

ΓΙΓΑΝΤΙΑΙΑ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΑ

Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών οργανισμών είναι γραμμικά μόρια DNA που εντοπίζονται στον πυρήνα κάθε κυττάρου και συνιστούν τα **χρωμοσώματά** του. Σε κάθε χρωμόσωμα το μόριο του DNA είναι ενωμένο με πρωτεΐνες που ονομάζονται ιστόνες. Πριν τη διαίρεση του κυττάρου τα μόρια DNA διπλασιάζονται και κάθε χρωμόσωμα αποτελείται πλέον από δύο μόρια DNA συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο. Όταν το κύτταρο είναι σε φάση ηρεμίας, η συσπείρωση του DNA των χρωμοσωμάτων είναι μικρή και τα χρωμοσώματα δεν είναι εμφανή στο οπτικό μικροσκόπιο. Αντίθετα, τα χρωμοσώματα καθίστανται ορατά στο οπτικό μικροσκόπιο κατά τη φάση της κυτταρικής διαίρεσης και συγκεκριμένα στη μετάφαση, οπότε και είναι δυνατή η απεικόνισή τους.

A. Ο αφρικανικός ελέφαντας είναι είδος που χαρακτηρίζεται από 56 χρωμοσώματα. Το φύλο των αφρικανικών ελεφάντων καθορίζεται όπως στον άνθρωπο.

1. Να συμπληρώσετε κατάλληλα σε πίνακα τον αριθμό των χρωμοσωμάτων, των μορίων DNA, των χρωματίδων και των ινιδίων χρωματίνης στα διάφορα κύτταρα ελέφαντα που αναγράφονται.

2. Πόσα φυλετικά και πόσα αυτοσωμικά χρωμοσώματα υπάρχουν σε ένα επιθηλιακό κύτταρο ελέφαντα και πόσα σε έναν γαμέτη του; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

3. Πώς ονομάζεται η απεικόνιση των χρωμοσωμάτων του ελέφαντα, με ποιο τρόπο είναι δυνατή η απεικόνισή τους και ποιες πληροφορίες αντλούν οι ερευνητές από αυτήν;

B. Στον πεπτικό σωλήνα του ελέφαντα συμβιώνουν φυσιολογικά πλήθος προκαρυωτικών κυττάρων, τα οποία συμβάλλουν στην πέψη των τροφών του ζώου. Μετά την απομόνωση ενός προκαρυωτικού κυττάρου από τον εντερικό σωλήνα ελέφαντα διαπιστώθηκε ότι αυτό διέθετε το κύριο μόριο DNA του και 6 πλασμίδια. Ποια μόρια ονομάζονται πλασμίδια και ποιος είναι ο ρόλος τους για τα προκαρυωτικά κύτταρα;

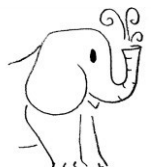
Απαντήσεις

A. 1. Προκειμένου να συμπληρώσουμε σωστά τον πίνακα και να απαντήσουμε στα ερωτήματα πρέπει να γνωρίζουμε ότι:

- Κάθε σωματικό κύτταρο διαθέτει όλα τα χρωμοσώματα που χαρακτηρίζουν το είδος που μελετούμε. Συγκεκριμένα, κάθε σωματικό κύτταρο διαθέτει ζεύγη χρωμοσωμάτων, που ονομάζονται και ομόλογα χρωμοσώματα.
- Κάθε χρωμόσωμα αποτελείται από ένα μόριο DNA πριν την αντιγραφή του γενετικού υλικού και από δύο μόρια DNA μετά την αντιγραφή.
- Κατά τη διάρκεια της μεσόφασης τα μόρια DNA είναι αναδιπλωμένα και πακεταρισμένα με τη βοήθεια πρωτεϊνών και κάθε ένα από αυτά αποτελεί ένα ινίδιο χρωματίνης, μία δομή που θυμίζει κομπολόι με χάνδρες.
- Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα με το κεντρομερίδιο.
- Κατά την κυτταρική διαίρεση οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται και στο τέλος της μίτωσης οι αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται πλήρως, προκειμένου το κάθε ένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα να αποκτήσει μία χρωματίδα από κάθε χρωμόσωμα.
- Οι γαμέτες είναι κύτταρα απλοειδή, συνεπώς διαθέτουν το μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από εκείνον των σωματικών.

Συνεπώς, ο αριθμός των χρωμοσωμάτων, των μορίων DNA, των χρωματίδων και των ινιδίων χρωματίνης στα διάφορα κύτταρα του ελέφαντα είναι:

- **Σημείωση:** **n** ο απλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων **2n** ο διπλοειδής
- Στον πίνακα αναφέρονται και οι φάσεις της μείωσης
- Το ίδιο ισχύει και στον άνθρωπο



	χρωμοσώματα	Ινίδια χρωματίνης	Μόρια DNA	Αδελφές χρωματίδες
Σωματικό στη μεσόφαση πριν την αντιγραφή	56 (2n) (1 χρωματίδα)	56(2n)	56(2n)	—
Σωματικό στη μεσόφαση μετά την αντιγραφή	56 (2n) διπλασιασμένα	112 (4n)	112(4n)	112 (4n) (56 ζεύγη) μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κάθε χρωματίδα αποτελείται από ένα ινίδιο χρωματίνης. Δεν παρουσιάζει ακόμα μέγιστη συσπείρωση
Μετάφαση μίτωσης	56 (2n) (διπλασιασμένα)	—	112 (4n)	112(4n) (56 ζεύγη)
Ανάφαση	112* (2n+2n) (1 χρωματίδα)	—	112(2n+2n)	112*(2n+2n) (βρίσκονται στο ίδιο κύτταρο αλλά δεν είναι συνδεδεμένες στο κεντρομερίδιο.
Τέλος μίτωσης	56(2n)	56(2n)	56(2n)	—
Γαμέτης	28(n)	28(n)	28(n)	—
Μετάφαση I	56 (2n)	—	112 (4n)	112(4n) (56 ζεύγη)
Ανάφαση I	56(n+n) διπλασιασμένα	—	112(n+n)	112(n+n) (56 ζεύγη)
Τέλος μείωσης I	28(n) (διπλασιασμένα)	56(n)	56(n)	—
Μετάφαση II	28(n) (διπλασιασμένα)	—	56(n)	56 (n)(28 ζεύγη)
Ανάφαση II	56*(n+n) (28+28) 1 χρωματίδα=1 χρωμόσωμα	—	56*(n+n)	56*(n+n) (βρίσκονται στο ίδιο κύτταρο αλλά δεν είναι συνδεδεμένες στο κεντρομερίδιο)
Τέλος μείωσης II	28(n)	28(n)	28(n)	—

Σημείωση: Τα ινίδια χρωματίνης στην πραγματικότητα δεν είναι ένα μετρήσιμο μέγεθος. Μιλάμε για δίκτυο ινιδίων χρωματίνης.

2. Στα σωματικά κύτταρα του ανθρώπου υπάρχουν 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Το 23^ο ζεύγος είναι τα φυλετικά χρωμοσώματα και στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο όμοια X χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά άτομα από ένα X χρωμόσωμα και ένα μικρότερο σε μέγεθος Y χρωμόσωμα. Τα φυλετικά χρωμοσώματα σχετίζονται με τον καθορισμό του φύλου του ατόμου, καθώς η παρουσία του Y χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο και η απουσία του το θηλυκό. Δεδομένου ότι το φύλο στον ελέφαντα καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, σε ένα επιθηλιακό κύτταρο ελέφαντα υπάρχουν 54 αυτοσωμικά και 2 φυλετικά χρωμοσώματα (XX εάν ο ελέφαντας είναι θηλυκός και XY εάν είναι αρσενικός). Ένας γαμέτης περιέχει τα μισά χρωμοσώματα, δηλαδή 28, ένα από κάθε ζεύγος αυτοσωμικών και ένα από τα φυλετικά. Συνεπώς, σε έναν γαμέτη ελέφαντα υπάρχουν 27 αυτοσωμικά και ένα φυλετικό χρωμόσωμα.

3. Η απεικόνιση των χρωμοσωμάτων ενός οργανισμού και η ταξινόμησή τους κατά σειρά ελαττούμενου μεγέθους ονομάζεται καρυότυπος. **Η μελέτη του καρυότυπου ενός οργανισμού παρέχει πληροφορίες για:**

- τον αριθμό και τη μορφολογία των χρωμοσωμάτων που είναι ενδεικτικός του είδους του οργανισμού,
- πιθανές χρωμοσωμικές ανωμαλίες (μεταβολές στον αριθμό ή την κατασκευή των χρωμοσωμάτων),
- το φύλο του ατόμου.

Τα διαδοχικά βήματα που επιτελούνται για την απεικόνιση των χρωμοσωμάτων ενός ατόμου σε καρυότυπο είναι:

- 1. Απομόνωση** σωματικών κυττάρων του ατόμου, τα οποία πρέπει να βρίσκονται στη φάση της μίτωσης. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά, είτε από καλλιέργειες κυττάρων, στις οποίες επάγεται *in vitro* η κυτταρική διαίρεση με τη χρήση ουσιών που έχουν μιτογόνο δράση (επάγουν μίτωση).
- 2. Αναστολή** (παύση) της κυτταρικής διαίρεσης στη μετάφαση με τη χρήση κατάλληλων ουσιών. Το βήμα αυτό

πραγματοποιείται προκειμένου να αυξηθεί ο αριθμός των κυττάρων που βρίσκονται στη μετάφαση.

3. **Επώαση** των κυττάρων σε υποτονικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η κυτταρική μεμβράνη και να ελευθερωθούν τα χρωμοσώματα.
4. **Μεταφορά** των χρωμοσωμάτων σε ειδική γυάλινη πλάκα (αντικειμενοφόρος πλάκα), η οποία είναι κατάλληλη για παρατήρηση των χρωμοσωμάτων σε μικροσκόπιο.
5. **Χρώση** των χρωμοσωμάτων με ειδικές χρωστικές και παρατήρησή τους σε οπτικό μικροσκόπιο. Με τη χρώση δημιουργούνται ζώνες όπως οι ζώνες Giemsa.

Β. Τα πλασμίδια είναι **δίκλωνα, κυκλικά** μόρια **DNA**, το μέγεθος των οποίων ποικίλλει, που εντοπίζονται σε πολλά βακτήρια και περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας του κυττάρου (1-2%). Ένα βακτήριο μπορεί να μην περιέχει πλασμίδια, είτε να περιέχει ένα ή και περισσότερα πλασμίδια. Τα πλασμίδια αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου και περιέχουν διάφορα γονίδια. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχονται στα πλασμίδια είναι:

- γονίδια **ανθεκτικότητας** σε διάφορα **αντιβιοτικά**,
- γονίδια που σχετίζονται με τη **μεταφορά γενετικού υλικού**.

Επιπλέον, τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο DNA του κυττάρου, καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο.
