

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ 24 ΜΑΪΟΥ 2013**

**ΘΕΜΑ Α**

A1. γ

A2. β

A3. α

A4. δ

A5. α

**ΘΕΜΑ Β**

B1. Σελ. 123 – 124 σχολ. βιβλίου:

«Η διαδικασία που ακολουθείται ... παράγουν το ένζυμο ADA».

B2. Σελ. 133 σχολ. βιβλίου: «Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι ... και αιγών».

B3. Σελ. 21 σχολ. βιβλίου: Τα μιτοχόνδρια έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.

B4. Σελ. 35 σχολ. βιβλίου: «Ο γενετικός κώδικας χαρακτηρίζεται ... ονομάζονται συνώνυμα».

**ΘΕΜΑ Γ**

Γ1. Παρατηρούμε ότι στους απογόνους που μας δίνονται η φαινοτυπική αναλογία σχετικά με το μέγεθος των φτερών είναι: 600 άτομα με φυσιολογικά φτερά : 200 άτομα με ατροφικά φτερά.

Η αναλογία αυτή είναι μια αναλογία 3:1 και προκύπτει από τη διασταύρωση ατόμων ετερόζυγων για το συγκεκριμένο χαρακτήρα. Έτσι αν συμβολίσουμε με Φ το γονίδιο για τα φυσιολογικά φτερά και φ το γονίδιο για τα ατροφικά φτερά οι γονότυποι των γονέων είναι: Φφ × Φφ.

**Αιτιολόγηση:**

Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται οι χαρακτήρες τους οποίους μελέτησε ο Mendel είναι αποτέλεσμα των γεγονότων που συμβαίνουν στη μείωση. Κατά την παραγωγή των γαμετών διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Σε ένα έντομο γονότυπου Φφ, για παράδειγμα, σχηματίζονται δύο ειδών γαμέτες, Φ και φ, σε ίση αναλογία. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον πρώτο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.

Από τη διασταύρωση εντόμων με γονότυπους Φφ × Φφ προκύπτουν άτομα ΦΦ, Φφ και φφ. Ένα άτομο ΦΦ προκύπτει, όταν ένας γαμέτης που περιέχει το αλληλόμορφο Φ γονιμοποιήσει ένα γαμέτη που περιέχει επίσης

το αλληλόμορφο Φ. Ένα φφ φυτό προκύπτει, όταν ένας φ γαμέτης γονιμοποιήσει ένα φ γαμέτη, και ένα Φφ άτομο προκύπτει από συνδυασμό ενός Φ με έναν φ γαμέτη. Επειδή οι δύο από τους τέσσερις δυνατούς συνδυασμούς γαμετών παράγουν ένα ετερόζυγο άτομο, ενώ οι υπόλοιποι συνδυασμοί δίνουν ένα ομόζυγο επικρατές και ένα ομόζυγο υπολειπόμενο, η γονοτυπική αναλογία από μια διασταύρωση μονοϋβριδισμού δύο ετερόζυγων ατόμων είναι: 1ΦΦ : 2Φφ : 1φφ. Η αντίστοιχη φαινοτυπική αναλογία είναι 3 με φυσιολογικά φτερά προς 1 με ατροφικά φτερά, δηλαδή 3:1.

**Γ2.** Στους απογόνους που προκύπτουν η αναλογία των ατόμων σχετικά με το χρώμα των ματιών είναι: 400 άτομα με κόκκινα μάτια : 400 άτομα με άσπρα μάτια. Αν συμβολίσουμε με K το γονίδιο για το κόκκινο χρώμα των ματιών και k το γονίδιο για το άσπρο χρώμα ματιών, η αναλογία 1:1 μπορεί να προκύψει στις εξής περιπτώσεις:

A. Το συγκεκριμένο ζεύγος γονιδίων να είναι αυτοσωμικό και οι γονότυποι των γονέων να είναι:

P γον.	αρσενικό Kk × θηλυκό κκ
F1 γον.	Kk      κκ

ή

P γον.	θηλυκό Kk × αρσενικό κκ
F1 γον.	Kk      κκ

B. Το συγκεκριμένο ζεύγος γονιδίων να είναι φυλοσύνδετο και οι γονότυποι των γονέων να είναι:

P γον.	$X^K X^K \times X^K Y$
F1 γον.	$X^K X^K, X^K X^k, X^K Y, X^k Y$

### Αιτιολόγηση:

#### Για την περίπτωση A.

Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται οι χαρακτήρες τους οποίους μελέτησε ο Mendel είναι αποτέλεσμα των γεγονότων που συμβαίνουν στη μείωση. Κατά την παραγωγή των γαμετών διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Σε ένα έντομο γονότυπου Kk, για παράδειγμα, σχηματίζονται δύο ειδών γαμέτες, K και k, σε ίση αναλογία. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον πρώτο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων. Από τη διασταύρωση των εντόμων με γονότυπο Kk με έντομα με γονότυπο κκ προκύπτουν άτομα Kk και κκ σε ίση αναλογία. Ένα άτομο Kk προκύπτει, όταν ένας γαμέτης που περιέχει το αλληλόμορφο K γονιμοποιήσει ένα γαμέτη που περιέχει το αλληλόμορφο k. Ένα κκ έντομο προκύπτει, όταν ένας k γαμέτης γονιμοποιήσει έναν k γαμέτη. Επειδή ο ένας από τους δύο δυνατούς συνδυασμούς γαμετών παράγουν ένα ετερόζυγο άτομο, ενώ ο άλλος συνδυασμός ένα ομόζυγο υπολειπόμενο άτομο, η γονοτυπική αναλογία από την παραπάνω διασταύρωση των δύο εντόμων είναι 1Kk : 1κκ. Η αντίστοιχη φαινοτυπική αναλογία είναι 1 με κόκκινα μάτια προς 1 με άσπρα μάτια, δηλαδή 1:1.

#### Για την περίπτωση B.

Στον άνθρωπο υπάρχει ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων, που ονομάζονται φυλετικά και διαφέρουν ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά άτομα. Τα φυσιολογικά θηλυκά άτομα έχουν ένα ζεύγος όμοιων X χρωμοσωμάτων, ενώ τα φυσιολογικά αρσενικά άτομα έχουν ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Τα γονίδια που βρίσκονται στο X χρωμόσωμα και δεν έχουν αλληλόμορφα στο Y ονομάζονται φυλοσύνδετα και ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται αναφέρεται ως φυλοσύνδετη κληρονομικότητα.

Έτσι σε ένα θηλυκό έντομο γονότυπου  $X^K X^K$ , για παράδειγμα, σχηματίζονται δύο ειδών γαμέτες,  $X^K$  και  $X^K$ , σε ίση αναλογία. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον πρώτο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων. Από τη διασταύρωση των εντόμων με γονότυπο  $X^K X^K$  με έντομα με γονότυπο  $X^K Y$  προκύπτουν άτομα  $X^K X^K$ ,  $X^K X^k$ ,  $X^K Y$ ,  $X^k Y$  σε ίση αναλογία. Ένα άτομο  $X^K X^K$  προκύπτει, όταν ένας γαμέτης που περιέχει το αλληλόμορφο  $X^K$  γονιμοποιήσει ένα γαμέτη που περιέχει το

αλληλόμορφο  $X^k$ . Ένα  $X^kX^k$  έντομο προκύπτει, όταν ένας  $X^k$  γαμέτης γονιμοποιήσει έναν  $X^k$  γαμέτη. Ένα άτομο  $X^kY$  προκύπτει, όταν ένας γαμέτης που περιέχει το αλληλόμορφο  $X^k$  γονιμοποιήσει ένα γαμέτη που περιέχει το αλληλόμορφο  $Y$ . Ένα  $X^kY$  έντομο προκύπτει, όταν ένας  $X^k$  γαμέτης γονιμοποιήσει έναν  $Y$  γαμέτη. Επειδή ο ένας από τους τέσσερις δυνατούς συνδυασμούς γαμετών παράγουν ένα άτομο  $X^kX^k$ , ο δεύτερος συνδυασμός ένα άτομο  $X^kX^k$ , ο τρίτος συνδυασμός ένα άτομο  $X^kY$  και ο τέταρτος συνδυασμός ένα άτομο  $X^kY$ , η γονοτυπική αναλογία από την παραπάνω διασταύρωση των δύο εντόμων είναι  $1X^kX^k : 1X^kX^k : 1X^kY : 1X^kY$ . Η αντίστοιχη φαινοτυπική αναλογία είναι 1 με κόκκινα μάτια προς 1 με άσπρα μάτια, δηλαδή 1:1 μέσα σε κάθε φύλο.

**Γ3.** Περιπτώσεις κατά τις οποίες οι φαινοτυπικές αναλογίες των απογόνων δεν είναι αυτές που αναμένονται από τους νόμους του Mendel είναι:

1. Η περίπτωση των ατελώς επικρατών γονιδίων.
2. Η περίπτωση των συνεπικρατών γονιδίων.
3. Η περίπτωση των θνησιγόνων γονιδίων
4. Η περίπτωση των πολλαπλών αλληλόμορφων γονιδίων.
5. Η περίπτωση των φυλοσύνδετων γονιδίων.
6. Η περίπτωση όπου ο χαρακτήρας που μελετάμε δεν καθορίζεται από αλληλόμορφα ενός μόνο γονιδίου.

### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Το υβριδοποιημένο μόριο 1 προκύπτει από τη σύνδεση των μονόκλωνων συμπληρωματικών αλυσίδων DNA 1 και 3, και είναι το εξής:

Υβριδοποιημένο μόριο 1:

5' ΑΑΤΤCΤΤΑΤCCTGGTTTCΑΤΤΤ3'  
3' GAATAGGACCAAAGTAAA5'

Το υβριδοποιημένο μόριο 2 προκύπτει από τη σύνδεση των μονόκλωνων συμπληρωματικών αλυσίδων DNA 2 και 4, και είναι το εξής:

Υβριδοποιημένο μόριο 2:

5' ΑΑΤΤCGGGGGGC3'  
3' GCCCCCCGTΤΑΑ5'

**Δ2.** Το γονίδιο που κωδικοποιεί το ολιγοπεπτίδιο εμπεριέχεται στο υβριδοποιημένο μόριο 1. Το mRNA που θα προκύψει είναι το εξής:

5' AAAUGAAACCAGGAUAAG3'

### **Αιτιολόγηση:**

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Έτσι, για παράδειγμα, το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου ATG κ.ο.κ.

Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.

Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.

Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

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. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή ενώ η μη κωδική αλυσίδα διαβάζεται με κατεύθυνση 3'→5'.

**Δ3.** Το αντικωδικόνιο του tRNA που θα τοποθετηθεί στο ριβόσωμα μετά την αποσύνδεση του tRNA, το οποίο μεταφέρει το αμινοξύ λυσίνη, είναι το 3'CCU5' το οποίο μεταφέρει το αμινοξύ γλυκίνη.

#### **Αιτιολόγηση:**

Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδέεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον, κάθε μόριο tRNA διαθέτει μια ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.

Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε AUG και σ' αυτό προσδέεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Κατά την επιμήκυνση ένα δεύτερο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό του δεύτερου κωδικονίου του mRNA τοποθετείται στην κατάλληλη εισδοχή του ριβοσώματος, μεταφέροντας το αμινοξύ λυσίνη. Μεταξύ της μεθειονίνης και της λυσίνης σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός και αμέσως μετά, το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα όπου συνδέεται πάλι με μεθειονίνη, έτοιμο για επόμενη χρήση. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA, πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα δύο αμινοξέα η μεθειονίνη και η λυσίνη. Έτσι αρχίζει η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Στη συνέχεια το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA κατά ένα κωδικόνιο. Ένα τρίτο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ προλίνη. Ανάμεσα στη λυσίνη και την προλίνη σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός. Αμέσως μετά, το tRNA της λυσίνης αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα όπου συνδέεται πάλι με λυσίνη, έτοιμη για επόμενη χρήση. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA, πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα τρία αμινοξέα η μεθειονίνη, η λυσίνη και η προλίνη. Στη συνέχεια το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA κατά ένα κωδικόνιο. Ένα τέταρτο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ γλυκίνη. Το αντικωδικόνιό του είναι το 3'CCU5' το οποίο είναι συμπληρωματικό με το 4<sup>ο</sup> κωδικόνιο 5'GGA3' του mRNA.

**Δ4.** Τα πιθανά ανασυνδυσμαμένα μόρια DNA που θα προκύψουν από τη δράση της DNA δεσμάσης είναι:

#### ανασυνδυσμαμένο μόριο 1:

5' AATTGCCCCCCGAATTCTTATCCTGGTTTCATTT3'  
3' CGGGGGGCTTAAGAATAGGACCAAAGTAAA5'

#### ανασυνδυσμαμένο μόριο 2:

5' AATTCGGGGGGCAATTCTTATCCTGGTTTCATTT3'  
3' GCCCCCCGTTAAGAATAGGACCAAAGTAAA5'

Η DNA δεσμάση συνδέει μεταξύ τους τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας και τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής κατά τη διαδικασία της αντιγραφής. Τα υβριδοποιημένα μόρια 1 και 2 αναμιγνύονται και, επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα AATT, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση της DNA δεσμάσης. Το ένζυμο αυτό δημιουργεί 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό ανάμεσα στα άκρα των υβριδοποιημένων μορίων 1 και 2.

Έτσι δημιουργούνται τα δύο ανασυνδυσασμένα μόρια DNA 1 και 2.

Το ανασυνδυσασμένο μόριο 1 διαθέτει αλληλουχία αναγνώρισης από την EcoRI και θα κοπεί σε δύο κομμάτια. Το ανασυνδυσασμένο μόριο 2 δε διαθέτει αλληλουχία αναγνώρισης από την EcoRI και δεν θα κοπεί.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli* (Εικόνα 4.2). Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία: 5'-G A A T T C-3'

3'-C T T A A G-5'

στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλινα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Επιμέλεια: Σπύρος Γλένης  
Στερεή Περιφεράκη