ΘΕΜΑ Α

Α1: γ
Α2: γ
Α3: β
Α4: γ
Α5: δ

ΘΕΜΑ Β

Β1.
1-β, 2-γ, 3-β, 4-β, 5-α, 6-γ.

Β2.
α. 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.

β. Νουκλεόσωμα είναι η βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης των ευκαρυωτικών κυττάρων. Αποτελείται από DNA μήκους 146ζ.β. τυλιγμένο γύρω από οκταμερές ιστονών.

γ. Χαρτογράφηση είναι ο προσδιορισμός της θέσης των γονιδίων πάνω στα χρωμοσώματα.

Β3.
Τέσσερις μηχανισμοί γενετικής ποικιλομορφίας είναι: οι μεταλλάξεις, ο επιχιασμός, ο ανεξάρτητος συνδυασμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά τη μείωση και ο τυχαίος συνδυασμός των γαμετών κατά τη γονιμοποίηση.

Η γενετική ποικιλομορφία έχει μεγάλη σημασία για την εξέλιξη, γιατί δημιουργεί άτομα με διαφορετικούς γονότυπους και φαινότυπους. Έτσι, σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, ορισμένα άτομα μπορεί να έχουν πλεονεκτικά χαρακτηριστικά, να επιβιώνουν και να αναπαράγονται περισσότερο, με αποτέλεσμα τη δράση της φυσικής επιλογής.

Β4.
Άλλα είδη πλαστιδίων είναι οι χρωμοπλάστες και οι αμυλοπλάστες. Οι χρωμοπλάστες περιέχουν χρωστικές και εντοπίζονται σε άνθη, καρπούς ή άλλα χρωματιστά μέρη των φυτών. Συμβάλλουν στον χρωματισμό τους. Οι αμυλοπλάστες αποθηκεύουν άμυλο και εντοπίζονται κυρίως σε αποταμιευτικά όργανα, όπως οι ρίζες, οι κόνδυλοι και οι σπόροι.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.
Έστω ότι το επικρατές αλληλόμορφο **Ε1** καθορίζει τη σύνθεση του ενζύμου Ε1 που παράγει την κόκκινη χρωστική, ενώ το υπολειπόμενο **e1** δεν παράγει λειτουργικό ένζυμο.

Αντίστοιχα, το επικρατές αλληλόμορφο **E2** καθορίζει τη σύνθεση του ενζύμου Ε2 που παράγει την κίτρινη χρωστική, ενώ το υπολειπόμενο **e2** δεν παράγει λειτουργικό ένζυμο.

Από τη διασταύρωση θηλυκών με κίτρινο πτέρωμα και αρσενικών με κόκκινο πτέρωμα, που προέρχονται από καθαρές σειρές, προκύπτουν στην F_1 μόνο πορτοκαλί άτομα. Επομένως τα δύο γονίδια εμφανίζουν πλήρη επικράτηση.

Στην F_2 γενιά παρατηρείται ότι:

- τα θηλυκά εμφανίζουν μόνο πορτοκαλί και κίτρινο φαινότυπο σε αναλογία 63:21 = 3:1,
- ενώ τα αρσενικά εμφανίζουν πορτοκαλί, κόκκινο, κίτρινο και λευκό φαινότυπο σε αναλογία περίπου 32:31:10:11 = 3:3:1:1.

Αν και τα δύο γονίδια ήταν αυτοσωμικά, οι αναλογίες θα ήταν ίδιες στα δύο φύλα. Επομένως ένα από τα δύο γονίδια είναι φυλοσύνδετο.

Εφόσον καμία θηλυκή απόγονος δεν εμφανίζει κόκκινο ή λευκό φαινότυπο, όλες οι θηλυκές διαθέτουν τουλάχιστον ένα λειτουργικό αλληλόμορφο για την παραγωγή της κίτρινης χρωστικής. Συνεπώς το γονίδιο **E2 είναι φυλοσύνδετο στο Χ χρωμόσωμα**, ενώ το γονίδιο **E1 είναι αυτοσωμικό**.

Οι φαινότυποι προκύπτουν ως εξής:

Γονότυπος	**Φαινότυπος**
E1_ X^{E^2}_	πορτοκαλί
E1_ $X^{e^2}Y$ ή E1_ $X^{e^2}X^{e^2}$	κόκκινο
e1e1 X^{E^2}_	κίτρινο
e1e1 $X^{e^2}Y$ ή e1e1 $X^{e^2}X^{e^2}$	λευκό

Άρα το χρώμα του πτερώματος ελέγχεται από **ένα αυτοσωμικό γονίδιο και ένα φυλοσύνδετο στο Χ χρωμόσωμα γονίδιο**.

Γ2.
Αφού τα άτομα της πατρικής γενιάς προέρχονται από καθαρές σειρές:

Θηλυκό κίτρινο: e1e1,XE2XE2

Αρσενικό κόκκινο:

E1E1,$X^{e2}Y$

Διασταύρωση Ρ

e1e1,$X^{E2}X^{E2}$ X E1E1,$X^{e2}Y$

Γαμέτες: Θηλυκό: e1X^{E2}, Αρσενικό: E1X^{e2}, E1Y

F_1

Θηλυκά: $E1e1,X^{E2}X^{e2}$ (πορτοκαλί)

Αρσενικά: $E1e1,X^{E2}Y$ (πορτοκαλί)

Επομένως όλα τα άτομα της F_1 είναι πορτοκαλί, όπως δίνεται στην εκφώνηση.

Γ3.
Τα δύο άτομα με μη αναμενόμενο φαινότυπο είναι τα ΙΙ4 και ΙΙΙ1.

Η ασθένεια είναι υπολειπόμενη φυλοσύνδετη. Η μητέρα Ι2 πάσχει, άρα έχει γονότυπο ΧαΧα. Επομένως όλοι οι γιοι της αναμένεται να πάσχουν, αφού παίρνουν από αυτήν το Χα. Το άτομο ΙΙ4 είναι αρσενικό αλλά δεν πάσχει, άρα έχει μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Επίσης, η ΙΙΙ1 είναι θηλυκό άτομο που πάσχει, ενώ ο πατέρας της ΙΙ3 δεν πάσχει. Σε υπολειπόμενη φυλοσύνδετη ασθένεια, για να πάσχει θηλυκό άτομο πρέπει να πάρει παθολογικό Χ και από τους δύο γονείς. Άρα η ΙΙΙ1 έχει επίσης μη αναμενόμενο φαινότυπο.

Γ4.
Το ΙΙ4 έχει δύο Χ χρωμοσώματα και ένα Υ, δηλαδή είναι άτομο ΧΧΥ. Ο γονότυπός του είναι $X^AX^\alpha Y$. Δεν πάσχει, επειδή διαθέτει το φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο X^A.

Η ΙΙΙ1 έχει δύο Χ χρωμοσώματα, αλλά πάσχει. Ο γονότυπός της μπορεί να γραφεί ως $X^\alpha X^-$, όπου X^- είναι Χ χρωμόσωμα με έλλειψη στην περιοχή του φυσιολογικού γονιδίου.
Επομένως δεν διαθέτει φυσιολογικό αλληλόμορφο και εκδηλώνει την ασθένεια.

Γ5.
Το ΙΙ4 προέκυψε από μη διαχωρισμό των φυλετικών χρωμοσωμάτων κατά τη μείωση στον πατέρα Ι1. Έτσι δημιουργήθηκε σπερματοζωάριο με X^A και Υ, το οποίο γονιμοποίησε ωάριο με X^α από τη μητέρα Ι2. Το άτομο που προέκυψε ήταν $X^AX^\alpha Y$.

Η ΙΙΙ1 προέκυψε επειδή από τον πατέρα ΙΙ3 μεταβιβάστηκε Χ χρωμόσωμα με έλλειψη στην περιοχή του γονιδίου. Από τη μητέρα ΙΙ2 πήρε το X^α. Έτσι ο γονότυπός της είναι $X^\alpha X^-$ και, επειδή δεν υπάρχει φυσιολογικό αλληλόμορφο, πάσχει.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.
α. Η αλυσίδα Ι έχει προσανατολισμό 5΄ προς 3΄ από αριστερά προς τα δεξιά. Η αλυσίδα ΙΙ έχει προσανατολισμό 3΄ προς 5΄ από αριστερά προς τα δεξιά, γιατί διαβάζοντας την αλυσίδα Ι από τον Y_A προς τα δεξιά εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης 5'AUG3' και ανά τριπλέτα το κωδικόνιο λήξης 5'TAG3'. Ομοίως στην αλυσίδα ΙΙ διαβάζοντας από τον Y_B προς τα αριστερά εντοπίζουμε κωδικόνιο έναρξης 5'AUG3' και ανά τριπλέτα το κωδικόνιο λήξης 5'TAA3'.

β. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην απάντηση της ερώτησης α, η κωδική αλυσίδα του γονιδίου Α είναι η Ι. Η κωδική αλυσίδα του γονιδίου Β είναι η ΙΙ.

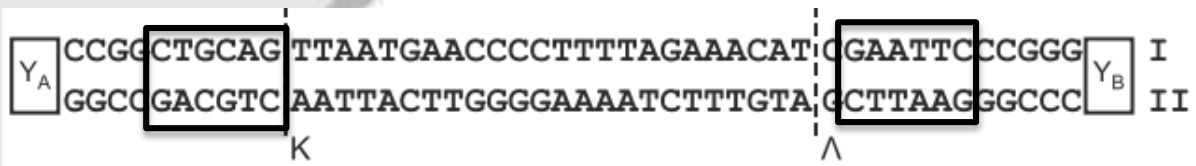
γ. Το ασυνεχές γονίδιο είναι το γονίδιο Β, γιατί ενώ ξέρουμε ότι κωδιοποιεί πενταπεπτίδιο, βλέπουμε 8 κωδικόνια, συμπεριλαμβανομένου του κωδικονίου λήξης. Άρα 6 νουκλεοτίδια (2 κωδικόνια) αποτελούν το εσώνιο.

Δ2.
Με την αναστροφή του τμήματος Κ-Λ αλλάζει ο προσανατολισμός της αλληλουχίας των γονιδίων ως προς τους υποκινητές τους. Παρότι οι υποκινητές παραμένουν στη θέση τους, η RNA πολυμεράση δεν θα οδηγήσει στη φυσιολογική παραγωγή των αντίστοιχων mRNA.

Το γονίδιο Α δεν θα παράγει φυσιολογικό μεταγραφικό παράγοντα ΜΑ. Αφού ο ΜΑ είναι απαραίτητος για την έκφραση του γονιδίου Β, το γονίδιο Β δεν θα εκφραστεί φυσιολογικά. Επομένως, μετά την αναστροφή δεν είναι δυνατή η φυσιολογική έκφραση των δύο γονιδίων.

Δ3.
Θα χρησιμοποιηθούν οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες ΠΕΙ και ΠΕΙΙ.

Οι θέσεις αναγνώρισης των ΠΕΙ και ΠΕΙΙ βρίσκονται εκατέρωθεν του τμήματος DNA που πρέπει να απομονωθεί.



Επιπλέον, οι ίδιες περιοριστικές ενδονουκλεάσες κόβουν το πλασμίδιο σε κατάλληλες θέσεις, ώστε το τμήμα να ενσωματωθεί με συγκεκριμένο προσανατολισμό κάτω από βακτηριακό υποκινητή. Δεν χρησιμοποιείται η ΠΕΙΙΙ, γιατί η θέση της βρίσκεται στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη· αν κοπεί εκεί, οι μετασχηματισμένοι βακτηριακοί κλώνοι δεν θα μπορούν να επιβιώσουν παρουσία αμπικιλίνης.

Δ4.
Το πεπτίδιο δεν θα είναι λειτουργικό. Το γονίδιο Β είναι ασυνεχές ανθρώπινο γονίδιο και περιέχει εσώνιο. Τα βακτήρια δεν πραγματοποιούν ωρίμανση του πρόδρομου mRNA, επειδή δεν διαθέτουν τον μηχανισμό απομάκρυνσης εσωνίων. Επομένως, αν ενσωματωθεί το γονίδιο Β με το εσώνιό του σε βακτήριο, το mRNA που θα παραχθεί δεν θα ωριμάσει σωστά και το πεπτίδιο που θα παραχθεί δεν θα είναι το φυσιολογικό λειτουργικό πενταπεπτίδιο.