

4.1

α. Τα φαινόμενα που απεικονίζονται στο σχήμα είναι η σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων και ο επιχιασμός. Κατά τη σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων στη διάρκεια της πρόφασης της 1^{ης} μειωτικής διαίρεσης, τα ομόλογα χρωμοσώματα πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο ώστε να στοιχηθούν οι αντίστοιχοι γονιδιακοί τόποι. Εξαιτίας της σύναψης, είναι δυνατό οι μη αδελφές χρωματίδες να «μπερδεύονται» μεταξύ τους, να κόβονται και να επανασυγκολλώνται και έτσι, να ανταλλάσσουν τμήματα μεταξύ τους (επιχιασμός).

β. Στα θηλυκά άτομα δροσόφιλας, που συμβαίνει το φαινόμενο του επιχιασμού, γίνεται ανταλλαγή τμημάτων μεταξύ των ομόλογων χρωμοσωμάτων όπως φαίνεται στο σχήμα. Η σύσταση των χρωματίδων μετά τον επιχιασμό θα είναι: AB, Aβ, αB και αβ.

| | |
|---|---|
| A | B |
| A | β |
| α | B |
| α | β |

Οπότε θα σχηματιστούν τεσσάρων ειδών γαμέτες: AB, Aβ, αB και αβ.

Στα αρσενικά άτομα που δεν γίνεται επιχιασμός, οι χρωματίδες θα έχουν σύσταση AB και αβ. Οπότε θα σχηματιστούν μόνο δύο ειδών γαμέτες: AB και αβ.

4.2

α. Στον πυρήνα ενός ανθρώπινου κυττάρου που βρίσκεται στην αρχή της μεσόφασης υπάρχουν 46 γραμμικά μόρια DNA. Σε κάθε μόριο DNA, ανεξάρτητα από τον αριθμό θέσεων που κόβει η περιοριστική ενδονουκλεάση Π, υπάρχουν πάντα δύο θραύσματα τα οποία δεν μπορούν να ενσωματωθούν σε πλασμίδιο, γιατί έχουν μόνο από τη μια πλευρά τους μονόκλινα άκρα μετά τη δράση της περιοριστικής ενδονουκλεάσης Π.

Συνολικά, ο αριθμός των θραυσμάτων αυτών θα είναι: $46 \times 2 = 92$ θραύσματα. Ο φοιτητής θα χρειαστεί τουλάχιστον $5.000 - 92 = 4.908$ πλασμίδια για τη κατασκευή ανασυνδυασμένων μορίων DNA (επισήμανση: τα 92 θραύσματα θα μπορούν να ενσωματωθούν σε φορέα κλωνοποίησης μόνο μετά από ειδική προσθήκη μονόκλωνου άκρου).

β. Στο θρεπτικό υλικό αναπτύχθηκαν μόνο τα βακτήρια που είχαν ανθεκτικότητα στο αντιβιοτικό στρεπτομυκίνη, δηλαδή τα βακτήρια που είχαν προσλάβει πλασμίδιο (είτε ανασυνδυασμένο είτε μη ανασυνδυασμένο) κατά τη διαδικασία μετασχηματισμού. Στα μετασχηματισμένα βακτήρια που είχαν προσλάβει πλασμίδιο στο οποίο δεν ενσωματώθηκε κάποιο θραύσμα του ανθρώπινου DNA (μη ανασυνδυασμένο), το γονίδιο LacZ ήταν λειτουργικό και άρα, τα βακτήρια αυτά είχαν τη δυνατότητα να μεταβολίσουν την ουσία X-gal που υπήρχε στο θρεπτικό τους υλικό και να την μετατρέψουν σε μια μπλε ουσία, βάφοντας όλη την αποικία μπλε. Τα μετασχηματισμένα βακτήρια που περιείχαν ανασυνδυασμένα πλασμίδια δεν είχαν τη δυνατότητα να παράγουν το ένζυμο β-γαλακτοσιδάση, επειδή το γονίδιο LacZ «είχε καταστραφεί» μετά την τοποθέτηση του ανθρώπινου DNA σε αυτό. Αυτό είχε ως συνέπεια, τα βακτήρια να μην μπορούν να μεταβολίσουν την ουσία X-gal στο θρεπτικό υλικό, να μην παραχθεί η μπλε ουσία και άρα, το χρώμα τους (και της αποικίας) ήταν άσπρο. Συνεπώς, οι άσπρες αποικίες έφεραν βακτήρια που είχαν προσλάβει ανασυνδυασμένα μόρια DNA.

γ. Εάν ο φοιτητής δεν προσέθετε το αντιβιοτικό στρεπτομυκίνη στο θρεπτικό υλικό, τότε θα αναπτύσσονταν και αποικίες βακτηρίων που δεν θα είχαν μετασχηματιστεί. Παρόλο που τα βακτήρια αυτά θα διέθεταν το γονίδιο LacZ στο κύριο μόριο DNA, δεν θα παρήγαγαν β-γαλακτοσιδάση λόγω της μετάλλαξης του γονιδίου που έφεραν, οπότε δεν θα μπορούσαν να μεταβολίσουν την ουσία X-gal. Συνεπώς, οι αποικίες τους θα ήταν όλες άσπρες.