

ΘΕΜΑ Α

1. Δ 2. Γ 3. Δ. 4. Β

5. Α. Σ Β. Λ Γ. Λ Δ. Λ Ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

B1.

A1-B1

A2-B2

A3-B4

A4-B1

A5-B3

A6-B2

B2. Το πρόγραμμα του ανθρώπινου γονιδιώματος έχει συνεισφέρει:

- Στη μελέτη της οργάνωσης και της λειτουργίας του ανθρώπινου γονιδιώματος
- Στην ανάπτυξη μεθοδολογίας για διάγνωση και θεραπεία ασθενειών
- Στη μελέτη της εξέλιξης του ανθρώπινου γονιδιώματος
- Στη μαζική παραγωγή προϊόντων μέσω της βιοτεχνολογίας

B3.

A. Μιτοχόνδριο

B. Χλωροπλάστης

Γ. Πυρηνίσκος

Δ. Αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο

Ε. Πλασμίδια

Στ. Πολύσωμα

Z. Πυρηνικοί πόροι

B4. Τρόποι προστασίας καλλιεργειών από έντομα και ζιζάνια:

1. Χρήση εντομοκτόνων-ζιζανιοκτόνων. Μειονέκτημα: αποτελούν κίνδυνο για το οικοσύστημα και την υγεία του ανθρώπου.
2. Ψέκασμα καλλιεργειών με το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*, το οποίο παράγει τοξίνη που καταστρέφει έντομα και σκώληκες και είναι 80.000 φορές πιο ισχυρή από πολλά εντομοκτόνα. Μειονέκτημα: το βακτήριο δε ζει πολύ και χρειάζονται συνεχείς ψεκασμοί.
3. Δημιουργία διαγονιδιακών φυτών ποικιλίας Bt που περιέχουν το γονίδιο της τοξίνης του *Bacillus thuringiensis*. Μειονεκτήματα: Προβληματισμοί για επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον. Μεγάλο κόστος παραγωγής διαγονιδιακών φυτών, μεταφορά στο φυτό, εκτός του επιθυμητού γονιδίου,

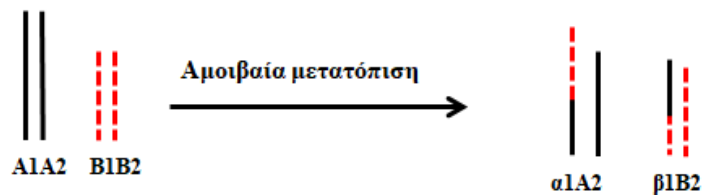
άλλων γονιδίων του πλασμιδίου Ti, όπως γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.

4. Μέθοδος ελεγχόμενων διασταυρώσεων. Μειονέκτημα: Πρόκειται για διαδικασία χρονοβόρα και επίπονη και εκτός από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά μεταφέρονται στους απογόνους και μη επιθυμητά χαρακτηριστικά.
5. Μια εναλλακτική μέθοδος είναι η παραγωγή της τοξίνης του *Bacillus thuringiensis* σε κυτταροκαλλιέργεια και ψέκασμα των καλλιεργειών με την τοξίνη. Μειονέκτημα: χρειάζονται συνεχείς ψεκασμοί.

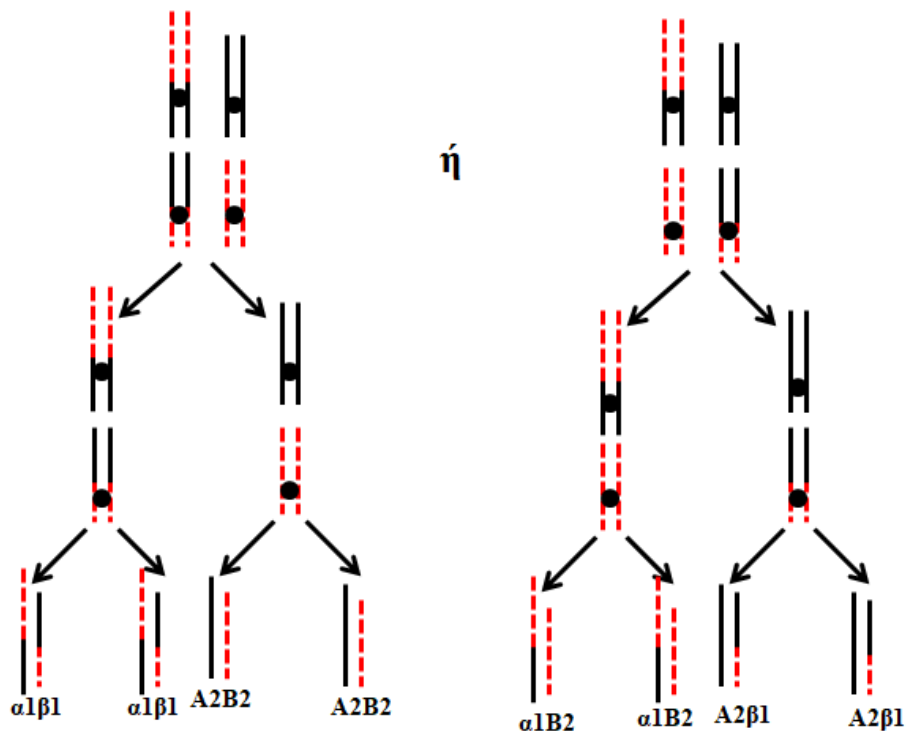
ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο φυσιολογικός καρύοτυπος ενός ατόμου ως προς τα συγκεκριμένα χρωμοσώματα είναι ο εξής: A1A2B1B2.

Μετά την αμοιβαία μετατόπιση ο καρύοτυπος μεταβάλλεται ως εξής: α1A2β1B2.



Στην πρώτη μειωτική διαίρεση διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και στη δεύτερη οι αδελφές χρωματίδες. Κατά τη μετάφαση I πραγματοποιείται το φαινόμενο του ανεξάρτητου συνδυασμού των χρωμοσωμάτων, δηλαδή, καθένα από τα χρωμοσώματα κάθε ζεύγους μπορεί να κινηθεί προς οποιονδήποτε από τους πόλους του κυττάρου.



Έτσι, οι γαμέτες που προκύπτουν έχουν την εξής χρωμοσωμική σύσταση:

Γαμέτες: $\alpha 1\beta 1$ $A2B2$ $\alpha 1B2$ $A2\beta 1$

Από τους παραπάνω γαμέτες χρωμοσωμικά φυσιολογικοί είναι οι γαμέτες με χρωμοσωμική σύσταση $A2B2$.

Φυσιολογική ποσότητα DNA έχουν οι γαμέτες $A2B2$ και $\alpha 1\beta 1$.

Γ2. Σε κάθε γραμμικό μόριο DNA που κόβεται από περιοριστική ενδονουκλεάση, υπάρχουν δύο τμήματα στα άκρα του μορίου που έχουν μονόκλωνα άκρα μόνο στη μια πλευρά. Για να μπορεί ένα τμήμα DNA να ενσωματωθεί σε πλασμίδιο πρέπει να έχει μονόκλωνα άκρα και στις δύο πλευρές, ώστε να ενωθούν λόγω της συμπληρωματικότητας των βάσεων με τα αντίστοιχα μονόκλωνα άκρα του πλασμιδίου. Άρα 2 τμήματα από κάθε μόριο δε μπορούν να ενσωματωθούν στα πλασμίδια.

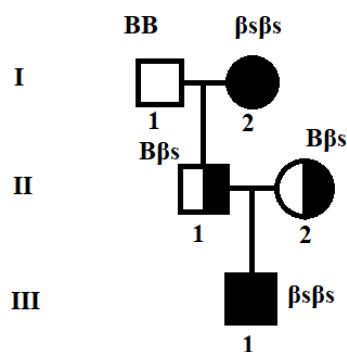
Στα 40 μόρια DNA θα υπάρξουν 80 τμήματα που δεν ενσωματώνονται στα πλασμίδια. Άρα τα υπόλοιπα 4500 μπορούν να ενσωματωθούν, συνεπώς θα χρειαστούν τουλάχιστον 4500 πλασμίδια.

Γ3.A. Η δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι μια ασθένεια στην οποία σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου τα ερυθροκύτταρα αποκτούν δρεπανοειδές σχήμα. Κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας. Τα ετερόζυγα άτομα εμφανίζουν δρεπάνωση σε συνθήκες μεγάλης έλλειψης οξυγόνου, δηλαδή σε μεγάλα υψόμετρα. Τα ομόζυγα για το υπολειπόμενο εμφανίζουν μόνιμη δρεπάνωση και τα ομόζυγα για το επικρατές δεν εμφανίζουν ποτέ δρεπάνωση. Ο Νίκος παίρνει ένα φυσιολογικό αλληλόμορφο από τον πατέρα του και ένα μεταλλαγμένο από τη μητέρα του, συνεπώς είναι ετερόζυγος και θα εμφανίζει δρεπάνωση σε μεγάλα υψόμετρα.

Συμβολισμός:

B: φυσιολογικό αλληλόμορφο

βs : μεταλλαγμένο αλληλόμορφο για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία



Γ3. Β. Διασταύρωση:

$B\beta s \times B\beta s$
Γαμέτες: $B, \beta s$ $B, \beta s$
Απόγονοι: $BB, B\beta s, B\beta s, \beta s\beta s$
Γονοτυπική αναλογία: $1BB: 2B\beta s: 1\beta s\beta s$
Φαινοτυπική αναλογία: 3 υγείες: 1 ασθενής

Από τα 3 υγιή άτομα, τα 2 είναι ετερόζυγα, συνεπώς η πιθανότητα ο υγιής απόγονος να είναι ετερόζυγος είναι $2/3$.

Σύμφωνα με τον 1^ο νόμο του Μέντελ, κατά την παραγωγή γαμετών διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς τα αλληλόμορφα γονίδια. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών.

Το φύλο στον άνθρωπο καθορίζεται από την παρουσία ή μη του Y χρωμοσώματος. Τα φυσιολογικά θηλυκά άτομα έχουν XX φυλετικά χρωμοσώματα ενώ τα φυσιολογικά αρσενικά έχουν XY. Η πιθανότητα να γεννηθεί κορίτσι από μια διασταύρωση είναι $1/2$.

Από τη στιγμή που τα δύο χαρακτηριστικά καθορίζονται από διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων, η πιθανότητα ο υγιής απόγονος να είναι ετερόζυγος και κορίτσι είναι:

$$2/3 \times 1/2 = 2/6 = 1/3.$$

Γ4.

A. 31

B. 62

Γ. 62

Δ. 31

ΘΕΜΑ Δ

1Α. Ο αριθμός των αμινοξέων είναι 36.

Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας. 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. Επίσης ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Το mRNA έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνιο 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. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Επιπλέον, το τμήμα του RNA και της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου που κωδικοποιεί μία πολυπεπτιδική αλυσίδα ξεκινάει με κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με κωδικόνιο λήξης. Συνεπώς, στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα πρέπει να υπάρχουν το κωδικόνιο έναρξης 5'ATG3' και ένα εκ των κωδικονίων λήξης (5'TGA3', 5'TAA3' ή 5'TAG3'). Εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης 5'ATG3', αμέσως μετά το κωδικόνιο 5'GAG3', μετά 99 βάσεις οπότε $99/3=33$ κωδικόνια, ακολουθεί το κωδικόνιο 5'TGG3' και εν τέλει το κωδικόνιο λήξης 5'TAA3'. Συνεπώς, υπάρχουν 36 κωδικόνια που αντιστοιχούν σε αμινοξέα, άρα 36 αμινοξέα.

Β. Το δεύτερο αμινοξύ είναι το γλουταμινικό οξύ, το τελευταίο είναι η τρυπτοφάνη.

Γ. 5'ACCG3' Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Πριν το κωδικόνιο έναρξης 5'ATG3' υπάρχει η αλληλουχία 5' CGGU3' η οποία είναι συμπληρωματική με την αλληλουχία ριβοσωμικού RNA 5'ACCG3' και σχηματίζονται ακριβώς 11 δεσμοί υδρογόνου.

Δ. 1η μετάλλαξη: Μετατροπή κωδικονίου 5'TGG3' σε κωδικόνιο λήξης. Ένας πιθανός τρόπος είναι αντικατάσταση του δεύτερου G από A.

2η μετάλλαξη: Γονιδιακή μετάλλαξη αντικατάστασης του A στο δεύτερο κωδικόνιο 5'GAG3' από T, οπότε δημιουργείται το κωδικόνιο 5'GTG3' το οποίο αντιστοιχεί σε βαλίνη.

2.A. 10 ασυνεχείς αλυσίδες (Η διχάλα έχει 6 πρωταρχικά τμήματα άρα η θηλειά 12. Τα 2 θα επιμηκυνθούν με συνεχή τρόπο και τα υπόλοιπα με ασυνεχή)

B. 5 ριβονουκλεοτίδια σε κάθε συνεχή αλυσίδα, 10 συνολικά ριβονουκλεοτίδια (2 πρωταρχικά τμήματα θα επιμηκυνθούν με συνεχή τρόπο).

Γ. 12 ομοιοπολικοί δεσμοί (Ανά πρωταρχικό τμήμα θα δημιουργηθεί 1 3'-5' ΦΔ μεταξύ ριβονουκλεοτιδίου και δεοξυριβονουκλεοτιδίου)

Δ. 4 ομοιοπολικοί δεσμοί μεταξύ ριβονουκλεοτιδίων διασπώνται ανά πρωταρχικό τμήμα

Ε. 8 δευτερόλεπτα (κάθε δευτερόλεπτο, λόγω ταυτόχρονης δράσης 4 DNA πολυμερασών τοποθετούνται 4000 νουκλεοτίδια. Το μόριο αποτελείται από 32000 βάσεις, άρα $32000/4000=8$ δευτερόλεπτα)