

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ 2023 ΗΜΕΡΗΣΙΑ

ΘΕΜΑ Α

A1 → γ

Το δ δεν μπορεί να θεωρηθεί σωστό, αφού η συσπείρωση των αδελφών χρωματιδίων σε βαθμό όμοιο με αυτό των ινιδίων χρωματίνης, που απαντάται στη μεσόφαση του κυτταρικού κύκλου, εμφανίζεται μόνο στην αρχή της πρόφασης. Στη συνέχεια της πρόφασης, οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται περαιτέρω φτάνοντας στο τέλος της πρόφασης, λίγο πριν από την μετάφαση, στον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης των ευκαρυωτικών χρωμοσωμάτων.

A2 → β

A3 → β

A4 → γ

Τα μόρια rRNA συντίθενται εντός του πυρήνα, στην περιοχή του/των πυρηνίσκου/ών του και εξέρχονται από τον πυρήνα, συνδεδεμένα με τις πρωτεΐνες των υπομονάδων των ριβοσωμάτων.

A5 → δ

ΘΕΜΑ Β

B1.

α) α → νερό

β → υπεροξείδιο του υδρογόνου

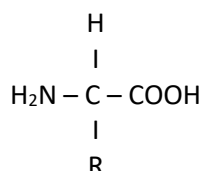
γ → καταλάση

β) Τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες.

γ) Τα μονομερή των ενζύμων είναι τα αμινοξέα.

δ) Τα μονομερή των πρωτεϊνών, άρα και των ενζύμων, είναι τα αμινοξέα και αυτά που μετέχουν στη δομή τους είναι 20, από τα περίπου 170 διαφορετικά που απαντούν στη φύση. Καθένα από αυτά τα 20 διαφορετικά αμινοξέα, διαφέρουν μόνο ως προς την μεταβλητή περιοχή –R (πλευρική ομάδα).

Κάθε αμινοξύ έχει δομή:



B2.

α) Αποικία: Μία αποικία είναι ένα σύνολο από μικροοργανισμούς, που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό. Οι αποικίες είναι ορατές με γυμνό οφθαλμό.

β) Στατική φάση: Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου. Την εκθετική φάση ακολουθεί η στατική φάση, κατά την οποία ο πληθυσμός των βακτηρίων δεν αυξάνεται, λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω συσσώρευσης τοξικών προϊόντων από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών.

γ) Επιχiasμός: Πρώτη μειωτική διαίρεση - Πρόφαση Ι: γ. Ορισμένες φορές, εξαιτίας της σύναψης, είναι δυνατό οι μη αδελφές χρωματίδες των ομόλογων χρωμοσωμάτων, που έχουν γίνει πια ορατές, να «μπερδευτούν» μεταξύ τους. Έτσι δημιουργούνται τα χαρακτηριστικά και ορατά από το οπτικό μικροσκόπιο χιάσματα, στα οποία οι χρωματίδες κόβονται και επανασυγκολλώνται, αφού όμως έχουν ανταλλάξει μεταξύ τους ομόλογα χρωμοσωμικά τμήματα. Το φαινόμενο αυτό, που ονομάζεται επιχiasμός, δίνει τη δυνατότητα στα ομόλογα χρωμοσώματα να ανταλλάξουν μεταξύ τους γονίδια. Αυτό εξασφαλίζει γενετική ποικιλότητα στους οργανισμούς που αναπαράγονται με αμφιγονία.

B3. Εμβόλια: Τα εμβόλια αποτελούνται από νεκρές ή από εξασθενημένες μορφές ενός παθογόνου μικροοργανισμού. Για το σκοπό αυτό, ο παθογόνος μικροοργανισμός αναπτύσσεται σε κυτταροκαλλιέργεια, απομονώνεται και είτε νεκρώνεται είτε απενεργοποιείται (γίνεται μη μολυσματικός), χωρίς βέβαια να χάνει την ικανότητά του να προκαλεί ενεργητική ανοσία. Μολονότι έχουν παραχθεί αποτελεσματικά εμβόλια για μια σειρά από ασθένειες όπως η διφθερίτιδα, ο τέτανος, η ευλογιά και η πολιομυελίτιδα, υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα στην παραγωγή εμβολίων με τον παραπάνω τρόπο. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι:

- Δεν μπορούν όλοι οι μολυσματικοί παράγοντες να αναπτυχθούν σε κυτταροκαλλιέργεια και έτσι δεν έχουν αναπτυχθεί εμβόλια για πολλές ασθένειες.
- Ορισμένοι ιοί των ζώων αναπτύσσονται με αργό ρυθμό σε κυτταροκαλλιέργειες και συνεπώς η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή, άρα και τα εμβόλια γίνονται πολύ ακριβά.
- Χρειάζονται μεγάλες προφυλάξεις, για να μην εκτεθεί το προσωπικό που κατασκευάζει τα εμβόλια στον παθογόνο παράγοντα.
- Δεν είναι όλα τα εμβόλια αποτελεσματικά για μια ασθένεια π.χ. για τον ιό του AIDS γίνονται συνεχείς ανεπιτυχείς προσπάθειες κατασκευής εμβολίου.

B4. Το φύλλο λεμονιάς αποτελεί φωτοσυνθέτοντα ιστό του φυτού. Έτσι, η πρωτεϊνοσύνθεση λαμβάνει χώρα στα εξής διαμερίσματα ενός κυττάρου του φύλλου του φυτού της λεμονιάς:

- i. Κυτταρόπλασμα, όπου υπάρχουν ριβοσώματα σε αυτό, δηλαδή ειδικά στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο αλλά και ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα.
- ii. Χλωροπλάστες, οι οποίοι όλοι διαθέτουν τα δικά τους ριβοσώματα.
- iii. Μιτοχόνδρια, τα οποία όλα διαθέτουν τα δικά τους ριβοσώματα.

Γνωρίζουμε ότι στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρουσιάζεται με δύο μορφές, το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο και το λείο ενδοπλασματικό δίκτυο. Το αδρό ενδοπλασματικό

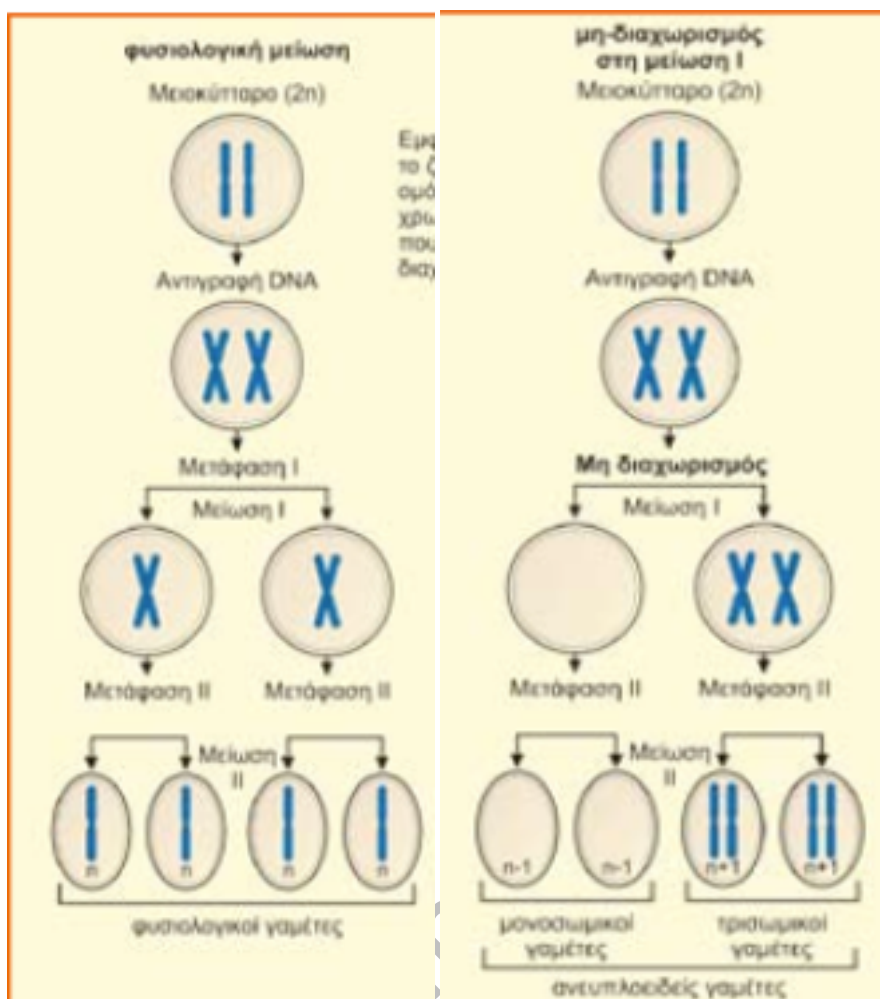
δίκτυο φέρει στην εξωτερική επιφάνεια των μεμβρανών του μικρούς σχηματισμούς, τα ριβοσώματα. Οι σχηματισμοί αυτοί δεν περιβάλλονται από μεμβράνη και αποτελούνται από rRNA και πρωτεΐνες. Στα ριβοσώματα γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση. Στη συνέχεια οι πρωτεΐνες που συντίθενται εισέρχονται στο εσωτερικό των αγωγών. Εκεί ενδέχεται να υποστούν τροποποιήσεις (π.χ. προσθήκη σακχάρων). Ριβοσώματα υπάρχουν όχι μόνο στην επιφάνεια των μεμβρανών του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου, αλλά και ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα, καθώς επίσης και στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.

Στη μήτρα του μιτοχονδρίου, όπως και στο στρώμα του χλωροπλάστη, υπάρχουν DNA, ένζυμα και ριβοσώματα. Τα οργανίδια δηλαδή αυτά διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό, που τους εξασφαλίζει μια σχετική γενετική αυτοδυναμία. Χάρη σ' αυτό το μηχανισμό μπορούν να παράγουν ορισμένες πρωτεΐνες και να διπλασιάζονται ανεξάρτητα από το διπλασιασμό του κυττάρου.

B5. Ένας τρόπος βελτίωσης της φυτικής και ζωικής παραγωγής είναι οι ελεγχόμενες από τον άνθρωπο διασταυρώσεις φυτών και ζώων. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιείται επιλογή φυτών και ζώων που έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως φυτά με μεγάλο μέγεθος καρπών, με ανθεκτικότητα σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες ή ζώα που παράγουν μεγάλη ποσότητα κρέατος. Οι οργανισμοί αυτοί διασταυρώνονται με σκοπό τη δημιουργία απογόνων με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Αυτός ο τρόπος βελτίωσης της παραγωγής είναι χρονοβόρος και επίπονος, επειδή απαιτούνται συνεχείς διασταυρώσεις. Επιπλέον οι απόγονοι που προκύπτουν φέρουν συνήθως ορισμένους μόνο από τους επιθυμητούς χαρακτήρες μαζί με άλλες μη επιθυμητές ιδιότητες.

Είναι φανερό ότι η χρησιμοποίηση διαγονιδιακών φυτών και ζώων για την αύξηση της φυτικής και ζωικής παραγωγής παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της κλασικής μεθόδου των διασταυρώσεων. Αυτά επιγραμματικά είναι τα παρακάτω:

- Επιλογή και προσθήκη μόνο επιθυμητών ιδιοτήτων με ταυτόχρονη διατήρηση των παλαιών επιθυμητών χαρακτηριστικών.
- Ταχύτατη παραγωγή βελτιωμένων φυτών και ζώων σε σχέση με παραδοσιακές τεχνικές.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Στο παραπάνω σχήμα εμφανίζεται μόνο το ζεύγος των ομολόγων χρωμοσωμάτων που υφίσταται τον μη διαχωρισμό, δηλαδή το 11^ο ζεύγος.

α) Μη διαχωρισμός ομολόγων χρωμοσωμάτων.

β) $38 = 2n$ χρωμοσώματα.

γ) **Κύτταρο Α** = 20 χρωμοσώματα με μορφή αδελφών χρωματίδων ενωμένων στο/α κεντρομερίδιο/α τους.

Αρα:

Κύτταρο Α = 40 μόρια DNA.

και

Κύτταρο Β = 18 χρωμοσώματα με μορφή αδελφών χρωματίδων ενωμένων στο/α κεντρομερίδιο/α τους.

Αρα:

Κύτταρο Β = 36 μόρια DNA.

δ) Γαμέτες προερχόμενοι από το κύτταρο Α: 20 χρωμοσώματα.

Γαμέτες προερχόμενοι από το κύτταρο Β: 18 χρωμοσώματα.

Γ2. Γνωρίζουμε ότι ο όρος γονιδιακή έκφραση αναφέρεται συνήθως σε όλη τη διαδικασία με την οποία ένα γονίδιο ενεργοποιείται, για να παραγάγει μια πρωτεΐνη. Όμως σε κάθε κύτταρο δεν παράγονται όλες οι πρωτεΐνες σε κάθε χρονική στιγμή. Επιπλέον, επειδή το κύτταρο χρειάζεται κάθε πρωτεΐνη σε συγκεκριμένη ποσότητα, οι πρωτεΐνες ενός κυττάρου δεν παράγονται σε ίσες ποσότητες. Αν λοιπόν όλα τα γονίδια δούλευαν με τον ίδιο ρυθμό, ορισμένες πρωτεΐνες θα παράγονταν σε μεγάλες ποσότητες και άλλες σε ποσότητες που δε θα επαρκούσαν. Έτσι, είναι απαραίτητη η ύπαρξη και η λειτουργία ενός προγράμματος ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης, που παρέχει τις οδηγίες για το είδος και την ποσότητα των πρωτεϊνών οι οποίες πρέπει να παραχθούν σε κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού, σε αντίθεση με τα κύτταρα που ανήκουν σε ένα βακτηριακό στέλεχος και είναι πανομοιότυπα μεταξύ τους, διαφέρουν στη δομή και στη λειτουργία τους. Η ζωή αρχίζει, όταν ένα γονιμοποιημένο ωάριο διαιρείται με μίτωση και παράγει τρισεκατομμύρια κύτταρα, που έχουν τα ίδια γονίδια. Στα αρχικά στάδια της εμβρυογένεσης τα κύτταρα εξειδικεύονται, για να εκτελέσουν επιμέρους λειτουργίες και η διαδικασία αυτή ονομάζεται κυτταρική διαφοροποίηση. Τα κύτταρα ενός πολύπλοκου πολυκύτταρου οργανισμού, όπως τα νευρικά, τα μυϊκά, τα ηπατικά, διαφέρουν στη μορφή και στη λειτουργία τους, αλλά έχουν όλα το ίδιο γενετικό υλικό, άρα και τα ίδια γονίδια. Τι τα κάνει τότε να διαφέρουν τόσο πολύ; Μολονότι όλα τα κύτταρα έχουν τις ίδιες γενετικές οδηγίες, έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που τους επιτρέπουν να εκφράζουν τη γενετική τους πληροφορία επιλεκτικά και να ακολουθούν μόνο τις οδηγίες που χρειάζονται κάθε χρονική στιγμή. Κάθε κυτταρικός τύπος έχει εξειδικευμένη λειτουργία και πρέπει να υπάρχει πλήρης συντονισμός των λειτουργιών όλων των κυττάρων. Γι' αυτό, η τελειοποίηση των συστημάτων ελέγχου είναι αναγκαία και λόγω της μεγαλύτερης πολυπλοκότητας των ευκαρυωτικών κυττάρων, αλλά και επειδή πρέπει να ελεγχθεί προσεκτικά η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών. Κατά συνέπεια, η ρύθμιση των γονιδίων στα ευκαρυωτικά κύτταρα γίνεται σε πολλά επίπεδα. Στη μεταγραφή, στη μετά-μεταγραφή, στη μετάφραση, στη μετά-μετάφραση.

Γνωρίζουμε ακόμη ότι DNA βιβλιοθήκη είναι η συλλογή κλωνοποιημένων τμημάτων DNA που είτε αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το γονιδίωμα (**γονιδιωματική βιβλιοθήκη**) ή αντιπροσωπεύουν DNA αντίγραφα του ολικού mRNA που παράγεται από ένα κύτταρο ή ιστό (**cDNA βιβλιοθήκη**).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω και με βάση τα δεδομένα μας:

Στην cDNA βιβλιοθήκη του ηπατικού και του παγκρεατικού κυττάρου θα εκφράζονται κάποια κοινά γονίδια όπως π.χ. τα γονίδια της RNA πολυμεράσης και τα γονίδια των πρωτεϊνών των ριβοσωμάτων. Αυτά οδηγούν στους κοινούς κλώνους των δύο βιβλιοθηκών. Αλλά στα δύο όργανα του σώματος θα εκφράζονται και διαφορετικά γονίδια, όπως το γονίδιο της α₁-αντιθρυψίνης στα ηπατικά και της ινσουλίνης στα παγκρεατικά κύτταρα. Αυτά οδηγούν στους διαφορετικούς κλώνους των δύο βιβλιοθηκών.

Γ3. Οι δύο αυτές γονιδιωματικές βιβλιοθήκες αναμένεται ότι θα είναι μεταξύ τους διαφορετικές.

Αιτιολόγηση:

Γνωρίζουμε ότι η μείωση, σε συνδυασμό με τη γονιμοποίηση, διασφαλίζει στο δημιουργούμενο ζυγωτό μια πλήρη διπλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων και γονιδίων. Έτσι ο οργανισμός που θα προέλθει από αυτό εκδηλώνει, όπως οι γονείς του και τα αδέρφια του, το σύνολο των βασικών γνωρισμάτων που προσδιορίζει το είδος τους.

Ταυτόχρονα όμως κάθε οργανισμός έχει πάρει από τους γονείς του, μέσω των γαμετών τους, μια συλλογή χρωμοσωμάτων και γονιδίων, που είναι απίθανο να υπάρχει σε κάποιο από τα αδέρφια του. Αυτή η μοναδική συλλογή αποκτάται, όπως είδαμε, χάρη στους δύο μηχανισμούς, τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων και τον επιχiasμό.

Χάρη στον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων δημιουργείται ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων και συνεπώς ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς γονιδίων, που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα.

Η απλοειδής σειρά χρωμοσωμάτων συμβολίζεται με n . Η διπλοειδής, αντίστοιχα, συμβολίζεται με $2n$. Στον άνθρωπο, για παράδειγμα, $n = 23$ και $2n = 46$. Όταν ένα κύτταρο με $2n$ χρωμοσώματα υφίσταται μείωση για την παραγωγή γαμετών, τότε οι διαφορετικοί συνδυασμοί μη ομόλογων χρωμοσωμάτων που μπορούν να εμφανιστούν σε διαφορετικούς γαμέτες (απλοειδή n κύτταρα) που θα προκύψουν από αυτήν είναι 2^n . Αυτό για τον άνθρωπο σημαίνει ότι κάθε γονέας έχει καταθέσει σε κάθε γαμέτη του τον έναν από τους 2^{23} συνδυασμούς που μπορεί να παραγάγει.

Στον άνθρωπο είναι γνωστό ότι ένα φυσιολογικό αρσενικό άτομο έχει 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα ζεύγος XY φυλετικών χρωμοσωμάτων που διαχωρίζονται ως ζεύγος ομόλογων κατά την ανάφαση της μείωσης Ι. Έτσι ένα σπερματοζωάριο μπορεί να φέρει είτε το X είτε το Y φυλετικό χρωμόσωμα.

Σε αντίθεση με τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων, ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα την αναδιανομή των γονιδίων που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα, ο επιχiasμός ανασυνδυάζει γονίδια που βρίσκονται στο ίδιο το ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Αυτό συμβαίνει, γιατί με την ανταλλαγή αντίστοιχων τμημάτων, που γίνεται μεταξύ των μη αδελφών χρωματίδων των ομόλογων χρωμοσωμάτων, ανταλλάσσονται και γονίδια.

Ο συνδυασμός των δύο μηχανισμών που αναφέρθηκαν έχει ως συνέπεια σε κάθε γαμέτη να αντιπροσωπεύεται ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα και ταυτόχρονα ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα.

Η μοναδική περίπτωση που αυτό δεν συμβαίνει είναι η περίπτωση των αμιγών στελεχών (καθαρών σειρών φυτών ή ζώων, προϊόντων επιλεκτικών διασταυρώσεων ή απομονωμένων περιοχών). Στους ανθρώπινους πληθυσμούς κάτι τέτοιο δεν απαντάται σήμερα. Σε κάθε περίπτωση πάντως οι γαμέτες θα διέφεραν ανά δυο ως προς τα φυλετικά χρωμοσώματα X και Y.

Γ4.

Οι ζητούμενες απαντήσεις είναι:

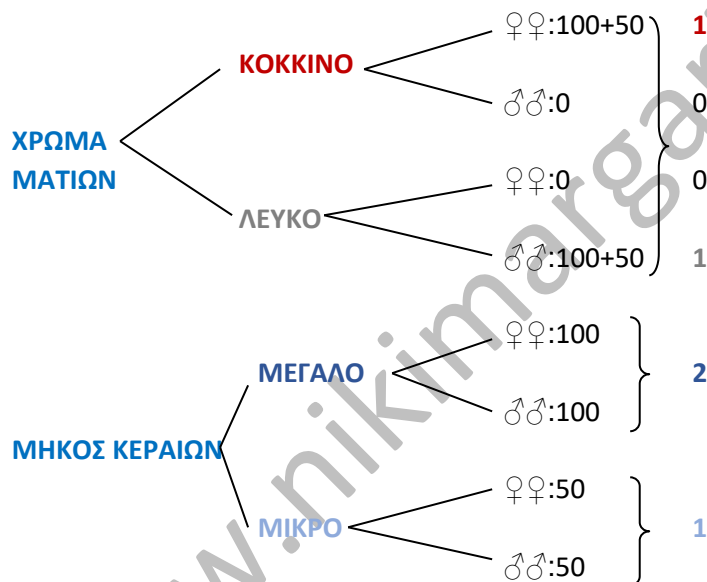
- ❖ Τρόπος κληρονόμησης για τον κάθε εξεταζόμενο χαρακτήρα του συγκεκριμένου είδους εντόμου:
 - **Χρώμα Ματιών:** Ο χαρακτήρας χρώμα ματιών στο έντομο αυτό, ελέγχεται με **φυλοσύνδετο τρόπο** κληρονομικότητας.
 - **Μήκος Κεραιών:** Ο χαρακτήρας μήκος των κεραιών του εντόμου ελέγχεται από ένα γενετικό τόπο A, **αυτοσωμικού χρωμοσώματος**.
- ❖ Γονότυποι των γονέων: **Αρσενικός γονέας:** $X^KYA^MA^\theta$ & **Θηλυκός γονέας:** $X^KX^KA^\theta A^\theta$

❖ Αιτιολόγηση:

Έχουμε τη διασταύρωση:

P: ♂[**KOKKINA MATIA**, **ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ**] x ♀[**ΛΕΥΚΑ MATIA**, **ΜΙΚΡΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ**]

η οποία δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα απογόνων:



Τα παραπάνω μπορούν να εξηγηθούν θεωρώντας ότι:

Ο χαρακτήρας χρώμα ματιών στο έντομο αυτό, ελέγχεται με φυλοσύνδετο τρόπο κληρονομικότητας. Έστω ο γενετικός τόπος K του X φυλετικού χρωμοσώματος για τον οποίο δεν υπάρχει ομόλογος στο Y φυλετικό χρωμόσωμα. Το γονίδιο K (K,κ) έχει δύο αλληλόμορφα K>κ. Το αλληλόμορφο K είναι επικρατές του κ και υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα. Το αλληλόμορφο κ είναι υπεύθυνο για το λευκό χρώμα.

Άτομα με γονότυπο: X^KX^K , X^KY , X^KX^k έχουν **κόκκινα μάτια**.

Άτομα με γονότυπο: X^kY και X^kX^k έχουν **λευκά μάτια**.

Ο χαρακτήρας μήκος των κεραιών του εντόμου ελέγχεται από ένα γενετικό τόπο A, αυτοσωμικού χρωμοσώματος.

Ο γενετικός τόπος A φέρει το γονίδιο A (A^M , A^μ , A^θ) με $A^M > A^\mu > A^\theta$.

Το αλληλόμορφο A^M είναι το επικρατές όλων και υπεύθυνο για το **μεγάλο μήκος κεραιών**.

Το αλληλόμορφο A^M είναι το αμέσως επόμενο σε σειρά επικρατείας και υπεύθυνο για το μικρό μήκος κεραιών του εντόμου.

Το αλληλόμορφο A^θ είναι το πλέον υπολειπόμενο και είναι επίσης και εμβρυακό θνησιγόνο σε ομόζυγη κατάσταση.

Έτσι άτομα με γονότυπο: $A^M A^\theta$ έχουν μεγάλες κεραίες.

Όπου – μπορεί να είναι μ ή θ.

Άτομα με γονότυπο: $A^M A^\theta$ έχουν μικρές κεραίες.

Άτομα με γονότυπο: $A^\theta A^\theta$ δεν επιβιώνουν μέχρι τη γέννηση.

Πράγματι, έχουμε λοιπόν τη διασταύρωση:

P: $X^K Y A^M A^\theta \times X^K X^K A^M A^\theta$

Επειδή για τα γονίδια K και A ισχύει ο 2^{ος} νόμος του Mendel, μπορούν να μελετηθούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Ως προς το γονίδιο K:

P: $\sigma X^K Y \times \phi X^K X^K$

***γαμέτες:** $X^K, Y / X^K, X^K$

F₁: $X^K X^K : X^K Y$

Ως προς το γονίδιο A:

P: $\sigma A^M A^\theta \times \phi A^M A^\theta$

***γαμέτες:** $A^M, A^\theta / A^M, A^\theta$

F₁: $A^M A^M : A^M A^\theta : A^M A^\theta : A^\theta A^\theta$

Ο συνδυασμός των παραπάνω γονοτύπων δίνει:

Διασταύρωση ως προς το γονίδιο A \ Διασταύρωση ως προς το γονίδιο K	$X^K X^K$	$X^K Y$
$A^M A^M$	$A^M A^M X^K X^K$	$A^M A^M X^K Y$
$A^M A^\theta$	$A^M A^\theta X^K X^K$	$A^M A^\theta X^K Y$
$A^\theta A^\theta$	$A^\theta A^\theta X^K X^K$	$A^\theta A^\theta X^K Y$

Συνεπώς η γονοτυπική έκφραση της διασταύρωσης, που μας δίνεται είναι:

P: $A^M A^\theta X^K Y \times A^M A^\theta X^K X^K$

F₁: Γονοτυπική αναλογία: $A^M A^M X^K X^K \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [MK] \phi\phi$

$A^M A^M X^K Y \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [MK] \sigma\sigma$

$A^M A^\theta X^K X^K \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [MK] \phi\phi$

$A^M A^\theta X^K Y \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [MK] \sigma\sigma$

$A^\theta A^\theta X^K X^K \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [\mu K] \phi\phi$

$A^\theta A^\theta X^K Y \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} [\mu K] \sigma\sigma$

$$1:1:1:1:1:1 \xrightarrow{\text{Φαινότυπος}} \begin{array}{l} 2[\text{MK}] \text{ ♀♀} \\ 2[\text{Mκ}] \text{ ♂♂} \\ 1[\text{μK}] \text{ ♀♀} \\ 1[\text{μκ}] \text{ ♂♂} \end{array}$$

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι επιβεβαιώνεται η υπόθεσή μας για τον τρόπο κληρονομής του κάθε χαρακτήρα του εξεταζόμενου εντόμου.

*Οι γαμέτες προκύπτουν σύμφωνα με τους νόμους του Mendel. Θεωρούμε ότι το δείγμα είναι στατιστικώς αξιόπιστο και ότι δεν υπάρχουν καινοφανείς μεταλλάξεις.

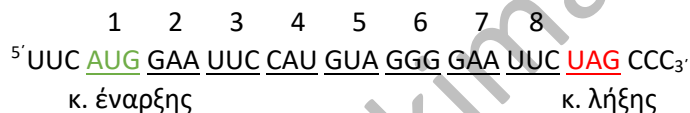
Σημείωση: Θεωρούμε ότι μελετώνται αποκλειστικά οι γενετικοί τόποι που ελέγχουν τους αναφερόμενους στην άσκηση χαρακτήρες του εντόμου. Οι χαρακτήρες επίσης θεωρούνται μονογονιδιακοί.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α) Πρόδρομο mRNA:



Ώριμο mRNA:



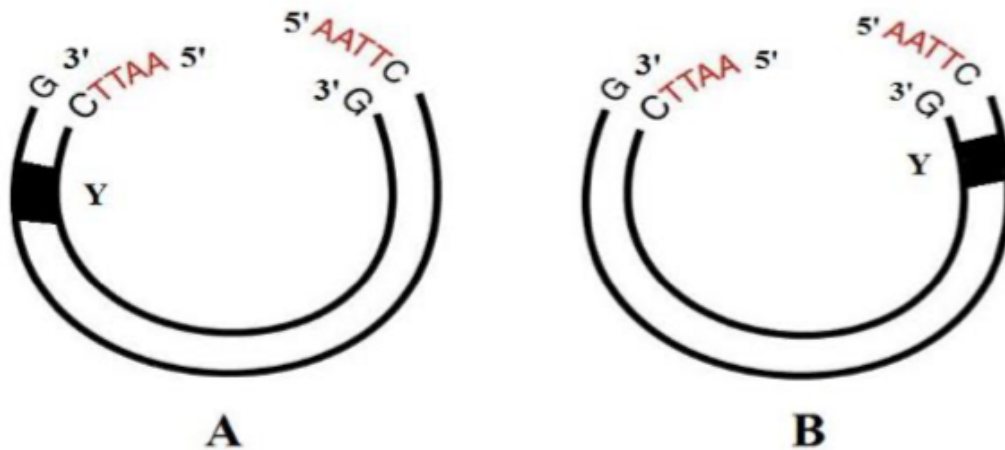
β) Το άμεσα κωδικοποιούμενο ολιγοπεπτίδιο από τα ριβοσώματα, **αποτελείται από οκτώ (8) αμινοξέα**. Δεν λαμβάνουμε υπόψη μας τις ενδεχόμενες μετα-μεταφραστικές τροποποιήσεις ώστε το ολιγοπεπτίδιο να καταστεί λειτουργικό.

Δ2.

α) Η ζητούμενη αλληλουχία είναι:



β) **Διερευνούμε** την πιθανή θέση πέψης του πλασμιδιακού φορέα κλωνοποίησης και την πιθανή θέση του υποκινητή του γονιδίου του, που πέπτεται μοναδικά από την *EcoRI*:



Η αλληλουχία που προσδιορίσαμε στο αμέσως παραπάνω υποερώτημα μπορεί να τοποθετηθεί σε καθένα από τα δυο παραπάνω πλασμίδια (Α και Β) που έχουν υποστεί πέψη με την *EcoRI* είτε ως έχει (**διάταξη Χ**):



Είτε αφού περιστραφεί κυκλικά κατά 180° γύρω από ένα νοητό σημείο της, στο μέσο του εσωνίου της (**διάταξη Ω**).

Διάταξη Χ -πλασμίδιο Α:

Το προϊόν της μεταγραφής: $5' \text{GAAUUC} \text{AUG} \text{AAA} \text{GGG} \text{UAG} \text{GGGAAUUC}_3'$
 ↓ ↓ ↓
 μεταφράζεται στο τριπεπτίδιο: **H₂N-Met-Lys-Gly-COOH**

Διάταξη Ω -πλασμίδιο Α:

Το προϊόν της μεταγραφής: $5' \text{GAAUUC} \text{CCCCUACCCUUC} \text{AUGGAUUC}_3'$
δεν μεταφράζεται, αφού δεν φέρει κωδικόνιο έναρξης $5' \text{AUG}_3'$.

Διάταξη Χ -πλασμίδιο Β:

Το προϊόν της μεταγραφής: $5' \text{GAAUUC} \text{CCCCUACCCUUC} \text{AUGGAUUC}_3'$
δεν μεταφράζεται εφόσον δεν διαθέτει κωδικόνιο έναρξης $5' \text{AUG}_3'$.

Διάταξη Ω -πλασμίδιο Β:

Το προϊόν της μεταγραφής: $5' \text{GAAUUC} \text{AUG} \text{AAA} \text{GGG} \text{UAG} \text{GGGAAUUC}_3'$
 ↓ ↓ ↓
 μεταφράζεται στο τριπεπτίδιο: **H₂N-Met-Lys-Gly-COOH**

Τα κωδικόνια του ανασυνδυασμένου φορέα κλωνοποίησης, που μεταφράζονται στο βακτήριο ξενιστή, είναι σε κάθε περίπτωση όπως αναλύθηκε παραπάνω:



Το κωδικόνιο λήξης $5' \text{TGA}_3' / 5' \text{UGA}_3'$ δεν μεταφράζεται καθώς δεν υπάρχουν tRNA μόρια με συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο κωδικόνιο.

Επίσης δεδομένου ότι τα βακτήρια δεν διαθέτουν μηχανισμό ωρίμανσης του mRNA, δεν θα συμβεί εντός του ξενιστή-βακτηρίου, ωρίμανση του mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του ετερόλογου τμήματος. Έτσι το εσώνιο θα οδηγεί σε εμφάνιση πρόωρου κωδικονίου λήξης ($5' \text{UGA}_3'$).

Επιπλέον καθώς η θέση αναγνώρισης από την περιοριστική ενδονουκλεάση στην αρχή του ετερόλογου γονιδίου αποκόπτει το αρχικό $5' \text{ATG}_3'$ του ετερόλογου γονιδίου, τώρα – μετά τον ανασυνδυασμό με τον φορέα κλωνοποίησης του ετερόλογου θραύσματος – η μετάφρασή του εντός του βακτηρίου ξενιστή θα ξεκινήσει από το $5' \text{AUG}_3'$ που βρίσκεται αμέσως πριν από το εσώνιο και έτσι με βήμα τριπλέτας συνεχόμενα και μη-επικαλυπτόμενα όπως κινείται το ριβόσωμα πάνω στο παραγόμενο mRNA θα συναντήσει ως 4^ο κωδικόνιο, την τριπλέτα νουκλεοτιδίων $5' \text{UGA}_3'$ η οποία αντιστοιχεί σε κωδικόνιο λήξης.

Δ3. α) Αλυσίδα I: $3' \text{-----} 5'$
 $5' \text{GUCUAU}_3' \leftarrow$ Υβριδοποίηση ανιχνευτή
 Αλυσίδα II: $5' \text{-----} 3'$

Όπου ----- αντιστοιχεί στη δοσμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων.

β) Διερευνούμε την πιθανή θέση του υποκινητή του γονιδίου rRNA ώστε να προσδιορίσουμε την κωδική του αλυσίδα, η οποία θα πρέπει σε ένα τμήμα της να είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA που προσδιορίσαμε στο υποερώτημα Δ1β.

Η 5' ΑΜ περιοχή του mRNA είναι:

$5' \text{---UUC---} 3'$

Επομένως το rRNA θα πρέπει να διαθέτει την αλληλουχία:

$3' \text{---AAG---} 5'$

Συνεπώς, η κωδική αλυσίδα του γονιδίου του rRNA είναι η αλυσίδα I και ο υποκινητής του γονιδίου βρίσκεται δεξιά. Ως εκ τούτου, το παραγόμενο κατά τη μεταγραφή μόριο rRNA θα είναι:

$3' \text{UACAGAGAGAUUAUACGGUAGUCAGAU} \text{AAGUA} 5'$

Δ4. Αλληλουχία rRNA μήκους οκτώ (8) νουκλεοτιδίων είναι:

$- 3' \text{ACAGAGAG} 5' -$

Κωδική αλυσίδα του γονιδίου της εικόνας 4: **Η αλυσίδα IV.**

Αιτιολόγηση:

Γνωρίζουμε ότι 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 και της αντιπαράλληλίας των βάσεων. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε $5' \text{AUG}_3'$ και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ

μεθειονίνη. Όμως δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού ως πρώτο αμινοξύ μεθειονίνη.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω και με βάση τα δεδομένα της άσκησης, δεδομένου ότι στο υποερώτημα Δ3β προσδιορίστηκε η αλληλουχία του rRNA μορίου που προκύπτει από το γονίδιο της εικόνας 2 και μετά από διερεύνηση των πιθανών πλαισίων ανάγνωσης του γονιδίου της εικόνας 4, συνάγουμε ότι η κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα IV του γονιδίου της εικόνας 4, παρόλο που και στις δύο αλυσίδες (III, IV) του γονιδίου 4 διαθέτουν πλαίσιο ανάγνωσης ($5' \text{ATG-3x-}\text{AHEH}\Sigma_3'$). Ωστόσο μόνο η αλληλουχία της αλυσίδας IV πληροί την προϋπόθεση να είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη τοπικά κατά 8 νουκλεοτίδια, πριν από το κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης $5' \text{ATG}_3'$ με το 3' άκρο (μήκους επίσης τοπικά 8 νουκλεοτιδίων) του μορίου του rRNA, που προκύπτει από τη μεταγραφή του γονιδίου της εικόνας 2.