

- Η γονιδιακή έκφραση στα βακτήρια ρυθμίζεται σε **τρία βασικά επίπεδα**:
 - **Μεταγραφικός έλεγχος** (transcriptional control)
 - **Μεταφραστικός έλεγχος** (translational control)
 - **Μετα-μεταφραστικός έλεγχος** (post-translational control)
- Αυτές οι ρυθμίσεις επιτρέπουν στα βακτήρια να προσαρμόζονται γρήγορα σε περιβαλλοντικές αλλαγές και να εξοικονομούν ενέργεια και πόρους.

Levels of regulation in bacterial gene expression

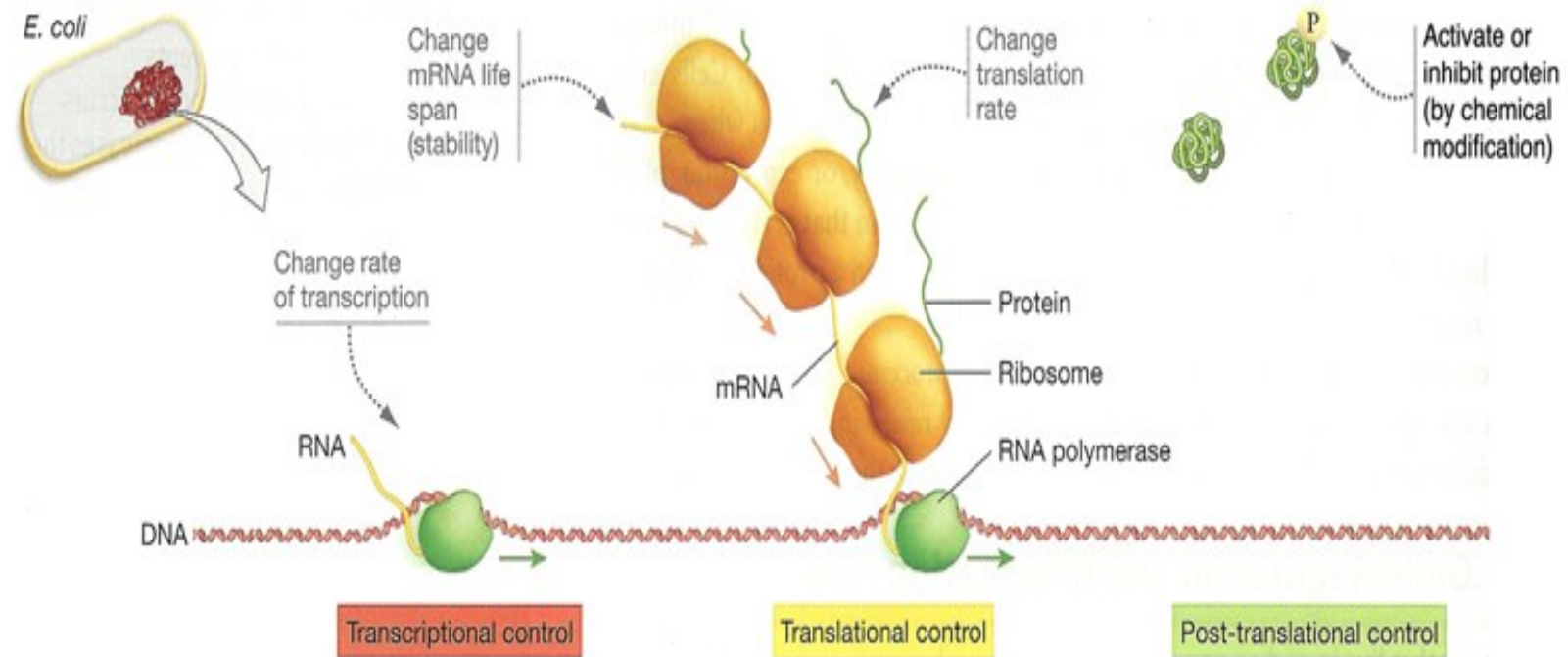


FIGURE 17.1 Gene Expression in Bacteria Can Be Regulated at Three Levels.

✓ **EXERCISE** Label the mode of regulation that is the slowest in response time, and that which is fastest. Label the most efficient and least efficient in resource use.

Επίπεδα ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης στα βακτήρια

Μεταγραφή

Έλεγχος σύνθεσης mRNA

Κύριο σημείο ρύθμισης

Μετάφραση

Έλεγχος παραγωγής πρωτεΐνης

Εξαρτάται από το mRNA

Μετα-μεταφραστική ρύθμιση

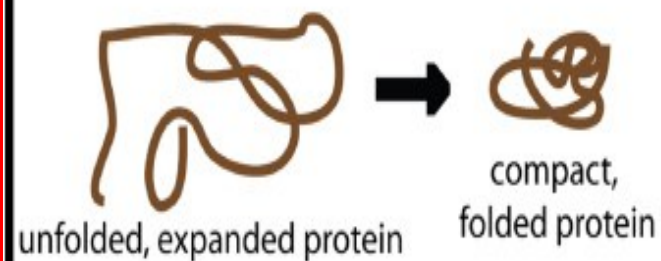
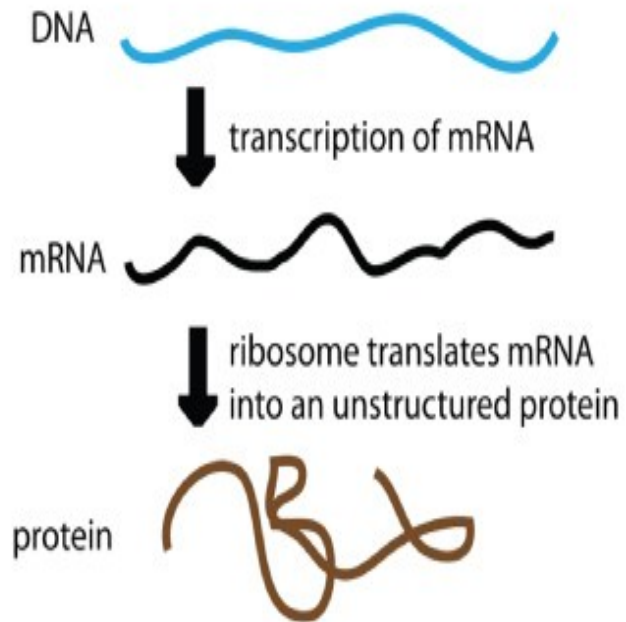
Τροποποίηση/ρύθμιση δραστηρότητας πρωτεϊνών

Γρήγορη απόκριση

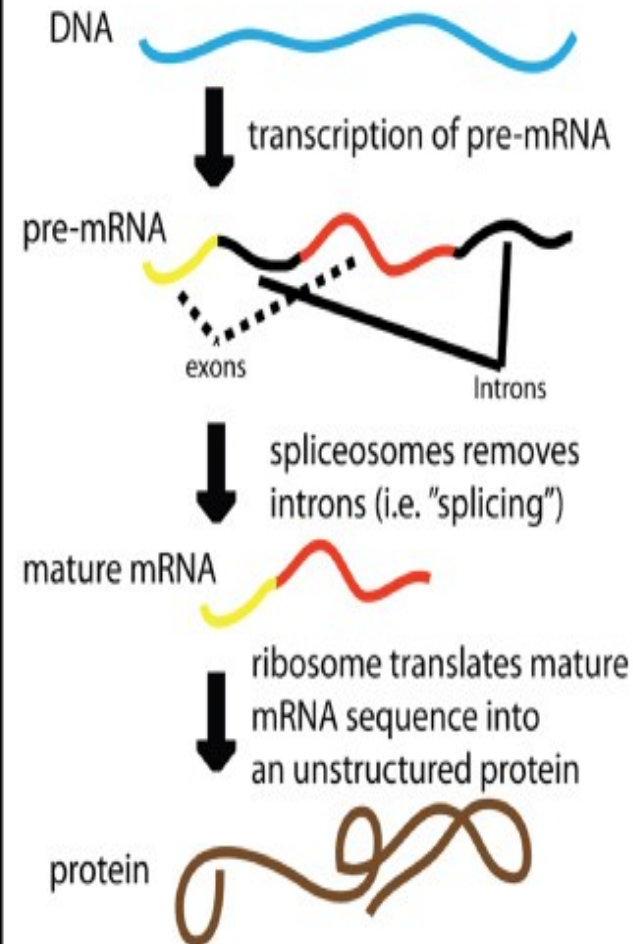
Σταθερότητα mRNA

Ρυθμίζει τη διάρκεια ζωής του mRNA

(a) **Prokaryotic Gene Expression**



(b) **Eukaryotic Gene Expression**



• Έκφραση Γονιδίων: Προκαρυωτικοί vs Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί

• Προκαρυωτικά κύτταρα

- DNA $\rightarrow$ άμεση μεταγραφή σε mRNA
- Δεν υπάρχει σημαντική επεξεργασία mRNA
- Μεταγραφή και μετάφραση συμβαίνουν ταυτόχρονα
- Άμεση μετάφραση $\rightarrow$ πρωτεΐνη $\rightarrow$ πτύχωση

• Ευκαρυωτικά κύτταρα

- DNA $\rightarrow$ pre-mRNA (πρόδρομο mRNA)
- Παρουσία εξονίων και εσονίων
- Splicing - απομάκρυνση εσονίων $\rightarrow$ ώριμο mRNA
- Μεταφορά του ώριμου mRNA στο κυτταρόπλασμα
- Μετάφραση $\rightarrow$ πρωτεΐνη $\rightarrow$ πτύχωση

Σύνθεση RNA από την RNA πολυμεράση (E. coli)

Πραγματοποιείται σε τρία στάδια:

Έναρξη

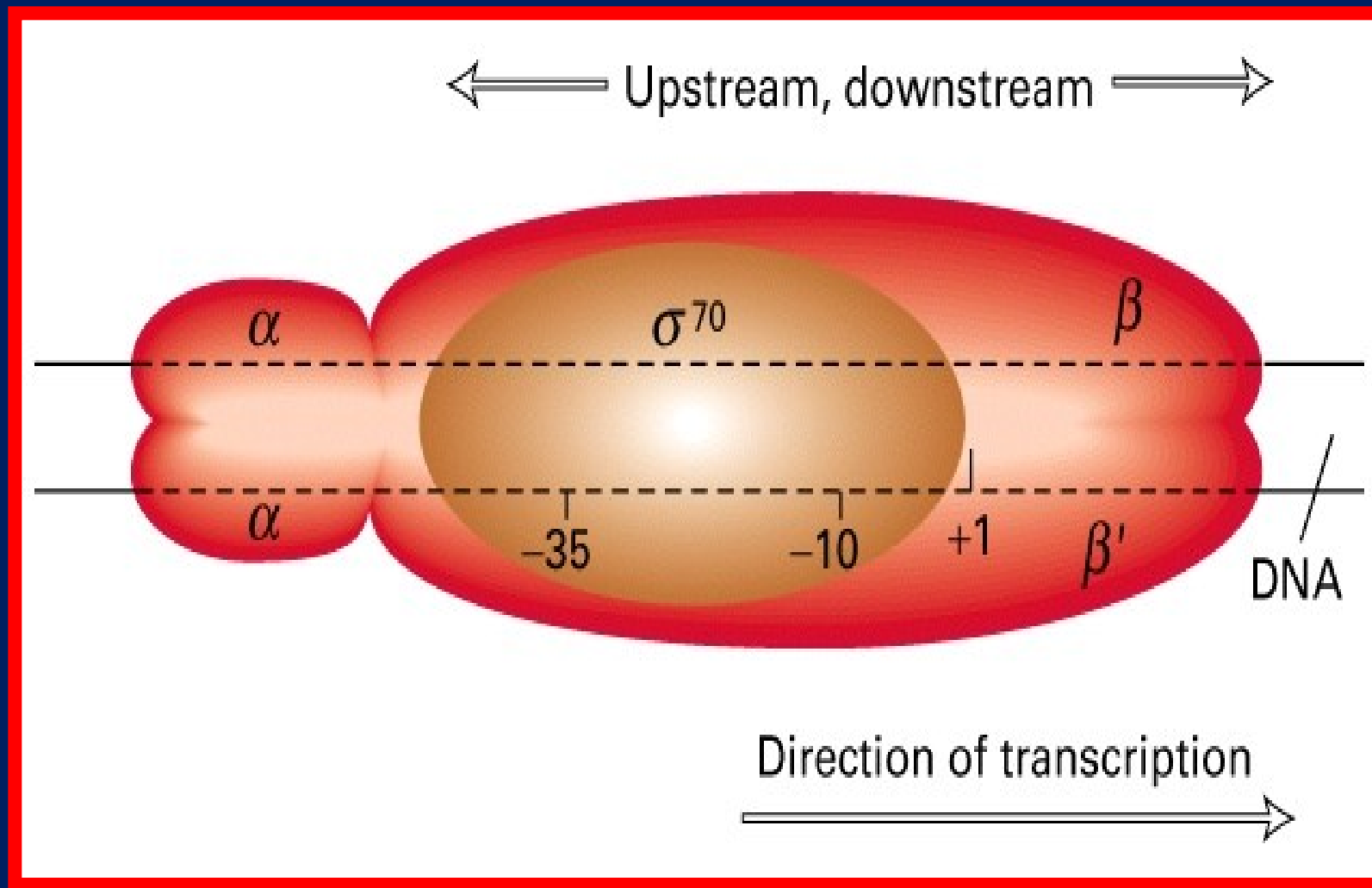
Επιμήκυνση

Τερματισμός

Η RNA πολυμεράση:

Καταλύει όλα τα στάδια της διαδικασίας

Εκτελεί πολλαπλές λειτουργίες κατά τη μεταγραφή



• Έναρξη μεταγραφής στα βακτήρια

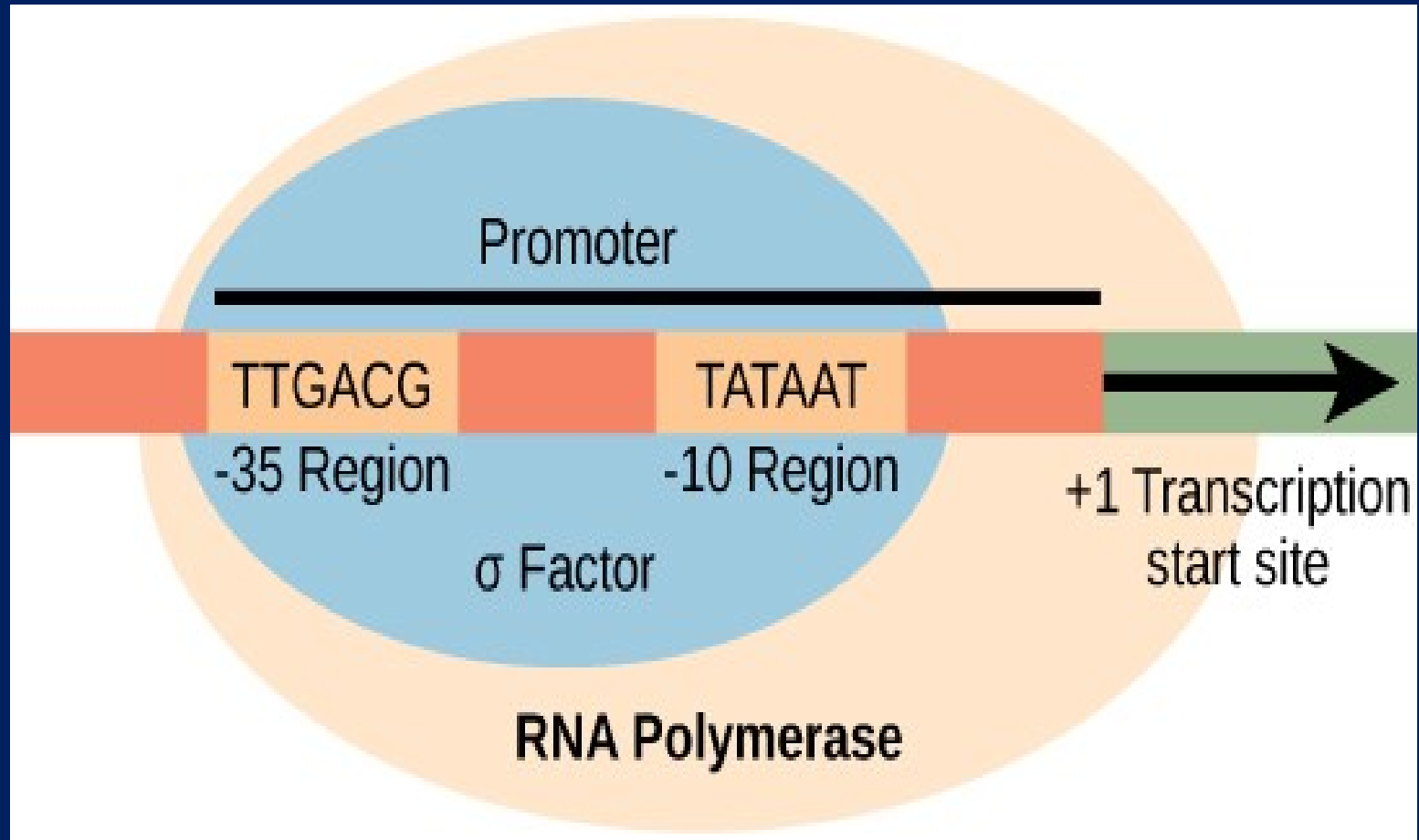
- Πραγματοποιείται από το ολοένζυμο της RNA πολυμεράσης

(RNA polymerase holoenzyme)

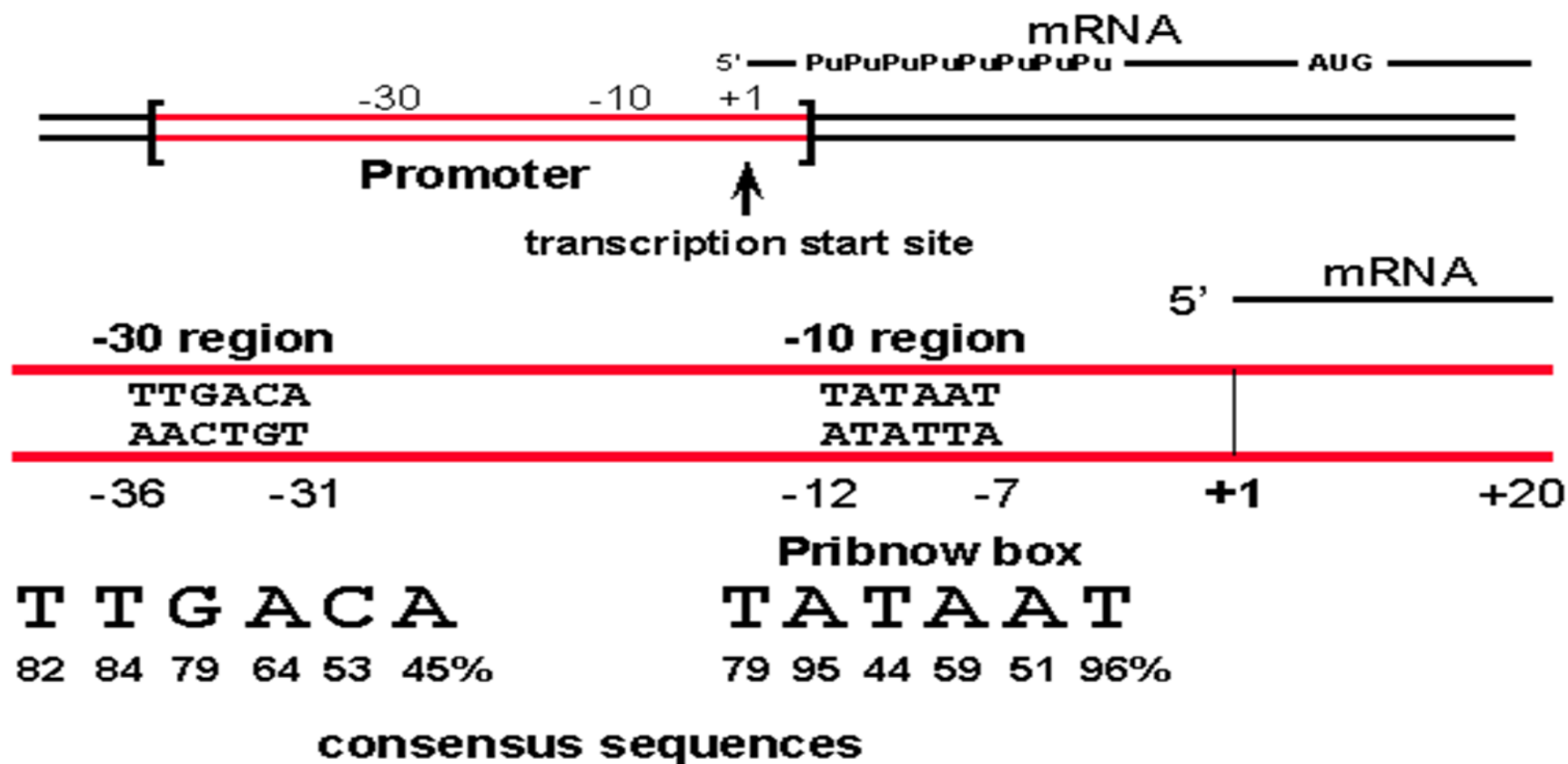
- Μεγάλη πολυμερής πρωτεΐνη (~400 kDa)

• Σύσταση:

– $\alpha_2\beta\beta'\sigma$



Promoter structure in prokaryotes



Γονίδιο	Περιοχή -35	Πλαίσιο Pribnow (περιοχή -10)	Θέση έναρξης (+1)
<i>araBAD</i>	GGATCCTACCTGACGCTTTT	TATCGCAACTCTCT	TACTGTTTCTCCATACCCGTTTTT
<i>araC</i>	GCCGTGATTATAGACACTTT	TGTTACGCGTTTTT	TGTCATGGCTTTGTCCCGCTTTG
<i>bioA</i>	TTCCAAAACGTGTTTTTT	TGTTGTTAATTCGGTGT	TAGACTTGTAACCTAAATCTTTT
<i>bioB</i>	CATAATCGACTTGTAAACCA	AAATTGAAAAGATT	TAGGTTTACAAGTCTACACCGAAT
<i>galP2</i>	ATTTATTTCCATGTCACACTTT	TCGCATCTTTTGT	TATGCTATGGTTATTTTCATACCAT
<i>lac</i>	ACCCAGGCTTTACACTTT	ATGCTTCCGGCTCG	TATGTTGTGTGGAATTGTGAGCGG
<i>lacI</i>	CCATCGAATGGCGCAAAAC	CTTTCGCGGTATGG	CATGATAGCGCCCGGAAGAGAGTC
<i>rmA1</i>	AAAATAAATGCTTGACTCTGT	AGCGGGAAGGCG	TATTATCACACCCTCGCGCCGCTG
<i>rmD1</i>	CAAAAAAATACTTGTGC	AAAAAATTGGGATCCC	TATAATGCGCCTCCGTTGAGACGA
<i>rmE1</i>	CAATTTTTCATTGCGGCCTG	CGGAGAACTCCC	TATAATGCGCCTCCATCGACACGG
<i>tRNA^{Tyr}</i>	CAACGTAAACACTTTACAGCGG	CGCGTCAATTGA	TATGATGCGCCCCGCTTCCCGATA
<i>trp</i>	AAATGAGCTGTTGACAAATTA	AATCATCGAACTAG	TTAAC TAGTACGCAAGTTTACGTA

	Περιοχή -35	Πλαίσιο Pribnow	Θέση έναρξης
Συναινετική αλληλουχία:	T C T T G A C A T ... [11-15 bp] ...	T A T A A T ... [5-8 bp] ...	A ⁵¹ C ⁵⁵ G ⁴² T ⁴⁸
	42 38 82 84 79 64 53 45 41	79 95 44 59 51 96	

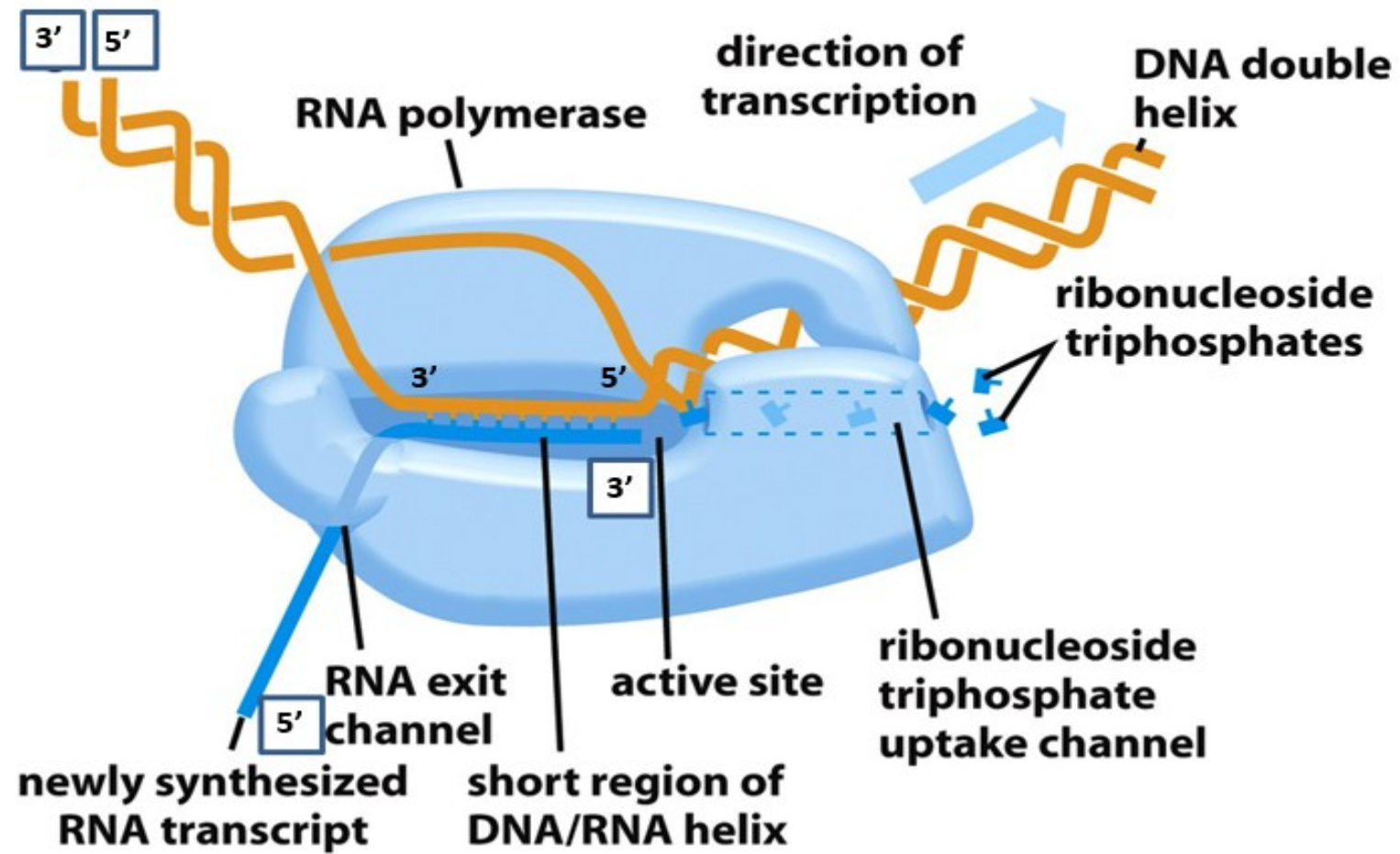
ΕΙΚΟΝΑ 29.4 Οι νουκλεοτιδικές αλληλουχίες αντιπροσωπευτικών υποκινητών *E. coli*. (Κατά σύμβαση, πρόκειται για τις αλληλουχίες της κωδικής αλυσίδας όπου προσδένεται η RNA πολυμεράση.) Στο κάτω μέρος παρουσιάζονται οι συναινετικές αλληλουχίες για την περιοχή -35, το πλαίσιο Pribnow και τη θέση έναρξης. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν το επί τοις εκατό ποσοστό εμφάνισης της υποδεικνυόμενης βάσης. (Σημείωση: Η περιοχή -35 απέχει μόνο 35 νουκλεοτίδια περίπου από τη θέση έναρξης της μεταγραφής ενώ παρομοίως, το πλαίσιο Pribnow [η περιοχή -10] βρίσκεται περίπου στη θέση -10.) Σε αυτή την εικόνα, οι αλληλουχίες στοιχίζονται σε σχέση με το πλαίσιο Pribnow.

Ρόλος της υπομονάδας σ (σ -factor)

- Κατευθύνει την RNA πολυμεράση στον υποκινητή
- Επιτρέπει την έναρξη της μεταγραφής σε συγκεκριμένες θέσεις

Το ολοένζυμο:

- Δεσμεύεται στο DNA
- Εντοπίζει τον υποκινητή
- Ξεκινά τη μεταγραφή



Βήμα 1 Αναγνώριση του υποκινητή από την υπομονάδα σ , πρόσδεση του ολοενζύμου της πολυμεράσης στο DNA, μετακίνηση προς τον υποκινητή

Βήμα 2 Σχηματισμός ενός συμπλόκου RNA πολυμεράσης-κλειστού υποκινητή

Βήμα 3 Αποσυσπείρωση του DNA στον υποκινητή και σχηματισμός ανοικτού συμπλόκου υποκινητή

Βήμα 4 Η RNA πολυμεράση αρχίζει τη σύνθεση mRNA, συνήθως με μια πουρίνη

Βήμα 5 Καταλυόμενη από το ολοένζυμο της RNA πολυμεράσης επιμήκυνση του mRNA κατά περίπου 4 νουκλεοτίδια

Βήμα 6 Απελευθέρωση της σ -υπομονάδας καθώς ο πυρήνας της RNA πολυμεράσης προχωρά κατά μήκος του εκμαγείου, επιμηκύνοντας το μεταγράφο RNA

