

4.1

α. Το γενετικό υλικό ενός ευκαρυωτικού κυττάρου, εμφανίζεται με διαφορετικές χαρακτηριστικές μορφές, ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Τα ινίδια της χρωματίνης διπλασιάζονται στη μεσόφαση και «μετατρέπονται» σε αδελφές χρωματίδες, που συνδέονται μεταξύ τους με το κεντρομερίδιο. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο, τα οποία γίνονται ευδιάκριτα με το οπτικό μικροσκόπιο κατά την κυτταρική διαίρεση (μέγιστη συσπείρωση κατά τη μετάφαση). Κατά το τέλος της κυτταρικής διαίρεσης αποχωρίζονται πλήρως, αποσυσπειρώνονται σταδιακά και «μετατρέπονται» πάλι σε ινίδια χρωματίνης στο μεσοφασικό πυρήνα των νέων κυττάρων κ.ο.κ. Το βακτηριακό κύριο γενετικό υλικό μπορεί να χαρακτηριστεί ως χρωμόσωμα, καθώς αναδιπλώνεται και πακετάρεται με τη βοήθεια κυρίως πρωτεϊνών (μη ιστονών).

β. Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε είδους οργανισμού. Στον άνθρωπο τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών τους κυττάρων 23 ζεύγη (ομολόγων) χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα καθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες. Από τα 23 ζεύγη, τα 22 είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το 23ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο X χρωμοσώματα. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Έτσι, ένα φυσιολογικό θηλυκό άτομο έχει στον καρυότυπο του 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα ζεύγος XX. Εφόσον το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 23 χρωμοσώματα, στο φυσιολογικό σωματικό (διπλοειδές) κύτταρο του θηλυκού ατόμου υπάρχει, πριν την αντιγραφή του, το διπλάσιο γενετικό υλικό δηλαδή 6×10^9 ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 46 χρωμοσώματα. Μετά την αντιγραφή του θα περιέχει 12×10^9 ζεύγη βάσεων οργανωμένα σε 46 διπλασιασμένα χρωμοσώματα.

4.2

α. Στη δευτεροταγή δομή του DNA, οι συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου στο εσωτερικό του μορίου με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη με δύο δεσμούς υδρογόνου, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη με

3 δεσμούς υδρογόνου. Έτσι, αν X ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση την αδενίνη, τότε θα είναι X και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση τη θυμίνη και αν Y ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση τη γουανίνη, θα είναι Y και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων με βάση την κυτοσίνη, λόγω συμπληρωματικότητας. Δεδομένου ότι τα πλασμίδια είναι κυκλικά μόρια DNA, οπότε και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων θα είναι ίσος με τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει $2X+2Y=10.000$ και ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου θα είναι $2X + 3Y= 13.000$. Λύνοντας το σύστημα των δύο παραπάνω εξισώσεων προκύπτει ότι $X= 2.000$ και $Y=3.000$. Άρα το πλασμίδιο θα διαθέτει 2.000 νουκλεοτίδια με βάση την αδενίνη, 2.000 νουκλεοτίδια με βάση την θυμίνη, 3.000 νουκλεοτίδια με βάση την κυτοσίνη και 3.000 νουκλεοτίδια με βάση την γουανίνη.

β. Από την παρουσία ελεύθερης φωσφορικής ομάδας στο ένα άκρο διαπιστώνουμε ότι θα αποτελεί το 5' ελεύθερο άκρο του, ενώ το άλλο άκρο θα είναι αντίστοιχα το 3' ελεύθερο άκρο του κλώνου DNA. Οπότε η αλληλουχία μας έχει προσανατολισμό 3'--AAACCCTACAATCCCCGCAACGTAGTATTTATCTTATTT--5'. Σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, η συμπληρωματική αλυσίδα DNA του παραπάνω μορίου θα είναι 5'--TTTGGG-ATG-TTA-GGG-GCG-TTG-CAT-CAT-AAA-TAG-AATAAA--3'. Εφόσον η δοθείσα αλυσίδα DNA είναι η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, θα προκύψει ένα μόριο mRNA με αντιπαράλληλο προσανατολισμό και συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια ως προς αυτά της αλυσίδας DNA, διότι η RNA πολυμεράση, τοποθετεί συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια προς τη μη κωδική (μεταγραφόμενη) αλυσίδα με κατεύθυνση 5'-3'. Άρα η αλληλουχία του μορίου mRNA, θα είναι: 5'--UUUGGG-AUG-UUA-GGG-GCG-UUG-CAU-CAU-AAA-UAG-AAUAAA-- 3'.