετάφαση, επομένως στη G1 υβριδοποιείται μία φορά. Για να έχει το άτομο ΙΙΙ1 ένα παθολογικό αλληλόμορφο και να εμφανίζει ασθένεια, έχει συμβεί δομική χρωμοσωμική ανωμαλία έλλειψης τμήματος στο χρωμόσωμα X το οποίο θα έφερε τη γενετική θέση του φυλοσύνδετου γονιδίου που μελετάμε και που κληρονόμησε από το άτομο ΙΙ3. (πιθανές απαντήσεις θα μπορούσαν να είναι και η αναστροφή τμήματος που χαλάει τη θέση αναγνώρισης του ανιχνευτή αλλά

και η μετατόπιση τμήματος στο άτομο Π3 του X χρωμοσώματος σε κάποιο αυτοσωμικό το οποίο δεν κληροδοτήθηκε στο Π1)

### Γ5.

Άτομο Π4: Το άτομο έχει γονείς τα άτομα Π1 με γονότυπο  $X^AY$  και το άτομο Ι2 με γονότυπο  $X^aX^a$ .

Έχει συμβεί μη διαχωρισμός των φυλετικών χρωμοσωμάτων στην 1<sup>η</sup> μειωτική διαίρεση του ατόμου Π1.

Προέκυψε γαμέτης που περιείχε τα φυλετικά χρωμοσώματα  $X^AY$  και γονιμοποιήθηκε με γαμέτη  $X^a$  από το άτομο Ι2.

Άτομο Π1: Το άτομο αυτό κληρονόμησε  $X^a$  από το άτομο Π2 και ένα χρωμόσωμα X με έλλειψη στο σημείο που εδράζεται το φυλοσύνδετο αλληλόμορφο από το άτομο Π3.

## ΘΕΜΑ Δ

### Δ1

α. ΑΛΥΣΙΔΑ Ι 5'→3'

ΑΛΥΣΙΔΑ ΙΙ 3'←5'

β. Γονίδιο Α ( $M_A$ ): Κωδική αλυσίδα η αλυσίδα Ι

Γονίδιο Β: Κωδική αλυσίδα η αλυσίδα ΙΙ

γ. Ασυνεχές γονίδιο είναι το Γονίδιο Β

Δ2. Αλληλουχία βάσεων μετά την αναστροφή

$Y_A$	CGGCTGCAGATGTTTCTAAAAGGGGTTTCATTAACGAATTCCTGGG	$Y_B$
	GCCGACGTCTACAAAGATTTTCCCAAAGTAATTGCTTAAGGGCCC	

Η κωδικοποιούσα περιοχή των 2 γονιδίων μετά την αναστροφή δεν επηρεάζεται.

- Το γονίδιο Α που κωδικοποιεί το μεταγραφικό παράγοντα Ελέγχεται από τον  $Y_B$  και για να εκφρασθεί προϋποθέτει την ύπαρξη του ίδιου του μεταγραφικού παράγοντα ο οποίος θα έπρεπε να συνδεθεί στον υποκινητή Β ώστε στη συνέχεια να επιτραπεί η σύνδεση της RNA πολυμεράσης για τη μεταγραφή του.

**Άρα το γονίδιο Α δεν θα μπορεί να εκφρασθεί**

(Θεωρητικά θα μπορούσε γιατί εφόσον το κύτταρο είναι ανθρώπινο σωματικό και άρα διπλοειδές θεωρητικά θα η μετάλλαξη θα έχει συμβεί σε ένα από τα δύο χρωμοσώματα και άρα το άλλο αντίγραφο θα είναι φυσιολογικό και θα παράγεται ο μεταγραφικός παράγοντας)

- Το γονίδιο Β πλέον ελέγχεται η έκφραση του στο επίπεδο κατά τη μεταγραφή από τον υποκινητή Α. Δεν απαιτείται η ύπαρξη του μεταγραφικού παράγοντα

Α άρα θα μπορεί να εκφράζεται και να παράγει τη φαρμακευτική ουσία. Επίσης δεν θα επηρεαστεί η ωρίμανση η οποία γίνεται στο στάδιο μετά τη μεταγραφή.

**Δ3.** Για την έκφραση του γονιδίου B θα χρησιμοποιηθούν οι Π.Ε.Ι και Π.Ε.ΙΙ

- Οι Π.Ε.Ι κόβει πριν την αρχή του γονιδίου B αφήνοντας μονόκλωνο άκρο ενώ η Π.Ε.ΙΙ κόβει, μετά την κωδικοποιούσα περιοχή (μετά το κωδικόνιο λήξης) στο τέλος του γονιδίου. Έτσι απομονώνεται ολόκληρο το γονίδιο.
- Οι ίδιες Π.Ε. (I και II) κόβουν εντός του γονιδίου gfp επιτρέποντας τον ανασυνδυασμό του γονιδίου B με σωστό προσανατολισμό ως προς τον υποκινητή προκειμένου να εκφράζεται (αφήνουν διαφορετικά μονόκλιωνα άκρα)
- Η Π.Ε.ΙΙΙ αν και κόβει πριν και μετά το γονίδιο B επιτρέποντας την απομόνωσή του, πέπτει εντός του γονιδίου ανθεκτικότητας της αμπικιλίνης το οποίο θα πρέπει να εκφράζεται προκειμένου να επιβιώσουν τα μετασχηματισμένα βακτήρια σε περιβάλλον που καλλιέργειας παρουσία αμπικιλίνης.

**Δ4**

**ΟΧΙ**

Το γονίδιο είναι ασυνεχές και δεν θα μπορούσε να γίνει η ωρίμανση του πρόδρομου mRNA στο βακτήριο γιατί δεν διαθέτουν ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια τα βακτήρια.

Το εσώνιο στο γονίδιο έχει μήκος 6 ζεύγη βάσεων από τη στιγμή που σχηματίζονται δύο επιπλέον κωδικόνια έως ότου συναντήσουμε το κωδικόνιο λήξης. και άρα δεν αλλάζει το βήμα τριπλέτας. Θα κωδικοποιηθεί ένα μη λειτουργικό επταπεπτίδιο αντί για πενταπεπτίδιο. (Επίσης θα μπορούσαν να αναφερθούν ότι δεν θα πραγματοποιούνταν και οι μετα μεταφραστικές τροποποιήσεις προκειμένου να αποκοπούν αμινοξέα)