



Πανελλαδικές Εξετάσεις Ημερήσιων Γενικών Λυκείων  
Εξεταζόμενο μάθημα: *Βιολογία Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*

Τρίτη, 18 Ιουνίου 2019

Ενδεικτικές απαντήσεις θεμάτων

Θέμα Α

A1. Δύο φυσιολογικά αυτοσωμικά ομόλογα χρωμοσώματα:

**α. παρουσιάζουν διαφορετικές αλληλουχίες DNA.**

β. έχουν το κεντρομερίδιό τους σε διαφορετικές θέσεις.

γ. έχουν διαφορετικό μέγεθος.

δ. ελέγχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

→ Τα ομόλογα χρωμοσώματα έχουν το ίδιο μέγεθος, έχουν το κεντρομερίδιό τους στην ίδια θέση και φέρουν γονίδια που ελέγχουν ίδια χαρακτηριστικά. Δεν είναι όμως πανομοιότυπα, γιατί το ένα είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης.

A2. Ένα φυτό καλαμποκιού ποικιλίας Bt περιέχει γονίδια από:

α. δύο διαφορετικά είδη οργανισμών.

**β. τρία διαφορετικά είδη οργανισμών.**

γ. τέσσερα διαφορετικά είδη οργανισμών.

δ. ένα είδος οργανισμού.

→ Ένα φυτό καλαμποκιού ποικιλίας Bt, επειδή είναι διαγονιδιακό, περιέχει γονίδια από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*, το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* και από το φυτικό γονιδίωμα.



**A3.** Από τις παρακάτω τριάδες νουκλεοτιδίων δεν αποτελεί φυσιολογικά αντικωδικόνιο το:

α. 5'GUA3'

β. 5'UAC3'

**γ. 5'UUA3'.**

δ. 5'ACU3'.

→ Η τριπλέτα 5'UUA3' είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη της τριπλέτας 5'UAA3' του mRNA, που είναι κωδικόνιο λήξης. Δεν υπάρχουν αντικωδικόνια για τα κωδικόνια λήξης.

**A4.** Κατά τη σύνθεση μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας το ριβόσωμα μετακινείται από:

α. το αμινικό άκρο προς το καρβοξυλικό άκρο του mRNA.

β. το καρβοξυλικό άκρο προς το αμινικό άκρο του mRNA.

**γ. το 5' προς το 3' άκρο του mRNA.**

δ. το 3' προς το 5' άκρο του mRNA.

→ Η κατεύθυνση της μετάφρασης είναι 5' → 3' και δείχνει τον τρόπο με τον οποίο «διαβάζεται» το mRNA κατά την επιμήκυνση της πεπτιδικής αλυσίδας.

**A5.** Εμβολιασμός είναι η προσθήκη:

α. θρεπτικών συστατικών σε μία καλλιέργεια.

**β. μικρής ποσότητας κυττάρων στο θρεπτικό υλικό.**

γ. αντιβιοτικών στην καλλιέργεια.

δ. άγαρ στο θρεπτικό υλικό.

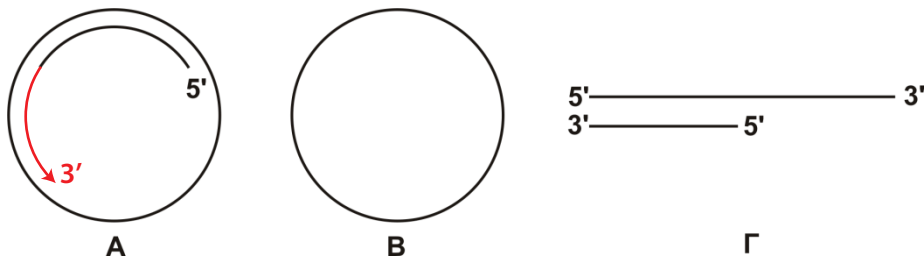
## Θέμα Β

B1.

Στήλη I		Στήλη II
1. αι-αντιθρυψίνη	ζ	α. Ανοσολογική ανεπάρκεια
2. Πρωτεΐνη επιθηλιακών πνεύμονα	στ	β. Διαβήτης
3. Απαμινάση της αδενοσίνης	α	γ. β-θαλασσαιμία
4. Παράγοντας IX	ε	δ. Αλφισμός
5. Ινσουλίνη	β	ε. Αιμορροφιλία Β
6. Μελανίνη	δ	στ. Κυστική ίνωση
		ζ. Εμφύσημα

**B2.** Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα δεοξυριβονουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας (η κατεύθυνση της αντιγραφής είναι 5' → 3').

Επειδή τα ένζυμα αυτά δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα. Οι DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα.



A) θα γίνει σύνθεση DNA.

B) δεν θα γίνει σύνθεση DNA λόγω μη ύπαρξης πρωταρχικών τμημάτων.

Γ) δεν θα γίνει σύνθεση DNA (δεν μπορούν να επιμηκυνθούν τα 5' άκρα).

**B3.**



α) Το άτομο είναι θηλυκό.

→ Η απουσία του Y χρωμοσώματος καθορίζει το φύλο στη συγκεκριμένη περίπτωση.

β) Το άτομο έχει σύνδρομο Turner (αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία με γονότυπο 44A + XO).

γ) Στο σύνδρομο Turner τα άτομα δεν εμφανίζουν δευτερογενή χαρακτηριστικά του φύλου και είναι στείρα.

δ) Στον καρύοτυπο απεικονίζονται **90** μόρια DNA.

→ Καρύοτυπος είναι η απεικόνιση των μεταφασικών χρωμοσωμάτων σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος. Κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες. Κάθε χρωματίδα περιέχει ένα μόριο DNA, άρα κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα περιέχει δύο μόρια DNA. Ο καρύοτυπος ενός ατόμου με σύνδρομο Turner έχει 45 χρωμοσώματα, άρα θα υπάρχουν 90 μόρια DNA.

**B4.** Η γονιδιακή θεραπεία έχει ως στόχο να «διορθώσει» τη γενετική βλάβη εισάγοντας στους ασθενείς φυσιολογικά αλληλόμορφα του μεταλλαγμένου γονιδίου. Συνεπώς, δεν γίνεται αντικατάσταση του μεταλλαγμένου γονιδίου στα κύτταρα του οργανισμού, αλλά ενσωμάτωση του φυσιολογικού αντιγράφου του στο γονιδίωμα συγκεκριμένων σωματικών κυττάρων.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας είναι:

- ✓ η κλωνοποίηση του υπεύθυνου φυσιολογικού γονιδίου.
- ✓ ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφανίζουν τη βλάβη από την ασθένεια.

→ Επιπλέον, θα μπορούσαν να αναφερθούν η αδρανοποίηση των ιών φορέων και το ότι η γονιδιακή θεραπεία δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε επικρατείς ασθένειες.

## Θέμα Γ

**Γ1.**

♀ κίτρινο χρώμα / παραγωγή A (x) ♂ μαύρο χρώμα / παραγωγή A



Θηλυκά:

80 με κίτρινο χρώμα / παραγωγή A

40 με μαύρο χρώμα / παραγωγή A

40 με άσπρο χρώμα / παραγωγή A

Αρσενικά:

40 με κίτρινο χρώμα / παραγωγή A

20 με μαύρο χρώμα / παραγωγή A

20 με άσπρο χρώμα / παραγωγή A

Αναλογία φύλου στους απογόνους:

$$\frac{\text{θηλυκά}}{\text{αρσενικά}} = \frac{80 + 40 + 40}{40 + 20 + 20} = \frac{160}{80}$$



Η αναλογία φύλου θα έπρεπε να είναι 1:1 όπως προκύπτει από τη διασταύρωση φυλοκαθορισμού XY (x) XX. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η αναλογία φύλου είναι 2 θηλυκά : 1 αρσενικό, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη φυλοσύνδετου θνησιγόνου αλληλομόρφου, που σκοτώνει τους μισούς αρσενικούς απογόνους.

Με δεδομένο ότι ισχύει ο 2<sup>ος</sup> νόμος του Mendel, που υποστηρίζει την ανεξάρτητη μεταβίβαση των γονιδίων, και έχοντας ήδη αποδείξει ότι το ένα χαρακτηριστικό είναι φυλοσύνδετο, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι αυτοσωμικό.

Ως προς το χρώμα του σώματος και στα δύο φύλα προκύπτει η ίδια φαινοτυπική αναλογία 1 με μαύρο χρώμα : 2 με κίτρινο χρώμα : 1 με άσπρο χρώμα, οπότε αυτό το χαρακτηριστικό κληρονομείται με αυτοσωμικό τρόπο. Συνεπώς η παραγωγή της πρωτεΐνης A ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο.

Έστω  $X^A$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για την παραγωγή της πρωτεΐνης A  
 $X^a$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για τη μη παραγωγή της πρωτεΐνης A,  
θνησιγόνο

Πατρική γενιά P:  $\text{♀ } X^A X^a \text{ (x) } X^A Y \text{ ♂}$

Ως προς το χρώμα του σώματος, με δεδομένο ότι υπάρχουν τρεις διαφορετικοί φαινότυποι (κίτρινο, μαύρο, άσπρο) που δεν υποδηλώνουν ατελή επικράτεια ή συνεπικράτεια (δεν εμφανίζεται ενδιάμεσος φαινότυπος ούτε εκφράζονται ταυτόχρονα δύο αλληλόμορφα), εξάγεται το συμπέρασμα ότι το χρώμα ελέγχεται από πολλαπλά αλληλόμορφα (το αλληλόμορφο για το κίτρινο χρώμα επικρατεί έναντι των άλλων δύο και το αλληλόμορφο για το μαύρο χρώμα επικρατεί έναντι του άσπρου).

Έστω  $\Sigma_1$ , αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το κίτρινο χρώμα σώματος  
 $\Sigma_2$ , αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μαύρο χρώμα σώματος  
 $\Sigma_3$ , αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το άσπρο χρώμα σώματος

Πατρική γενιά P:  $\text{♀ } \Sigma_1 \Sigma_3 \text{ (x) } \Sigma_2 \Sigma_3 \text{ ♂}$

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω, προκύπτει η διασταύρωση της πατρικής γενιάς:

Πατρική γενιά P:  $\text{♀ } \Sigma_1 \Sigma_3 X^A X^\alpha \quad (\text{x}) \quad \Sigma_2 \Sigma_3 X^A Y \quad \text{♂}$

Γαμέτες (από μείωση):  $\Sigma_1 X^A, \Sigma_3 X^A, \Sigma_1 X^\alpha, \Sigma_3 X^\alpha \quad \Sigma_2 X^A, \Sigma_3 X^A, \Sigma_2 Y, \Sigma_3 Y$

Οι πιθανοί απόγονοι στην 1η θυγατρική γενιά προκύπτουν από το συνδυασμό των γαμετών με τη βοήθεια του τετραγώνου του Punnett.

Γαμέτες	$\Sigma_1 X^A$	$\Sigma_3 X^A$	$\Sigma_1 X^\alpha$	$\Sigma_3 X^\alpha$
$\Sigma_2 X^A$	$\Sigma_1 \Sigma_2 X^A X^A$	$\Sigma_2 \Sigma_3 X^A X^A$	$\Sigma_1 \Sigma_2 X^A X^\alpha$	$\Sigma_2 \Sigma_3 X^A X^\alpha$
$\Sigma_3 X^A$	$\Sigma_1 \Sigma_3 X^A X^A$	$\Sigma_3 \Sigma_3 X^A X^A$	$\Sigma_1 \Sigma_3 X^A X^\alpha$	$\Sigma_3 \Sigma_3 X^A X^\alpha$
$\Sigma_2 Y$	$\Sigma_1 \Sigma_2 X^A Y$	$\Sigma_2 \Sigma_3 X^A Y$	<del><math>\Sigma_1 \Sigma_2 X^\alpha Y</math></del>	<del><math>\Sigma_2 \Sigma_3 X^\alpha Y</math></del>
$\Sigma_3 Y$	$\Sigma_1 \Sigma_3 X^A Y$	$\Sigma_3 \Sigma_3 X^A Y$	<del><math>\Sigma_1 \Sigma_3 X^\alpha Y</math></del>	<del><math>\Sigma_3 \Sigma_3 X^\alpha Y</math></del>

Φαινοτυπική αναλογία

(στους βιώσιμους απογόνους):

1 ♀ με μαύρο χρώμα / παραγωγή A

1 ♀ με άσπρο χρώμα / παραγωγή A

2 ♀ με κίτρινο χρώμα / παραγωγή A

1 ♂ με μαύρο χρώμα / παραγωγή A

1 ♂ με άσπρο χρώμα / παραγωγή A

2 ♂ με κίτρινο χρώμα / παραγωγή A

**Γ2.** Για να διαπιστωθεί αν το γνώρισμα είναι αυτοσωμικό ή φυλοσύνδετο, πρέπει να διασταυρώσουμε θηλυκά με μικρό μήκος κεραίων, δηλαδή ομόζυγα ως προς το υπολειπόμενο αλληλόμορφο, με αρσενικά που έχουν μεγάλο μήκος κεραίων (με δεδομένο ότι τα άτομα της πατρικής γενιάς είναι αμιγή).

**i.** Έστω ότι το χαρακτηριστικό κληρονομείται με αυτοσωμικό τρόπο.

K, αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μεγάλο μήκος κεραίων, επικρατές  
k, αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μικρό μήκος κεραίων, υπολειπόμενο



Πατρική γενιά (P): ♀ κκ (x) ΚΚ ♂  
Γαμέτες (από μείωση): κ Κ

1η θυγατρική γενιά (F1): Κκ

Όλοι οι απόγονοι θα έχουν μεγάλο μήκος κεραιών ανεξαρτήτως φύλου.

ii. Έστω ότι το χαρακτηριστικό κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο.

$X^k$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μεγάλο μήκος κεραιών, επικρατές  
 $X^c$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μικρό μήκος κεραιών, υπολειπόμενο

Πατρική γενιά (P): ♀  $X^cX^c$  (x)  $X^kY$  ♂  
Γαμέτες (από μείωση):  $X^c$   $X^k, Y$

2η θυγατρική γενιά (F2):  $X^cX^c$   $X^kY$

Όλοι οι θηλυκοί απόγονοι θα έχουν μεγάλο μήκος κεραιών, ενώ όλοι οι αρσενικοί απόγονοι θα έχουν μικρό μήκος κεραιών.

Συνεπώς, αν από τη διασταύρωση θηλυκών με μικρό μήκος κεραιών με αρσενικά με μεγάλο μήκος κεραιών προκύψουν μόνο απόγονοι με μεγάλο μήκος κεραιών, το γνώρισμα είναι αυτοσωμικό. Αν όλοι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν μεγάλο μήκος κεραιών ενώ όλοι οι αρσενικοί απόγονοι έχουν μικρό μήκος κεραιών, το γνώρισμα είναι φυλοσύνδετο.

→ Δεν έχει νόημα να διασταυρώσουμε θηλυκά με μεγάλο μήκος κεραιών με αρσενικά με μικρό μήκος κεραιών, γιατί σε κάθε περίπτωση όλοι οι απόγονοι θα έχουν μεγάλο μήκος κεραιών.

**Γ3.** Επειδή η εισαγωγή του επιθυμητού γονιδίου γίνεται μέσα στο γονίδιο της β-γαλακτοσιδάσης, τα βακτήρια με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο δεν θα επιβιώνουν παρουσία λακτόζης (το εν λόγω γονίδιο καθίσταται μη λειτουργικό και τελικά είναι αδύνατη η διάσπαση της λακτόζης, καθώς απαιτείται η ύπαρξη και των τριών ενζύμων του οπερονίου για τη διάσπασή της). Επιπλέον, ανθεκτικότητα στην





αμπικιλίνη θα διαθέτουν όλα τα μετασχηματισμένα βακτήρια, ανεξάρτητα από το αν το πλασμίδιο που προσέλαβαν είναι ανασυνδυασμένο ή μη. Συνοπτικά θα ισχύει:

ΒΑΚΤΗΡΙΑ	ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ		ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΜΠΙΚΙΛΙΝΗ
	Γλυκόζη	Λακτόζη	
Μη μετασχηματισμένα	✓	-	-
Μετασχηματισμένα με μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο	✓	✓	✓
Μετασχηματισμένα με ανασυνδυασμένο πλασμίδιο	✓	-	✓

Επομένως στην καλλιέργεια Α περιέχονται όλα τα μετασχηματισμένα βακτήρια (τα μη μετασχηματισμένα δεν επιβίωσαν λόγω της παρουσίας της αμπικιλίνης).

Στην καλλιέργεια Β περιέχονται μετασχηματισμένα βακτήρια, αλλά χωρίς ανασυνδυασμένο DNA, επειδή επιβιώνουν παρουσία λακτόζης. Αυτά προσέλαβαν μέσω του πλασμιδίου το οπερόνιο της λακτόζης, του οποίου η έκφραση επάγεται λόγω της ύπαρξης λακτόζης στο θρεπτικό υλικό.

Συγκρίνοντας τις αποικίες στις δύο καλλιέργειες, συμπεραίνεται πως τα βακτήρια που προσέλαβαν τελικά το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο είναι αυτά των αποικιών 3, 5 και 7, ενώ οι αποικίες 1, 2, 4 και 6 αποτελούνται από μετασχηματισμένα βακτήρια με μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο.

## Θέμα Δ

**Δ1.** Προκύπτει το συμπέρασμα ότι η κόρη Π<sub>1</sub> δε φέρει φυσιολογικά αλληλόμορφα, επειδή μετά από επίδραση με EcoRI προκύπτουν μόνο θραύσματα μήκους 600 και 400 ζευγών βάσεων (με δεδομένο ότι η EcoRI κόβει μόνο το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο). Ο γιος Π<sub>2</sub> δε φέρει μεταλλαγμένα αλληλόμορφα, επειδή μετά από επίδραση με EcoRI προκύπτουν μόνο θραύσματα μήκους 1000 ζευγών βάσεων. Με δεδομένο ότι εξαιρείται η φυλοσύνδετη επικρατής κληρονομικότητα:

✓ Αν η ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό επικρατή τρόπο, οι γονότυποι των γονέων θα έπρεπε να είναι  $I_1$  :  $Aa$  και  $I_2$  :  $aa$ . Επομένως η  $II_1$  θα είχε γονότυπο  $Aa$  (επειδή σύμφωνα με τα παραπάνω νοσεί) και ο  $II_2$   $aa$ , εφόσον είναι υγιής. Απορρίπτεται, γιατί η  $II_1$  δεν φέρει φυσιολογικά αλληλόμορφα.

✓ Αν η ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τρόπο, οι γονότυποι των γονέων θα πρέπει να είναι  $I_1$  :  $aa$  και  $I_2$  :  $Aa$ . Επομένως η  $II_1$  θα είχε γονότυπο  $aa$  και ο  $II_2$   $Aa$ . Απορρίπτεται, γιατί ο  $II_2$  δεν φέρει μεταλλαγμένα αλληλόμορφα.

✓ Αν η ασθένεια κληρονομείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τρόπο, οι γονότυποι των γονέων θα πρέπει να είναι  $I_1$  :  $X^aY$  και  $I_2$  :  $X^AX^a$ . Επομένως ο  $II_2$  θα έχει γονότυπο  $X^AY$ , αφού τα αρσενικά κληρονομούν το  $Y$  χρωμόσωμα του πατέρα τους και ένα από τα δύο  $X$  χρωμοσώματα της μητέρας τους. Η  $II_1$  θα έχει γονότυπο  $X^aX^a$ , αφού κληρονομεί το  $X$  χρωμόσωμα του πατέρα της και ένα από τα δύο  $X$  χρωμοσώματα της μητέρας της. Δεκτό.

→ Καλό θα ήταν να αποδοθούν και οι αντίστοιχες διασταυρώσεις

**Δ2.** Σύμφωνα με τα παραπάνω οι γονότυποι των παιδιών της οικογένειας θα είναι:

$II_1$ :  $X^aX^a$ , επομένως θα εμφανίσει συμπτώματα της ασθένειας

$II_2$ :  $X^AY$ , επομένως θα είναι υγιής

**Δ3.**

ΑΤΟΜΟ	ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ EcoRI		
$I_1$	$X^aY$		600 ζ.β.	400 ζ.β.
$I_2$	$X^AX^a$	1000 ζ.β.	600 ζ.β.	400 ζ.β.

**Δ4. α.** Η κωδική αλυσίδα του μεταλλαγμένου αλληλόμορφου είναι:

5' ... CGAACGATGCCAGTCTGAATTCACGGA... 3'

↓  
κωδικόνιο  
έναρξης της  
μετάφρασης

↓  
αντικατάσταση  
της C από G  
(Η EcoRI αναγνωρίζει  
την αλληλουχία  
5'GAATTC3'  
3'CTTAAG5')



**β.** Διαβάζοντας την κωδική αλυσίδα του μεταλλαγμένου γονιδίου από το κωδικόνιο έναρξης, με βήμα τριπλέτας, συνεχώς και μη επικαλυπτόμενα, παρατηρείται ότι στο σημείο της μετάλλαξης προκύπτει κωδικόνιο λήξης 5'TGA3'. Αυτό θα οδηγήσει σε πρόωρο τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας, με συνέπεια να προκύψει πεπτίδιο μικρότερου μεγέθους σε σχέση με το φυσιολογικό. Επομένως η πρωτεΐνη θα χάσει τη λειτουργικότητά της.

*Ευχόμαστε στους υποψήφιους καλά αποτελέσματα!*

*Επιμέλεια απαντήσεων των θεμάτων:*

*Αθανασίου Ιωάννης*

*Καττή Κωνσταντίνα*

*Κρυσταλλίδης Παναγιώτης*