

**ΒΙΟΛΟΓΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΖΗΤΗΜΑ 1<sup>ο</sup>**

**A/**

1. Σ
2. Λ
3. Σ
4. Λ
5. Λ
6. Λ
7. Σ
8. Σ

(Μονάδες 8)

Δικαιολόγηση για τις λάθος προτάσεις:

2. Ο γονότυπος Aa αντιστοιχεί σε ένα άτομο, του οποίου ένα ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων διαθέτει στο ένα χρωμόσωμα το αλληλόμορφο γονίδιο A και στις δύο χρωματίδες και στο άλλο ομόλογο το αλληλόμορφο a. επίσης και στις δύο χρωματίδες του.  
(Προαιρετικά: Οι δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος προκύπτουν από την αντιγραφή του DNA και για αυτό είναι πανομοιότυπες.)
4. Σιωπηλή μετάλλαξη μπορεί να συμβεί μόνο στην τριπλέτα λήξης  
(Προαιρετικά: Διότι υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης ενώ μόνο ένα κωδικόνιο έναρξης.)
5. Τα γονίδια που ευθύνονται για τη δημιουργία της β-θαλασσαιμίας είναι πολλαπλά αλληλόμορφα και έχουν δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα διαφορετικών ειδών γονιδιακών μεταλλάξεων όπως αντικαταστάσεις, ελλείψεις και προσθήκες.
6. Τα θερμοφιλά βακτήρια μπορούν να καλλιεργηθούν μόνο σε υγρές καλλιέργειες, διότι για την ανάπτυξή τους απαιτούν θερμοκρασίες άνω των 45 βαθμών Κελσίου, ενώ σε αυτές τις θερμοκρασίες το άγαρ ρευστοποιείται.

(Μονάδες 4)

**B/**

1. α, β, γ, δ
2. α, β, (προαιρετικά : γ)
3. α, β
4. α
5. δ
6. γ, δ

(Μονάδες 6)

**Γ/**

1. Β
2. Γ
3. Α, Δ

(Μονάδες 2)

(Μονάδες 2)

(Μονάδες 1,5 –1,5)

## ΖΗΤΗΜΑ 2°

A/

**Ασυνεχή γονίδια** ή διακεκομμένα ονομάζονται τα περισσότερα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών (και των ιών που τους προσβάλλουν), στα οποία οι αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα διακόπτονται από ενδιάμεσες αλληλουχίες, τα εσώνια, οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα.

(Μονάδες 1,5)

**Οπερόνιο** ονομάζεται το τμήμα του βακτηριακού γονιδιώματος που αποτελείται από μία ομάδα γονιδίων τα οποία υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασης τους και τα οποία κωδικοποιούν ένζυμα που παίρνουν μέρος σε μία κοινή μεταβολική οδό. Σε αυτό περιλαμβάνονται εκτός από τα παραπάνω γονίδια που ονομάζονται δομικά και οι αλληλουχίες που ρυθμίζουν τη μεταγραφή τους. Οι αλληλουχίες αυτές που βρίσκονται μπροστά από τα δομικά γονίδια είναι κατά σειρά ένα ρυθμιστικό γονίδιο, ο υποκινητής και ο χειριστής.

(Μονάδες 2)

**Μετατόπιση** είναι μία κατηγορία δομικών χρωμοσωμικών ανωμαλιών η οποία είναι αποτέλεσμα θραύσης ενός τμήματος του χρωμοσώματος και στη συνέχεια ένωσής του σε ένα άλλο μη ομόλογο χρωμόσωμα.. (Προαιρετικά: Αμοιβαία μετατόπιση είναι η ανταλλαγή χρωμοσωμικών τμημάτων μεταξύ μη ομολόγων χρωμοσωμάτων.)

(Μονάδα 1)

**Αντιγονικός καθοριστής** είναι μία ειδική περιοχή του αντιγόνου την οποία αναγνωρίζει το αντίσωμα. Κάθε μεγάλο αντιγόνο έχει πολλούς αντιγονικούς καθοριστές, για αυτό παράγονται πολλά είδη αντισωμάτων εναντίον του.

(Μονάδες 1)

**Υβριδώματα** ονομάζονται τα υβριδικά κύτταρα που παράγονται από τη σύντηξη των καρκινικών κυττάρων και των Β-λεμφοκυττάρων και τα οποία μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενός μονοκλωνικού αντισώματος.

(Μονάδες 1,5)

B/

**Διατύπωση:** Το γονίδιο που ελέγχει ένα χαρακτήρα δεν επηρεάζει τη μεταβίβαση του γονιδίου που ελέγχει έναν άλλο χαρακτήρα. (Εναλλακτικά: Η ανεξάρτητη μεταβίβαση των γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα, προκύπτει από την τυχαία διάταξη των ζευγών των ομολόγων χρωμοσωμάτων κατά τη μετάφαση της μείωσης I. Η: Κάθε ζευγάρι ομολόγων χρωμοσωμάτων, άρα και γονιδίων, τοποθετείται ως προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου ανεξάρτητα από τον τρόπο που τοποθετήθηκαν τα άλλα ζευγάρια χρωμοσωμάτων και γονιδίων.)

(Μονάδες 2)

**Εξήγηση-Παράδειγμα:** Ο ανεξάρτητος διαχωρισμός των γονιδίων γίνεται, επειδή τα χρωμοσώματα κάθε γονέα συνδυάζονται με τυχαίο τρόπο κατά τη δημιουργία των γαμετών. (Εναλλακτικά: Προκύπτει από την τυχαία διάταξη των ζευγών των χρωμοσωμάτων, ως προς το ισημερινό επίπεδο, στη μετάφαση της μείωσης I.)

Έτσι, ένα άτομο με γονότυπο ΑαΒβ θα δώσει γαμέτες με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των αλληλομόρφων γονιδίων ΑΒ, Αβ, αΒ, αβ και με ίση πιθανότητα για τον καθένα.

(Μονάδες 3)

**Εξαίρεση:** Αυτός ο νόμος δεν ισχύει για γονίδια που βρίσκονται στο ίδιο ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων.

(Μονάδες 1)

Γ/ Βιβλίο σελ94: όλη την παράγραφο της φαινυλκετονουρίας

(Το διάγραμμα της εικ. 6.5 και οι τρόποι διάγνωσης (με ανάλυση DNA) δε ζητούνται, αλλά δεν είναι λάθος αν αναφερθούν.)

(Μονάδες 6)

**Δ/ Ορισμός:** Διαγονιδιακά ονομάζονται τα ζώα εκείνα στα οποία έχει τροποποιηθεί το γενετικό υλικό τους με την προσθήκη γονιδίων, συνήθως από κάποιο άλλο είδος.

(Μονάδα 1)

**Ρόλος:** Τα διαγονιδιακά ζώα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρήσιμων πρωτεϊνών σε μεγάλη ποσότητα. Μια πολλά υποσχόμενη ιδέα είναι η παραγωγή πρωτεϊνών από κύτταρα των μαστικών αδένων των ζώων, για παράδειγμα των προβάτων και των αγελάδων,. Με αυτό τον τρόπο θα είναι δυνατή η συλλογή της πρωτεΐνης από το γάλα των ζώων. Αυτός ο τρόπος παραγωγής ονομάζεται παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών από διαγονιδιακά ζώα.

(Μονάδες 2)

**Παραδείγματα εφαρμογών** τους αποτελούν η παραγωγή α<sub>1</sub>-αντιθρυψίνης (ΑΤΤ=alpha anti-thrypsin) σε πρόβατα και η παραγωγή του παράγοντα ΙΧ, μιας πρωτεΐνης που συμμετέχει στο μηχανισμό πήξης του αίματος, με τον ίδιο τρόπο.

(Μονάδα 1)

**Σύγκριση με βακτήρια:** Παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών είναι δυνατή και από βακτήρια, όπως η ινσουλίνη και η αυξητική ορμόνη. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις οι πρωτεΐνες αυτές δεν είναι ακριβώς ίδιες με τις πρωτεΐνες του ανθρώπου, επειδή τα βακτήρια δε διαθέτουν τους μηχανισμούς τροποποίησης των πρωτεϊνών που διαθέτουν οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί.

(Μονάδες 2)

### ΖΗΤΗΜΑ 3<sup>ο</sup>

**A/**

Στη μετάφραση τα κύτταρα φέρουν διπλασιασμένα χρωμοσώματα, καθένα από τα οποία αποτελείται από δυο αδελφές χρωματίδες, δηλαδή δύο μόρια DNA ενωμένα μεταξύ τους στο κεντρομερίδιο. Άρα ο ένας οργανισμός διαθέτει 19 χρωμοσώματα και ο άλλος 14 χρωμοσώματα.

(Μονάδες 2)

Δεδομένου ότι ο διπλοειδής οργανισμός πρέπει να έχει ζεύγη ομολόγων, θα πρέπει ο αριθμός των χρωμοσωμάτων του να είναι ζυγός αριθμός. Άρα ο οργανισμός με τα 19 χρωμοσώματα αποκλείεται να είναι διπλοειδής διότι τα 19 χρωμοσώματα δεν συνιστούν ζεύγη.

(Μονάδες 2)

Το φύκος διαθέτει 19 χρωμοσώματα και το μοσχομπίζελο έχει 7 ζεύγη χρωμοσωμάτων

(Μονάδες 2)

**B/**

Γνωρίζουμε πως για να αποσυνδεθεί το tRNA της προλίνης από την πρώτη θέση εισδοχής του ριβοσώματος, θα πρέπει προηγουμένως να έχει δημιουργηθεί ο πεπτιδικός δεσμός ανάμεσα στην προλίνη και το ακριβώς επόμενο αμινοξύ, τη βαλίνη. Για να δημιουργηθεί όμως αυτός ο πεπτιδικός δεσμός θα πρέπει το tRNA της βαλίνης να είχε ήδη συνδεθεί στη δεύτερη θέση εισδοχής του ριβοσώματος.

(Μονάδες 2)

Άρα, όταν το tRNA της προλίνης εγκαταλείπει το ριβόσωμα, το επόμενο tRNA που συνδέεται στο ριβόσωμα αμέσως μετά, είναι αυτό της αλανίνης.

(Μονάδα 1)

Η αμινομάδα της προλίνης χρησιμοποιήθηκε κατά τη δημιουργία του πεπτιδικού δεσμού με το ακριβώς προηγούμενο αμινοξύ, τη μεθειονίνη.

(Μονάδα 1)

Όταν η αμινομάδα της προλίνης σχηματίζει πεπτιδικό δεσμό με τη μεθειονίνη τότε το πρώτο tRNA της μεθειονίνης απελευθερώνεται από το ριβόσωμα στο κυτταρόπλασμα. Οι δεσμοί που σπάνε είναι οι 7 δεσμοί υδρογόνου ανάμεσα στο κωδικόνιο AUG και το αντικωδικόνιο του tRNA της μεθειονίνης, καθώς και ο δεσμός μεταξύ της μεθειονίνης και του tRNA της.

(Μονάδες 2)

Γ/

Τμήματα του DNA που δεν μεταφράζονται είναι

1. τα γονίδια των tRNA
2. τα γονίδια των rRNA
3. τα γονίδια των snRNA
4. τα εσώνια
5. οι περιοχές των γονιδίων που αντιστοιχούν στο 5' και 3' αμετάφραστο άκρο του mRNA
6. το κωδικόνιο λήξης

(Μονάδες 6)

Δ/

Τρόποι μεταφοράς ξένου DNA μέσα σε ένα κύτταρο είναι οι εξής:

1. Αυθόρμητη μεταφορά πλασμιδίου από ένα βακτήριο σε άλλο
2. Μεταφορά γενετικού υλικού από ένα νεκρωμένο με θέρμανση βακτήριο σε άλλο (όπως στο πείραμα του Griffith)
3. Μόλυνση βακτηρίου από φάγους με ανασυνδυσμένο DNA
4. Τεχνητή εισαγωγή ανασυνδυσμένων πλασμιδίων με τις μεθόδους της γενετικής μηχανικής, κάνοντας δηλαδή παροδικά διαπερατά τα τοιχώματα του βακτηρίου
5. Μόλυνση ευκαρυωτικών κυττάρων (ανθρώπινων) από ανασυνδυασμένους ιούς και in vivo και ex vivo
6. Μόλυνση φυτικών κυττάρων από μετασχηματισμένα βακτήρια *Agrobacterium tumefaciens* και ενσωμάτωση του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου Ti στο γενετικό τους υλικό
7. Μικροέγχυση με επιθυμητό γονίδιο στο ζυγωτό ζώων

(Μονάδες 7)

#### ΖΗΤΗΜΑ 4<sup>ο</sup>

Α/

1. Η EcoRI αναγνωρίζει την εξής αλληλουχία βάσεων σε δίκλωνο μόριο DNA:  
...GAATTC...  
...CTTAAG...

Το πλασμίδιο είναι ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο, άρα για να σπάσει σε δύο θραύσματα θα πρέπει, η αλληλουχία αυτή να περιέχεται δύο φορές μέσα του.

Η EcoRI κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ G και A, οπότε προκύπτουν θραύσματα με μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις. Μετά τη δράση του ενζύμου, θα έχουμε:

```
...G             AATTC.....  
...CTTAA       και       G.....
```

(Μονάδες 2)

2. Υπολογισμός αριθμού φωσφοδιεστερικών δεσμών

(Προαιρετικά : Εάν μία αλυσίδα που αποτελείται από  $n$  νουκλεοτίδια είναι ευθύγραμμη, τότε θα περιέχει  $n-1$  φωσφοδιεστερικούς δεσμούς, ενώ εάν είναι κυκλική, θα περιέχει  $n$  φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.)

Το πλασμίδιο είναι δίκλωνο και κυκλικό μόριο DNA, άρα θα περιέχει τόσους φωσφοδιεστερικούς όσα και νουκλεοτίδια, δηλαδή  $6 \cdot 10^6$

Το θραύσμα A θα περιέχει τα δύο τρίτα των συνολικών βάσεων του πλασμιδίου, δηλαδή  $2 \cdot 10^6$  ζεύγη αζωτούχων βάσεων και άρα  $2 \cdot 10^6 \cdot 2 = 4.000.000$  βάσεις

Το θραύσμα A θα αποτελείται από δύο γραμμικές αλληλουχίες νουκλεοτιδίων οπότε οι φωσφοδιεστερικοί θα είναι όσοι τα νουκλεοτίδια πλην 2, δηλαδή  $4.000.000-2$ .

(Μονάδες 3)

3. Λόγω της συμπληρωματικότητας των βάσεων γνωρίζουμε ότι ο αριθμός των συμπληρωματικών βάσεων είναι  $A=T$  και  $C=G$ . Άρα εάν οι αδενίνες είναι  $8 \cdot 10^5$ , θα έχουμε και  $8 \cdot 10^5$  θυμίνες.

Στο σύνολο των 4.000.000 βάσεων του θραύσματος A, έχουμε  $800.000 + 800.000 = 1.600.000$  το άθροισμα Αδερίνης + Θυμίνης, επομένως οι υπόλοιπες  $4.000.000 - 1.600.000 = 2.400.000$  θα είναι το άθροισμα Κυτοσίνης + Γουανίνης. Και επειδή αυτές μεταξύ τους είναι ίσες, στο θραύσμα αυτό υπάρχουν 1.200.000 Κυτοσίνες και 1.200.000 Γουανίνες.

(Μονάδα 1)

Υπολογισμός αριθμού δεσμών υδρογόνου

Στα άκρα του θραύσματος θα υπάρχουν 4 (2+2) βάσεις αδερίνης και 4 (2+2) βάσεις θυμίνης που δεν θα συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου καθώς αποτελούν μονόκλινα άκρα μετά τη δράση της περιοριστικής ενδονουκλεάσης EcoRI.

Άρα τα ζεύγη των συμπληρωματικών βάσεων θα είναι  $800.000 - 4$  ζεύγη Αδερίνης και Θυμίνης και 1.200.000 ζεύγη Κυτοσίνης και Γουανίνης.

(Μονάδες 3)

Επειδή ανάμεσα σε ένα ζευγάρι βάσεων Αδερίνης και Θυμίνης υπάρχουν 2 δεσμοί υδρογόνου, συνολικά ανάμεσα στα  $800.000 - 4$  ζεύγη των βάσεων αυτών θα υπάρχουν  $(800.000 - 4) \cdot 2 = 1.600.000 - 8$  δεσμοί υδρογόνου.

Αντίστοιχα, ανάμεσα στα 1.200.000 ζεύγη των βάσεων Κυτοσίνης και Γουανίνης θα υπάρχουν  $1.200.000 \cdot 3 = 3.600.000$  δεσμοί υδρογόνου.

Συνολικά δηλαδή στο μόριο του DNA υπάρχουν  $52.000.000 - 8$  δεσμοί υδρογόνου.

(Μονάδες 3)

4. Το άθροισμα G+C στο θραύσμα A είναι 2.400.000, σε σύνολο 4.000.000 βάσεων . Άρα η % αναλογία του είναι 60%.

(Μονάδα 1)

Λόγω του κανόνα της συμπληρωματικότητας το % ποσοστό του αθροίσματος δύο συμπληρωματικών βάσεων είναι ίδιο και σε κάθε αλυσίδα ενός δίκλωνου μορίου DNA και στο συνολικό μόριο.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως το θραύσμα A δεν είναι πλήρως δίκλωνο, διότι έχει στα δύο άκρα του μονόκλωνες περιοχές. Δεδομένου όμως, ότι και τα δύο μονόκλινα άκρα έχουν την αλληλουχία AATT, συνολικά ο αριθμός του αθροίσματος A+T σε κάθε αλυσίδα παραμένει ίδιος. Οπότε τελικά ο παραπάνω κανόνας ισχύει και για το θραύσμα A.

Άρα το άθροισμα G+C θα αποτελεί το επίσης το 60% των βάσεων και σε κάθε αλυσίδα.

(Μονάδες 3)

**B/**

1. Το γονίδιο που ελέγχει την αιμορροφιλία είναι φυλοσύνδετο υπολειπόμενο.

Συμβολίζουμε :

$X^{\Delta}$  = γονίδιο που ελέγχει την φυσιολογική πήξη του αίματος

$X^{\delta}$  = γονίδιο που ελέγχει την αιμορροφιλία .

Η γυναίκα με αιμορροφιλία θα έχει γονότυπο  $X^{\delta} X^{\delta}$ .

Ο φυσιολογικός άντρας θα έχει γονότυπο  $X^{\Delta} Y$ .

(Μονάδα 1)

2. Τα άτομα με σύνδρομο Turner είναι θηλυκά με μονοσωμία και γονότυπο XO.

Τα άτομα με σύνδρομο Klinefelter είναι αρσενικά με τρισωμία και γονότυπο XXY

(Μονάδα 1)

3. Το κορίτσι με σύνδρομο Turner και με αιμορροφιλία, με βάση το φαινότυπό του, πρέπει να έχει γονότυπο  $X^{\delta} O$ . Το άτομο αυτό προέκυψε από τη γονιμοποίηση ενός γαμέτη με το χρωμόσωμα  $X^{\delta}$  και ενός γαμέτη με κανένα φυλετικό χρωμόσωμα. Δεδομένου πως το γαμέτη με το χρωμόσωμα  $X^{\delta}$  μόνο η μητέρα της θα μπορούσε να της το δώσει, συμπεραίνουμε πως ο πατέρας της έδωσε γαμέτη χωρίς κανένα φυλετικό χρωμόσωμα .

(Μονάδες 2)

Το φυσιολογικό αγόρι με σύνδρομο Klinefelter, με βάση το φαινότυπό του, μπορεί να έχει γονότυπο  $X^{\Delta}X^{\Delta}Y$  ή  $X^{\Delta}X^{\delta}Y$ . Οι γαμέτες της μητέρας όμως μπορούν να περιέχουν μόνο ένα  $X^{\delta}$  γονίδιο φυσιολογικά (προαιρετικά: σε περίπτωση ανωμαλίας μπορούν να έχουν είτε δύο γονίδια  $X^{\delta}$  είτε κανένα). Άρα συμπεραίνουμε πως ο πραγματικός γονότυπος του αγοριού είναι ο  $X^{\Delta}X^{\delta}Y$ . Αυτός ο γονότυπος μπορεί να προκύψει μόνο εάν ο γαμέτης του πατέρα περιείχε υποχρεωτικά τα υπόλοιπα χρωμοσώματα  $X^{\Delta}$  και  $Y$ .

(Μονάδες 2)

4. Και στις δύο περιπτώσεις, ο γαμέτης της μητέρας έχει ένα  $X^{\delta}$  γονίδιο, όπως ακριβώς αναμένεται από τη διαδικασία της μείωσης, ως αποτέλεσμα του φυσιολογικού αποχωρισμού των ομολόγων χρωμοσωμάτων στη μείωση I και του φυσιολογικού αποχωρισμού των αδελφών χρωματίδων στη μείωση II.

Γαμέτης του πατέρα που περιέχει και τα δύο φυλετικά χρωμοσώματα  $X^{\Delta}$  και  $Y$ , μπορεί να προκύψει μόνο από λάθος αποχωρισμό του ομόλογου ζεύγους των φυλετικών χρωμοσωμάτων κατά την μείωση I.

Γαμέτης O, χωρίς κανένα φυλετικό χρωμόσωμα, μπορεί θεωρητικά να προκύψει είτε από λάθος αποχωρισμό των ομολόγων χρωμοσωμάτων κατά την μείωση I, είτε από λάθος αποχωρισμό των αδελφών χρωματίδων κατά την μείωση II.

(Προαιρετικά: Δεδομένου όμως πως και οι δύο ανωμαλίες εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της ίδιας κήσης, το πιθανότερο είναι και ο γαμέτης O να προέκυψε από λάθος αποχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων στην ίδια μείωση I του πατέρα που δημιούργησε και τον προηγούμενο ανώμαλο γαμέτη  $X^{\Delta}Y$ )

(Μονάδες 3)

**ΧΙΩΤΗΣ**  
**ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ**

**ΧΙΩΤΗΣ**  
**ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ**