

Ο μηχανισμός της αντιγραφής του DNA είναι ημισυντηρητικός, δηλαδή οι δύο αλυσίδες της διπλής έλικας ξετυλίγονται και καθεμιά λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας. Κάθε θυγατρική διπλή έλικα που προκύπτει αποτελείται από μία μητρική και από μία νέα αλυσίδα. Η αντιγραφή του DNA είναι μια πολύπλοκη ενζυμική πορεία, που καταλύεται από πολλά ένζυμα. Σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση της μιας αλυσίδας είναι συνεχής, ενώ της άλλης ασυνεχής. Η έναρξη της αντιγραφής γίνεται από ένα σημείο του DNA στους προκαρυωτικούς οργανισμούς και από πολλά στους ευκαρυωτικούς.

Ο μηχανισμός με τον οποίο η πληροφορία που υπάρχει στο DNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες, περιλαμβάνει δύο διαδικασίες: τη μεταγραφή και τη μετάφραση. Η μεταγραφή καταλύεται από την RNA πολυμεράση και γίνεται με κατεύθυνση 5'→3'. Κατά τη μεταγραφή παράγονται τρία είδη RNA: το mRNA, το tRNA και το rRNA στους προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Επιπρόσθετα μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς παράγεται και snRNA.

Στους προκαρυωτικούς οργανισμούς η μεταγραφή και η μετάφραση γίνονται σχεδόν ταυτόχρονα. Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς τα περισσότερα γονίδια, που αποτελούνται από κωδικές (εξώνια) και μη κώδικες (εσώνια) περιοχές, μεταγράφονται σε ένα πρόδρομο mRNA, το οποίο υφίσταται τη διαδικασία της ωρίμανσης: τα εσώνια αποκόπτονται και τα εξώνια συρράπτονται. Το ώριμο mRNA, που αποτελείται μόνο από τα εξώνια, μεταφέρεται στο κυτταρόπλασμα, όπου γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση.

Η αντιστοίχιση των νουκλεοτιδίων του mRNA με τα αμινοξέα των πρωτεϊνών γίνεται μέσω του γενετικού κώδικα, και κάθε κωδικόνιο-τριπλέτα του mRNA αντιστοιχεί σε ένα αμινοξύ.

Η πρωτεϊνοσύνθεση έχει τρία στάδια: την έναρξη την επιμήκυνση και τη λήξη. Κατά την έναρξη το mRNA συνδέεται με το ριβόσωμα και το πρώτο tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη προσδένεται με το αντικωδικόνιό του στο κωδικόνιο έναρξης. Κατά την επιμήκυνση τα tRNA μεταφέρουν τα αμινοξέα που αντιστοιχούν στα κωδικόνια του mRNA, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς. Έτσι, αναπτύσσεται η πολυπεπτιδική αλυσίδα. Στο κωδικόνιο λήξης σταματά η πρωτεϊνοσύνθεση και απελευθερώνεται η πολυπεπτιδική αλυσίδα. Πολλά ριβοσώματα κινούνται κατά μήκος του mRNA ταυτόχρονα, καθώς αυτό μεταφράζεται, και αποτελούν το πολύσωμα.

Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους προκαρυωτικούς οργανισμούς γίνεται κυρίως στο επίπεδο της μεταγραφής. Τα ρυθμιζόμενα γονίδια οργανώνονται σε οπερόνια, από τα οποία πιο γνωστό είναι το οπερόνιο της λακτόζης. Το οπερόνιο της λακτόζης αποτελείται από τρία δομικά γονίδια που κωδικοποιούν τα ένζυμα τα οποία διασπούν τη λακτόζη. Αυτά ρυθμίζονται από δύο αλληλουχίες DNA: έναν υποκινητή και ένα χειριστή. Ο χειριστής παίζει το ρόλο του μοριακού διακόπτη του οπερονίου. Σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση παίζει ένα ρυθμιστικό γονίδιο, που κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη-καταστολέα. Εάν απουσιάζει η λακτόζη ο καταστολέας προσδένεται στο χειριστή και καταστέλλει τη λειτουργία και των τριών γονιδίων.

Εάν υπάρχει λακτόζη, αυτή προσδένεται στον καταστολέα, εμποδίζει την πρόσδεση του στο χειριστή και επιτρέπει τη μεταγραφή και τη μετάφραση των τριών γονιδίων. Στους πολυκύτταρους ευκαρυωτικούς οργανισμούς τα γονίδια δεν οργανώνονται σε οπερόνια, αλλά καθένα ρυθμίζεται ανεξάρτητα. Ο έλεγχος της ρύθμισης είναι πολύ πιο πολύπλοκος και γίνεται σε τέσσερα επίπεδα: κατά τη μεταγραφή, μετά τη μεταγραφή, κατά τη μετάφραση και μετά τη μετάφραση.