

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

Τετάρτη, 16 Ιουνίου 2021

Ενδεικτικές απαντήσεις θεμάτων

**Θέμα Α**

*A1. Η μελαγχρωματική ξηροδερμία:*

- α) οφείλεται σε βλάβες στους μηχανισμούς επιδιόρθωσης του DNA.*
- β) είναι μορφή καρκίνου.*
- γ) έχει ως αποτέλεσμα το ρετινοβλάστωμα.*
- δ) οφείλεται σε μετατροπή πρωτο-ογκογονιδίου σε ογκογονίδιο.*

*A2. Ο αριθμός των αλληλομόρφων γονιδίων που είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση του παράγοντα VIII και βρίσκονται σε έναν ανθρώπινο γαμέτη αρσενικού ατόμου είναι:*

- α) ένα.*
- β) κανένα.*
- γ) ένα ή κανένα.*
- δ) δύο.*

*A3. Ένζυμο που συνδέει δεοξυριβονουκλεοτίδια με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό αποτελεί η:*

- α) DNA ελικάση.*
- β) RNA πολυμεράση.*
- γ) περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI.*
- δ) αντίστροφη μεταγραφάση.*

**A4.** Στο οπερόνιο της λακτόζης, ως επαγωγέας της μεταγραφής των δομικών γονιδίων του οπερονίου λειτουργεί:

- α) ο χειριστής.
- β) η λακτόζη.
- γ) η γλυκόζη.
- δ) το ρυθμιστικό γονίδιο.

**A5.** Σε κάθε δίκλωνο μόριο DNA:

- α) η κάθε αλυσίδα έχει μια φωσφορική ομάδα στο ελεύθερο 3' άκρο της.
- β) σε κάθε αλυσίδα η φωσφορική ομάδα συνδέεται με την αζωτούχο βάση.
- γ) και οι δύο αλυσίδες έχουν προσανατολισμό 5' → 3'.
- δ) η μία αλυσίδα έχει προσανατολισμό 5' → 3' και η άλλη 3' → 5'.

## Θέμα Β

**B1.**

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. Επιχιασμός <b>A</b>                                       | Α. Μόνο μείωση       |
| 2. Σχηματισμός ατράκτου <b>Γ</b>                             |                      |
| 3. Αντικατάσταση γηρασμένων/κατεστραμμένων κυττάρων <b>B</b> | Β. Μόνο μίτωση       |
| 4. Σύναψη ομολόγων χρωμοσωμάτων <b>A</b>                     |                      |
| 5. Χωρισμός αδελφών χρωματίδων <b>Γ</b>                      | Γ. Μίτωση και μείωση |
| 6. Διατήρηση της γενετικής σταθερότητας <b>B</b>             |                      |
| 7. Διαχωρισμός ομολόγων χρωμοσωμάτων <b>A</b>                |                      |

**B2.** Η διάγνωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας μπορεί να γίνει με τις ακόλουθες τεχνικές:

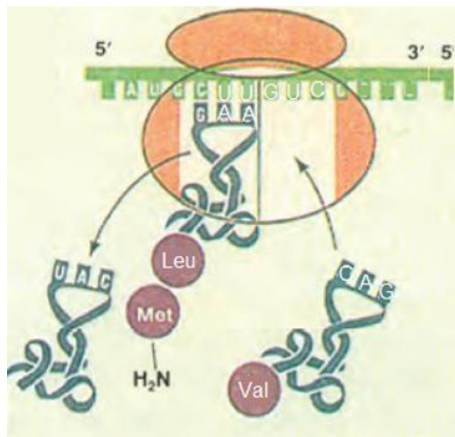
- Παρατήρηση της μορφολογίας των ερυθρών κυττάρων σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Στην περίπτωση όπου το άτομο πάσχει, τα ερυθροκύτταρά του παίρνουν δρεπανοειδές σχήμα (δοκιμασία δρεπάνωσης).
- Προσδιορισμός της αιμοσφαιρίνης HbS στα ερυθροκύτταρα (βιοχημική δοκιμασία).
- Εντοπισμός του μεταλλαγμένου γονιδίου  $\beta^s$  (μοριακή διάγνωση).

**B3.** Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Ένα βακτήριο μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα πλασμίδια, τα οποία αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχονται στα πλασμίδια υπάρχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά καθώς και γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο, στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες.

Συνεπώς, στην προκειμένη περίπτωση, είναι πιθανόν πλασμίδια με τα αντίστοιχα γονίδια ανθεκτικότητας να μεταφέρθηκαν από το ένα στέλεχος στο άλλο με συνέπεια τη δημιουργία βακτηρίων που είναι ανθεκτικά και στα δύο αντιβιοτικά. Αυτός ο μικρός αριθμός βακτηρίων επιβίωσε, πολλαπλασιάστηκε και δημιούργησε αποικίες.

**B4.** Κατά την επιμήκυνση το 2ο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο του 2ου κωδικονίου του mRNA τοποθετείται στην κατάλληλη εισδοχή του ριβοσώματος, μεταφέροντας το δεύτερο αμινοξύ. Μεταξύ της μεθειονίνης και του 2ου αμινοξέος σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός και αμέσως μετά, το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA,

πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα δύο αμινοξέα. Έτσι αρχίζει η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Στη συνέχεια το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA κατά ένα κωδικόνιο. Ένα 3ο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ του. Ανάμεσα στο 2ο και στο 3ο αμινοξύ σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός. Η αλυσίδα συνεχίζει να αναπτύσσεται καθώς νέα tRNA μεταφέρουν αμινοξέα που συνδέονται μεταξύ τους.

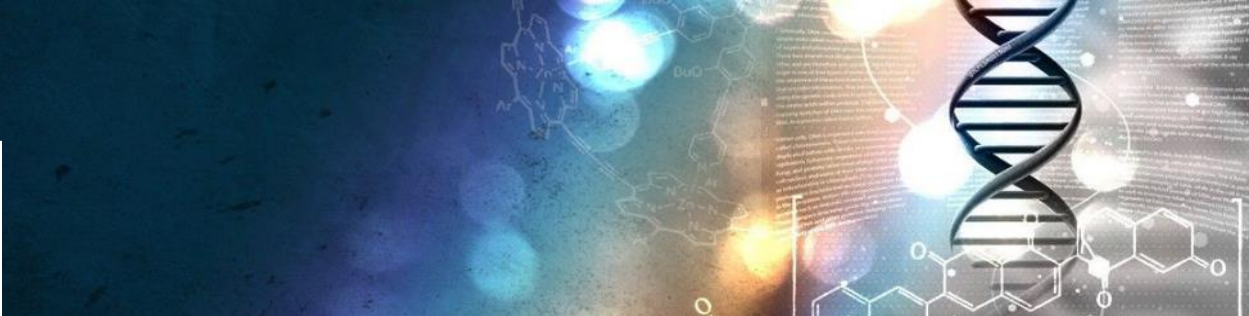


Συνεπώς το αντικωδικόνιο του tRNA που μόλις απομακρύνθηκε από το ριβόσωμα είναι το 3'UAC 5', συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο του κωδικονίου έναρξης 5' AUG 3' που κωδικοποιεί τη μεθειονίνη.

## Θέμα Γ

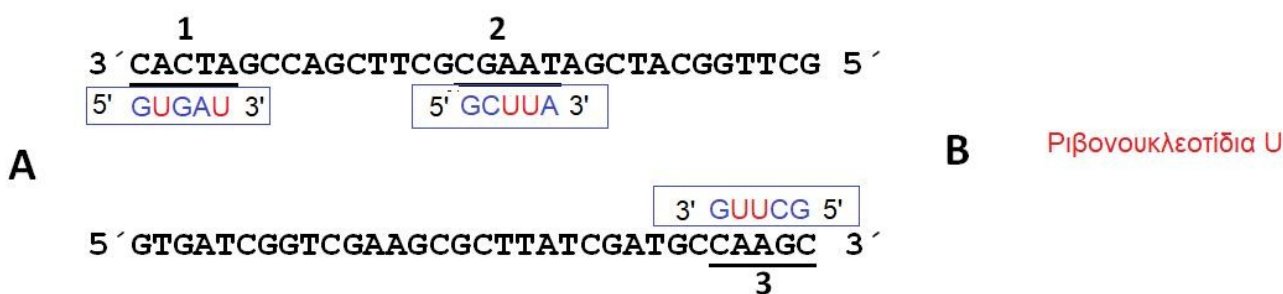
**Γ1.** Το μοναδικό πρωταρχικό τμήμα του κλώνου που αντιγράφεται με συνεχή τρόπο τοποθετείται στη θέση έναρξης της αντιγραφής απέναντι από το 3' άκρο της μητρικής αλυσίδας. Τα δεδομένα του σχήματος υποδεικνύουν ότι η θέση έναρξης της αντιγραφής εντοπίζεται στη θέση Β και το πρωταρχικό τμήμα που τοποθετήθηκε πρώτο στην ασυνεχή αλυσίδα είναι το 2, που είναι πιο κοντά στη Θ.Ε.Α.

**Γ2.** Τα πρωταρχικά τμήματα είναι μικρά τμήματα RNA, τα οποία τοποθετούνται από το πριμόσωμα στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες ώστε να επιμηκυνθούν από τις DNA πολυμεράσες με κατεύθυνση 5' → 3'. Τα πρωταρχικά τμήματα είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα προς τις μητρικές αλυσίδες.

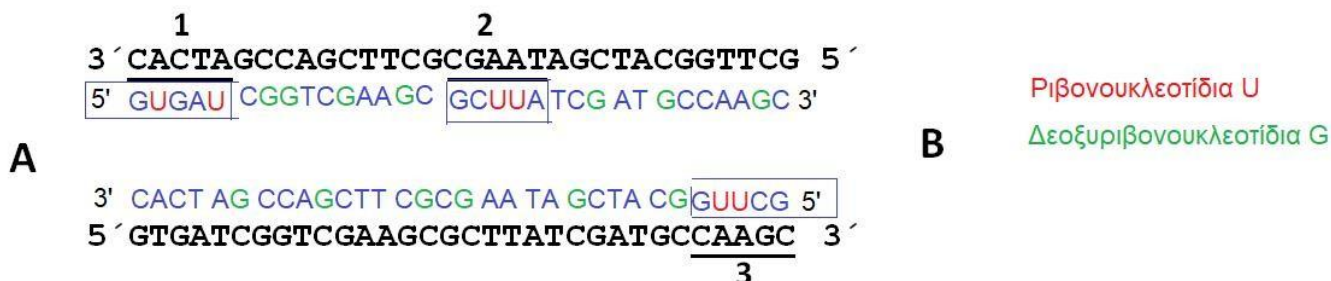


Με βάση τα δεδομένα του σχήματος, το πριμόσωμα θα ενσωματώσει 6 ραδιενεργά νουκλεοτίδια με ουρακίλη. Η DNA πολυμεράση με τη σειρά της, κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων, θα ενσωματώσει 13 ραδιενεργά δεοξυριβονουκλεοτίδια με γουανίνη.

ΑΠΟ ΤΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΙΜΟΣΩΜΑΤΟΣ

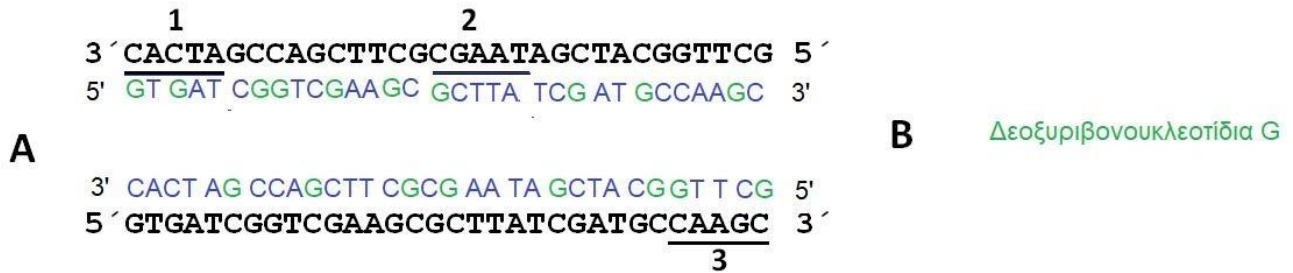


ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΩ DNApol



**Γ3.** Κατά την εξέλιξη της αντιγραφής τα πρωταρχικά τμήματα θα αντικατασταθούν με δεοξυριβονουκλεοτίδια από τη DNA πολυμεράση. Συνεπώς, μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής θα περιέχονται 18 ραδιενεργά νουκλεοτίδια με γουανίνη (13 από την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων και 5 από την αντικατάστασή τους).

ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ



**Γ4.** Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI αναγνωρίζει τη νουκλεοτιδική αλληλουχία

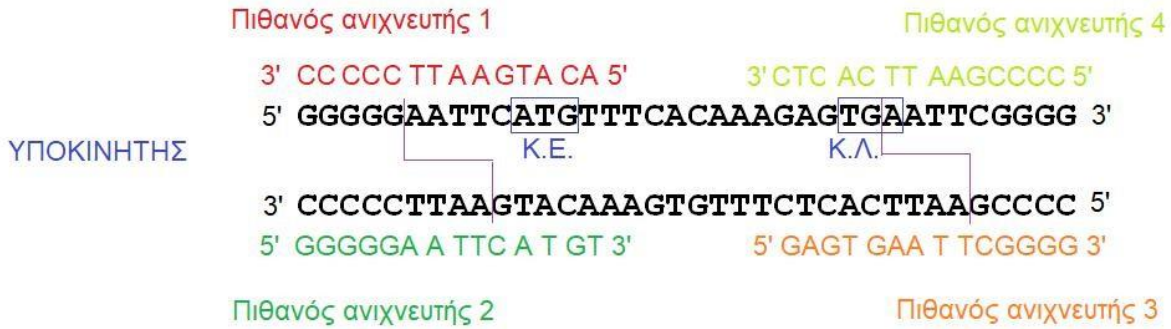


και κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ G και A με κατεύθυνση 5' → 3' αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις.

Στο πλασμίδιο B υπάρχουν δύο περιπτώσεις ανάλογα με τους προσανατολισμούς των κυκλικών αλυσίδων. Στη μία περίπτωση έχουμε κοπή του πλασμιδίου από την EcoRI δύο φορές, ενώ με αντίθετους προσανατολισμούς το πλασμίδιο δεν μπορεί να κοπεί. Σε κάθε περίπτωση, το πλασμίδιο B δεν είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί, γιατί ένας φορέας κλωνοποίησης πρέπει να κοπεί σε μία μόνο θέση για να ενσωματώσει το ξένο DNA. Στο πλασμίδιο A ανεξάρτητα από τις 2 περιπτώσεις το πλασμίδιο θα κοπεί μία μόνο φορά είτε στην πάνω είτε στην κάτω αλληλουχία, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φορέας κλωνοποίησης.

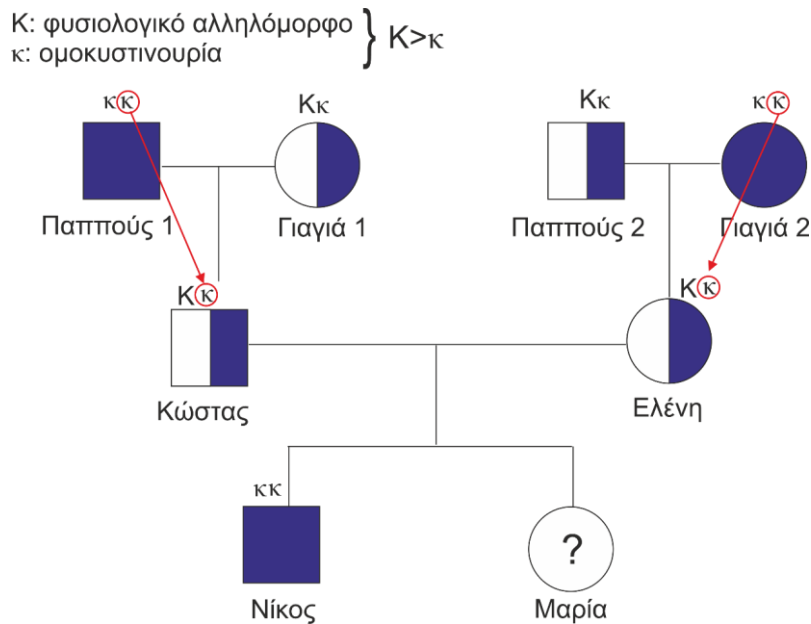
**Γ5.** Οι ανιχνευτές είναι ιχνηθετημένα μονόκλωνα μόρια DNA ή RNA, τα οποία χρησιμεύουν για τον εντοπισμό μιας συγκεκριμένης αλληλουχίας. Ο ανιχνευτής είναι συμπληρωματικός και αντιπαράλληλος με την αλυσίδα-στόχο του κλωνοποιημένου DNA με συνέπεια να υβριδοποιείται με αυτήν. Πριν από την προσθήκη του ανιχνευτή, πρέπει να έχει προηγηθεί αποδιάταξη του DNA.

Μετά την ενσωμάτωση του γονιδίου με σωστή φορά στο πλασμίδιο:



## Θέμα Δ

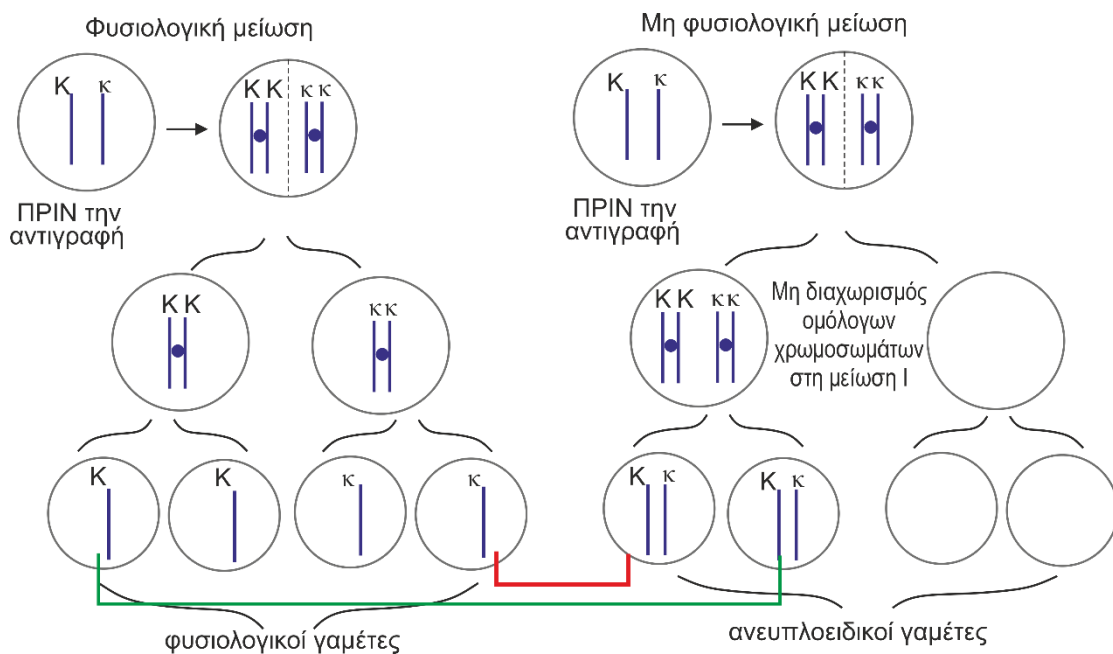
Δ1.



Ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που έχει κληρονομήσει ο Νίκος από τον πατέρα του πατέρα του (παππούς 1) είναι δύο. Ο παππούς κληροδότησε το φυλετικό χρωμόσωμα Υ στον γιό του και αυτός με τη σειρά του στον Νίκο. Επιπλέον, ο παππούς κληροδότησε ένα υπολειπόμενο αλληλόμορφο κ (που βρίσκεται στο 21ο χρωμόσωμα) στο γιο του, ο οποίος με τη σειρά του το μεταβίβασε στο Νίκο, αφού αυτός πάσχει από ομοκυστινουρία.

42. Τα άτομα που πάσχουν από σύνδρομο Down (τρισωμία 21) έχουν φυσιολογικό αριθμό φυλετικών χρωμοσωμάτων αλλά ένα επιπλέον χρωμόσωμα 21 (τρία συνολικά).

Η μοριακή ανάλυση DNA στα χρωμοσώματα 21 της Μαρίας έδειξε ότι υπάρχουν 3 διαφορετικές αλληλουχίες βάσεων. Αυτό υποδηλώνει ότι συνέβη μη διαχωρισμός των ομολόγων χρωμοσωμάτων του ζεύγους 21 στην 1η μειωτική διαίρεση σε έναν από τους δύο γονείς. Αν ο μη διαχωρισμός είχε συμβεί στη 2η μειωτική διαίρεση, θα αφορούσε αδελφές χρωματίδες, που είναι γενετικά πανομοιότυπες.



*1ος πιθανός γονότυπος Μαρίας: Kkk*

*2ος πιθανός γονότυπος Μαρίας: KKk*

Σε κάθε περίπτωση, η Μαρία δεν μπορεί να πάσχει από ομοκυστινουρία.



Δ3.

άτομο F1 με άγνωστο φαινότυπο (x) άτομο F1 με άγνωστο φαινότυπο



Θηλυκά:

600 με μικρές κεραίες / κανονικά φτερά

200 με μικρές κεραίες / ατροφικά φτερά

Αρσενικά:

300 με μικρές κεραίες / κανονικά φτερά

100 με μικρές κεραίες / ατροφικά φτερά

300 με μεγάλες κεραίες / κανονικά φτερά

100 με μεγάλες κεραίες / ατροφικά φτερά

Η αναλογία φύλου είναι 1:1, οπότε αποκλείεται η ύπαρξη φυλοσύνδετου θνησιγόνου αλληλομόρφου. Η αναμενόμενη αναλογία φύλου 1:1 προκύπτει από τη διασταύρωση φυλοκαθορισμού XY (x) XX.

Ως προς το μέγεθος των κεραίων:

Θηλυκά:

όλα έχουν μικρές κεραίες

Αρσενικά:

$$\frac{\text{μικρές κεραίες}}{\text{μεγάλες κεραίες}} = \frac{400}{400} = 1 \text{ προς } 1$$

Από το γεγονός ότι προκύπτουν διαφορετικές φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ των θηλυκών και των αρσενικών απογόνων ως προς το μέγεθος των κεραίων (μόνο κάποιοι αρσενικοί απόγονοι έχουν μεγάλες κεραίες), εξάγεται το συμπέρασμα ότι το γονίδιο που ελέγχει το μέγεθος των κεραίων είναι φυλοσύνδετο.

Από το γεγονός ότι όλοι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν μικρές κεραίες, προκύπτει ότι το αλληλόμορφο γονίδιο για τις μικρές κεραίες είναι επικρατές και το αλληλόμορφο για τα μεγάλες κεραίες είναι υπολειπόμενο.

Ως προς τη μορφή των φτερών:

Αντιθέτως, δεν προκύπτουν διαφορετικές φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ θηλυκών και αρσενικών απογόνων για τη μορφή των φτερών (αναλογία 3 με κανονικά φτερά :

1 με ατροφικά φτερά). Επιπλέον, δίνεται ότι τα γονίδια για τις δύο ιδιότητες βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων και αφού το γονίδιο για το μέγεθος των κεραιών αποδείχτηκε ότι είναι φυλοσύνδετο, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το γονίδιο για τη μορφή των φτερών είναι αυτοσωμικό.

Από το γεγονός ότι η συντριπτική πλειονότητα των απογόνων έχει κανονικά φτερά, προκύπτει ότι το αλληλόμορφο γονίδιο για τα κανονικά φτερά είναι επικρατές και το αλληλόμορφο για τα ατροφικά φτερά είναι υπολειπόμενο.

#### **Δ4. Έστω**

$X^B$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μικρό μέγεθος κεραιών, επικρατές  
 $X^b$ , φυλοσύνδετο αλληλόμορφο, υπεύθυνο για το μεγάλο μέγεθος κεραιών, υπολειπόμενο

Τα αρσενικά άτομα κληρονομούν το Y χρωμόσωμα από τον πατέρα τους και το X χρωμόσωμα από τη μητέρα τους. Εφόσον προκύπτουν αρσενικά τόσο με μεγάλες όσο και με μικρές κεραιές, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το θηλυκό της 1ης θυγατρικής γενιάς πρέπει να είναι ετερόζυγο. Επιπλέον, αφού προκύπτουν θηλυκά μόνο με μικρές κεραιές, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το αρσενικό της 1ης θυγατρικής γενιάς πρέπει να φέρει το επικρατές αλληλόμορφο. Συνεπώς, για το μέγεθος των κεραιών ισχύει:

$$\text{♂ } X^BY \quad (\text{x}) \quad X^BX^b \quad \text{♀}$$

#### **Έστω**

A, αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για τα κανονικά φτερά, επικρατές  
 α, αυτοσωμικό αλληλόμορφο, υπεύθυνο για τα ατροφικά φτερά, υπολειπόμενο

Η φαινοτυπική αναλογία των απογόνων 3 με κανονικά φτερά : 1 με ατροφικά φτερά (κλασική μεντελική αναλογία) υποδηλώνει ότι τα άτομα της 1ης θυγατρικής γενιάς είναι και τα δύο ετερόζυγα για το αυτοσωμικό χαρακτηριστικό. Συνεπώς ισχύει:

$$\text{♂ } Aa \quad (\text{x}) \quad Aa \quad \text{♀}$$

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω, προκύπτουν οι γονότυποι των ατόμων της 1ης θυγατρικής γενιάς:

$$\text{♂ } AaX^BY \quad (x) \quad AaX^BX^b \quad \text{♀}$$

Με δεδομένο ότι στην 1η θυγατρική γενιά προέκυψαν μόνο αυτοί οι απόγονοι με ετερόζυγο γονότυπο Aa, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το ένα άτομο της πατρικής ήταν ομόζυγο ως προς το αυτοσωμικό επικρατές αλληλόμορφο (AA) και το άλλο ομόζυγο ως προς το υπολειπόμενο (aa). Όλα τα αρσενικά της 1ης θυγατρικής γενιάς έχουν γονότυπο X<sup>B</sup>Y, οπότε το θηλυκό της πατρικής γενιάς θα πρέπει να είναι ομόζυγο για το φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο (X<sup>B</sup>X<sup>B</sup>). Συνεπώς, το αρσενικό της πατρικής γενιάς θα πρέπει να φέρει το φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο (X<sup>b</sup>Y).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι πιθανοί γονότυποι των ατόμων της πατρικής γενιάς είναι: ♂ AAX<sup>b</sup>Y (x) ααX<sup>B</sup>X<sup>B</sup> ♀ ή ♂ ααX<sup>b</sup>Y (x) AAX<sup>B</sup>X<sup>B</sup> ♀

$$F1 \quad (x) \quad F1: \quad \text{♂ } AaX^BY \quad (x) \quad AaX^BX^b \quad \text{♀}$$

$$\text{Γαμέτες (από μείωση):} \quad AX^B, \alpha X^B, AY, \alpha Y \quad AX^B, AX^b, \alpha X^B, \alpha X^b$$

Οι πιθανοί απόγονοι στην 2η θυγατρική γενιά προκύπτουν από το συνδυασμό των γαμετών με τη βοήθεια του τετραγώνου του Punnett.

| <u>Γαμέτες</u> | $AX^B$                          | $AX^b$                          | $\alpha X^B$                    | $\alpha X^b$                    |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $AX^B$         | 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> |
| $\alpha X^B$   | 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> |
| $AY$           | AAX <sup>B</sup> Y              | AAX <sup>b</sup> Y              | AαX <sup>B</sup> Y              | AαX <sup>b</sup> Y              |
| $\alpha Y$     | AαX <sup>B</sup> Y              | AαX <sup>b</sup> Y              | ααX <sup>B</sup> Y              | ααX <sup>b</sup> Y              |

*Φαινοτυπική αναλογία: 6/16 ♀ με μικρές κεραίες / κανονικά φτερά  
2/16 ♀ με μικρές κεραίες / ατροφικά φτερά*

*3/16 ♂ με μικρές κεραίες / κανονικά φτερά  
3/16 ♂ με μεγάλες κεραίες / κανονικά φτερά  
1/16 ♂ με μικρές κεραίες / ατροφικά φτερά  
1/16 ♂ με μεγάλες κεραίες / ατροφικά φτερά*

*Ευχόμαστε στους υποψήφιους καλά αποτελέσματα!*

*Επιμέλεια απαντήσεων των θεμάτων:*

*Αθανασίου Ιωάννης*

*Καττή Κωνσταντίνα*

*Κρυσταλλίδης Παναγιώτης*