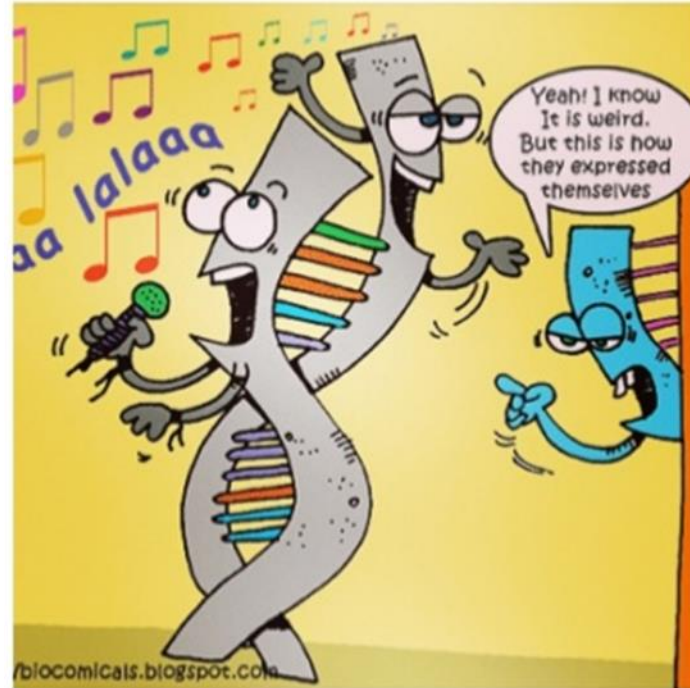


ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ



Κεντρικό δόγμα της Μοριακής Βιολογίας

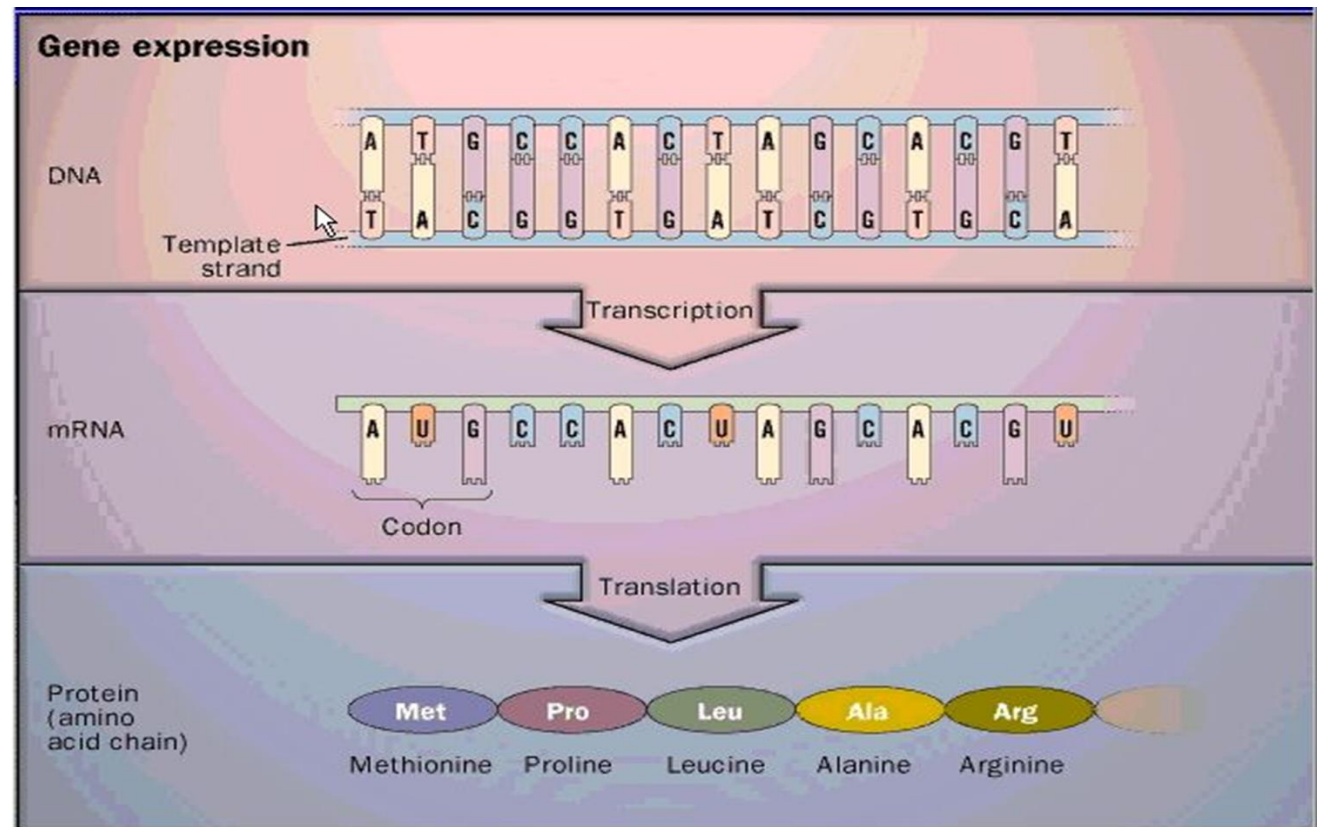
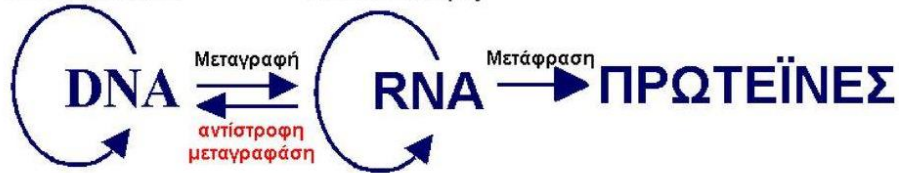
Αυτοδιπλασιασμός



Κεντρικό δόγμα (με βάση τους ιούς)

Αυτοδιπλασιασμός

Αυτοδιπλασιασμός



- Σύμφωνα με το κεντρικό δόγμα της βιολογίας η πληροφορία από το DNA περνάει στο mRNA και μεταφράζεται σε πρωτεΐνη
- Ωστόσο έχει βρεθεί ότι το RNA μπορεί να αυτοδιπλασιαστεί και με την βοήθεια της αντίστροφής μεταγραφάσης να αντιγραφεί σε DNA
- Επιπλέον έχουν βρεθεί RNA που εμπλέκονται στη λειτουργία του κυττάρου χωρίς να χρειάζεται να μεταφραστούν σε πρωτεΐνες (rRNA, ncRNA)
- Οπότε όλα τα γονίδια δεν κωδικοποιούν πάντα πρωτεΐνες

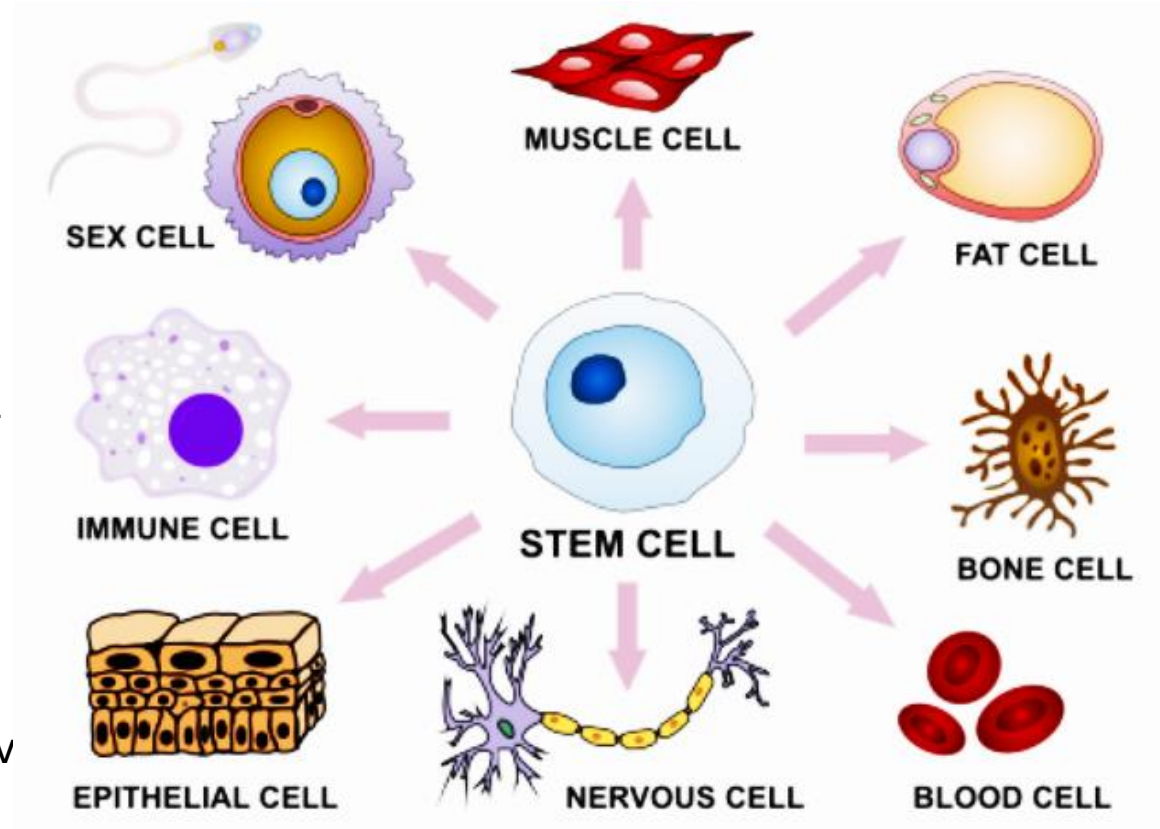
Πρωτεΐνες Κυτταρικής Οικονομίας vs. Μοναδικές Πρωτεΐνες

Διαφορική Γονιδιακή Έκφραση

Ένα γενετικό υλικό - διαφορετικοί τύποι κυττάρων;
Κάποιες πρωτεΐνες υπάρχουν σχεδόν σε όλα τα κύτταρα και λέγονται **πρωτεΐνες κυτταρικής οικονομίας** (Housekeeping genes) πχ ιστόνες, ένζυμα γλυκόλυσης κ.α.

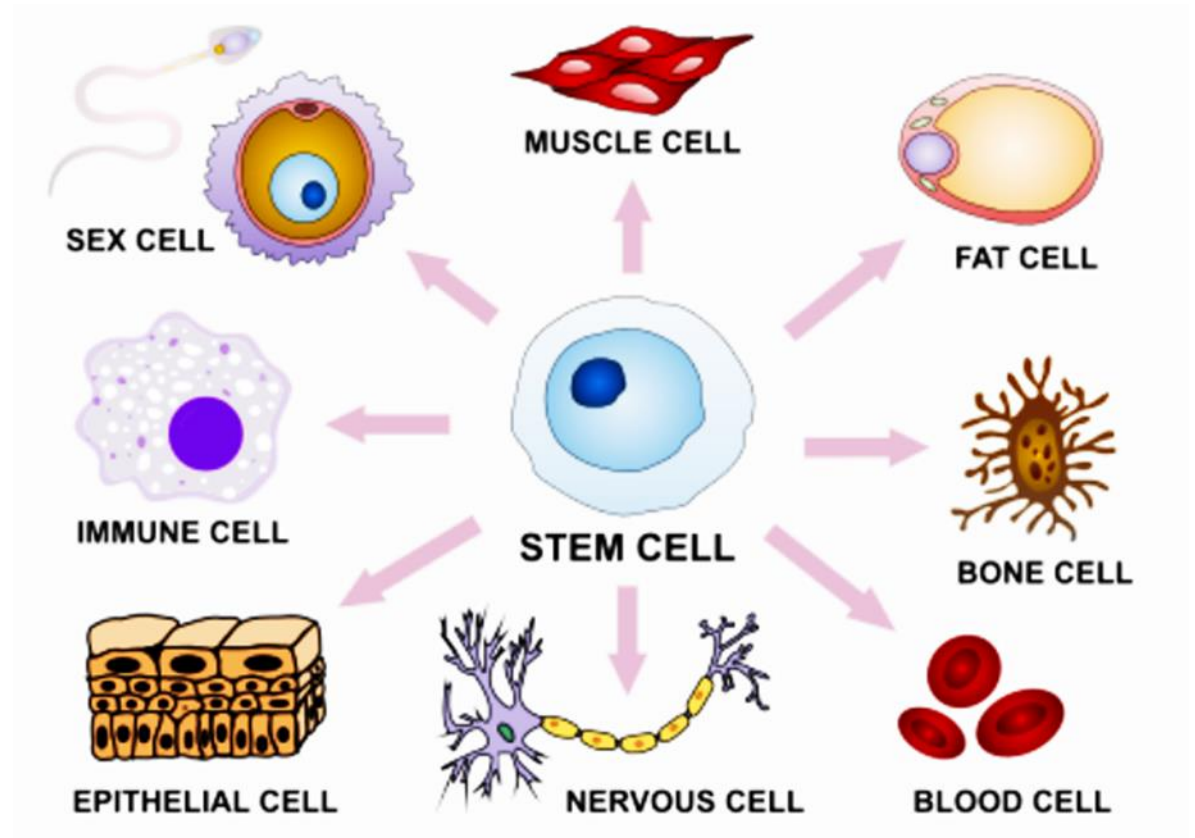
Διαφορική Γονιδιακή Έκφραση

Κάποιες άλλες πρωτεΐνες οι λεγόμενες **μοναδικές πρωτεΐνες** και εκφράζονται μόνο σε ένα τύπο κυττάρων πχ στα νευρικά κύτταρα ένζυμα που παράγουν νευροδιαβιβαστές



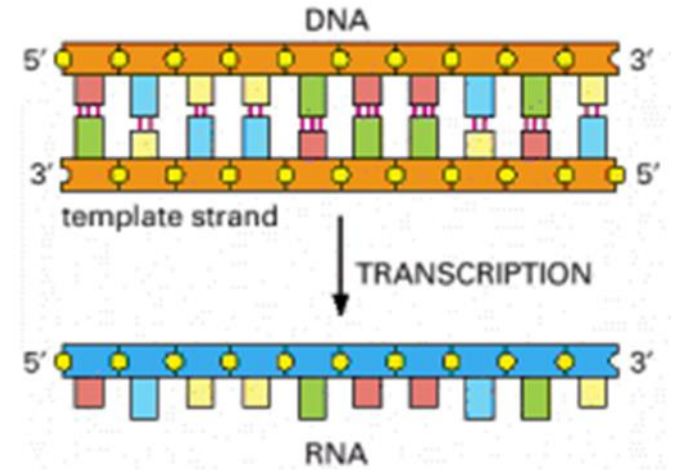
Κυτταρική διαφοροποίηση

- ❖ **Κυτταρική διαφοροποίηση** είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα βλαστοκύτταρο αλλάζει σε έναν διαφοροποιημένο τύπο κυττάρων
- ❖ Στα βλαστοκύτταρα σχεδόν όλη χρωματίνη βρίσκεται σε μορφή **ευχρωματίνης**
- ❖ Η κυτταρική διαφοροποίηση πραγματοποιείται με την ενεργοποίηση μόνο συγκεκριμένων γονιδίων σε κάθε κυτταρικό τύπο και την απενεργοποίηση άλλων
- ❖ Αυτές οι αλλαγές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό σε εξαιρετικά ελεγχόμενες τροποποιήσεις στην γονιδιακή έκφραση κυρίως **επιγενετικές**, με σχεδόν καμία αλλαγή στην ίδια την αλληλουχία DNA.
- ❖ Σε αυτά τα κύτταρα υπάρχει πολύ **ετεροχρωματίνη**

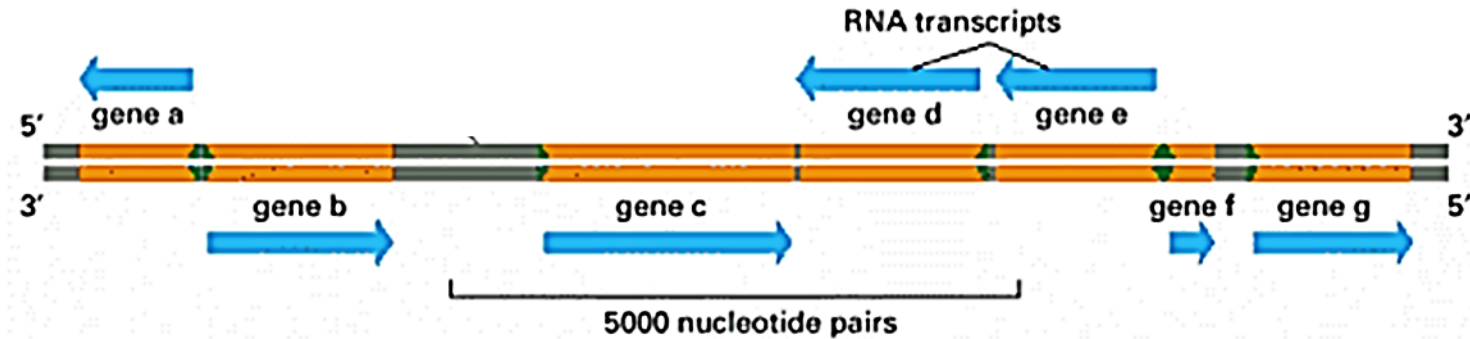


ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ DNA ΣΕ RNA

- Ακρίβεια του σημείου έναρξης και λήξη
- Πολλά σημεία έναρξης/λήξης (ακόμα και στο ίδιο γονίδιο)
- Μη Πιστότητα μεταγράφου
- Απουσία μηχανισμών επιδιόρθωσης καθώς το mRNA έχει συνήθως μικρό χρόνο ζωής (από μερικά λεπτά έως πολύ σπάνια μερικές μέρες)



ΓΟΝΙΔΙΑ ΣΕ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΑ

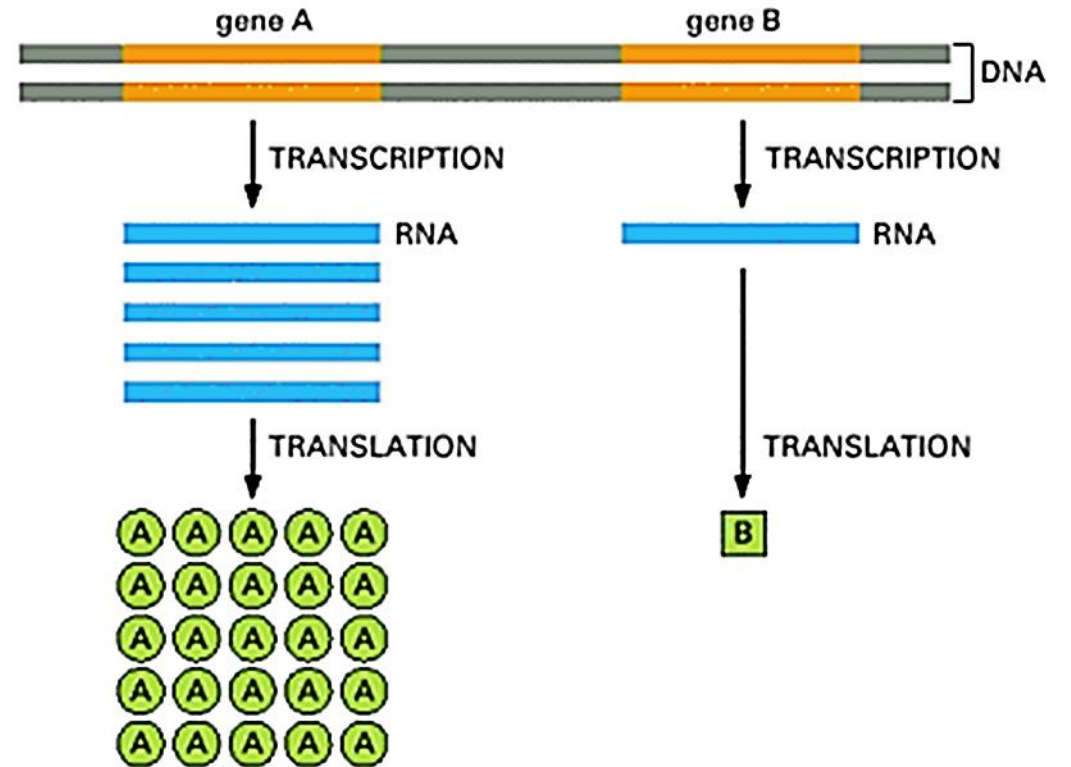


- ❖ Κωδικός κλώνος είναι αυτός που χρησιμοποιείται για τη μεταγραφή του RNA, δεν είναι πάντα ο ίδιος
- ❖ Συνήθως δεν υπάρχει επικάλυψη κωδικών αλληλουχιών σε δύο απέναντι κλώνους
- ❖ Η επικάλυψη έχει παρατηρηθεί σε ορισμένους ιούς που έχουν μικρά μόρια DNA

ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΓΟΝΙΔΙΩΝ

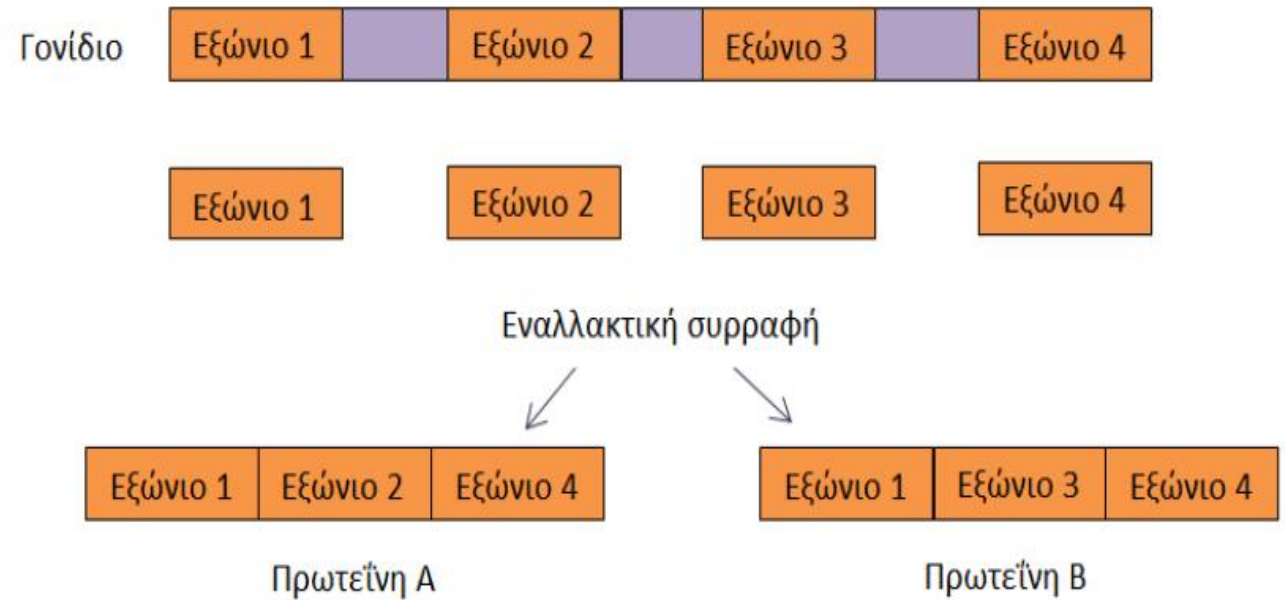
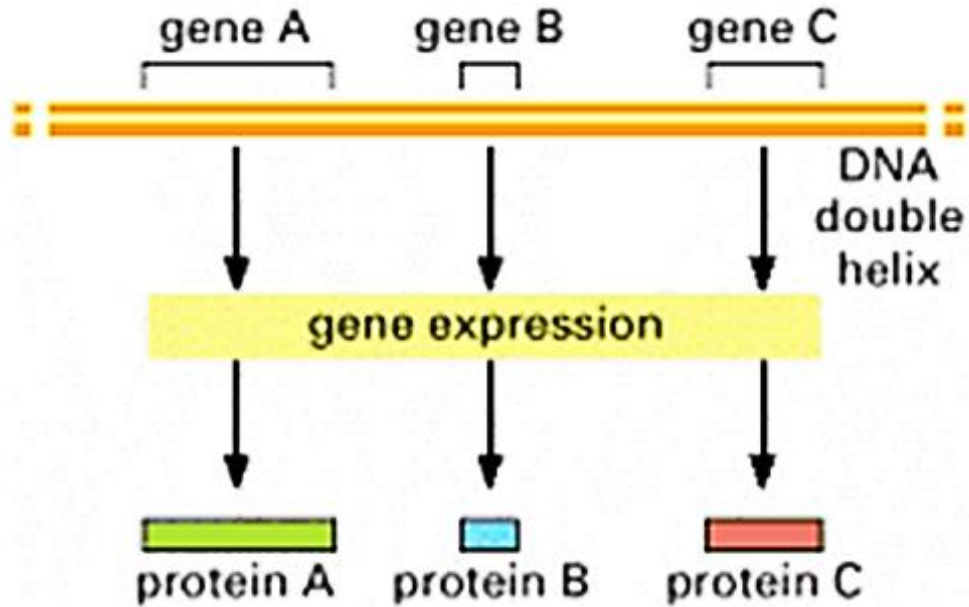
ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ

- ❖ Ο ρυθμός με τον οποίο εκφράζεται ένα γονίδιο μπορεί να διαφέρει
- ❖ Μπορεί να υπάρχουν **ποσοτικές διαφορές** σε διαφορετικά γονίδια αλλά και στο ίδιο γονίδιο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (το γονίδιο της αιμοσφαιρίνης σε πρώιμα και διαφοροποιημένα ερυθροκύτταρα) ή διαφορετικούς τύπους κυττάρων (ακίνη στο μυς και στα ηπατικά κύτταρα)
- ❖ Παράδειγμα ποσοτικών διαφορών σε διαφορετικά γονίδια είναι το A ένζυμο του ενδιάμεσου μεταβολισμού (μεταβολισμός της γλυκόζης) που χρειάζεται και εκφράζεται περισσότερο από το B που κωδικοποιεί πχ την RNA πολυμεράση



ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΓΟΝΙΔΙΩΝ

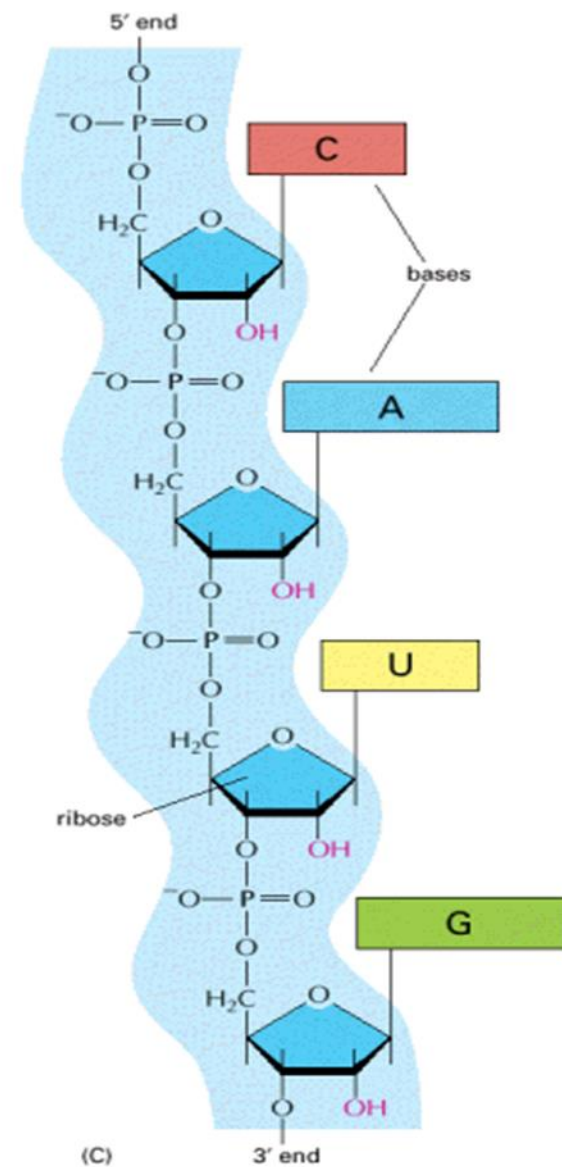
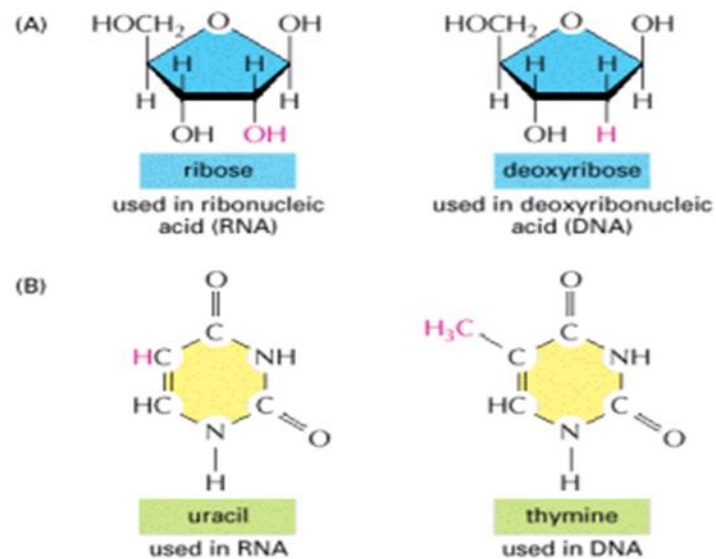
ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ



ΔΟΓΜΑ «ΜΙΑ ΠΡΩΤΕΪΝΗ, ΕΝΑ ΓΟΝΙΔΙΟ»

- ❖ Διαφορετικές πρωτεΐνες σε διαφορετικά κύτταρα (αιμοσφαιρίνη, μυοσφαιρίνη)
- ❖ Μια πρωτεΐνη πάντα προέρχεται από ένα γονίδιο αλλά από κάποια γονίδια μπορεί να παράγονται διαφορετικές πρωτεΐνες που μπορεί να διαφέρουν από λίγο έως πολύ στη αλληλουχία τους και να έχουν διαφορετικές λειτουργίες
- ❖ Ένας τρόπος να δημιουργηθούν αυτές είναι από το εναλλακτικό μάτισμα του RNA

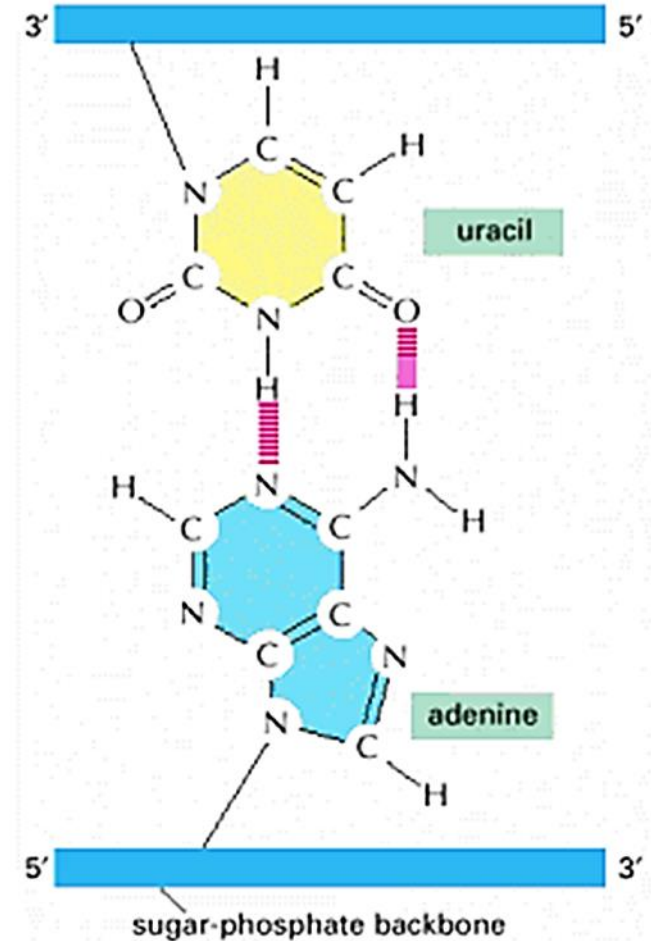
ΔΟΜΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ RNA



- ❖ Στη σύνθεση του RNA συμμετέχουν τα νουκλεοτίδια που περιέχουν ριβόζη αντί για δεόξυριβοζη
- ❖ Αυτά είναι η Αδενίνη, η Γουανίνη, η Κυτοσίνη και Ουρακίλη (αντί για Θυμίνη)

ΖΕΥΓΑΡΩΜΑ ΒΑΣΕΩΝ RNA-DNA

Για να γίνει τη μεταγραφή χρειάζεται ζευγάρωμα των βάσεων μεταξύ μητρικού του DNA και του RNA που παράγεται με τους ίδιους κανόνες συμπληρωματικότητας



RNA ΠΟΛΥΜΕΡΑΣΗ

- Μήτρα DNA- template (sense) strand

- Πολυμερισμός ριβονουκλεοτιδίων

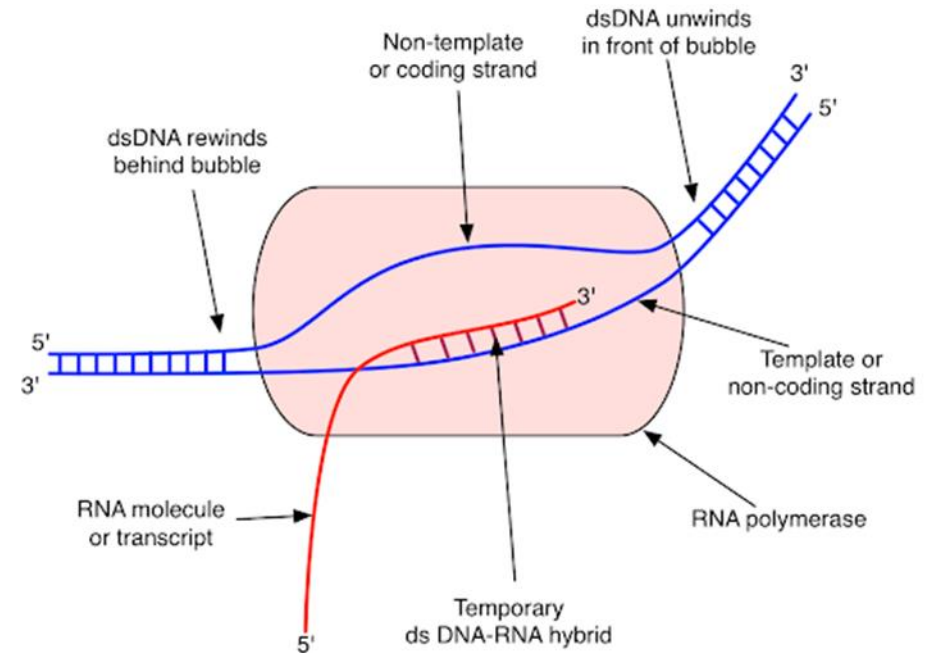
- Πολυμερισμός 5' → 3'

- Ζεύγη βάσεων RNA-DNA

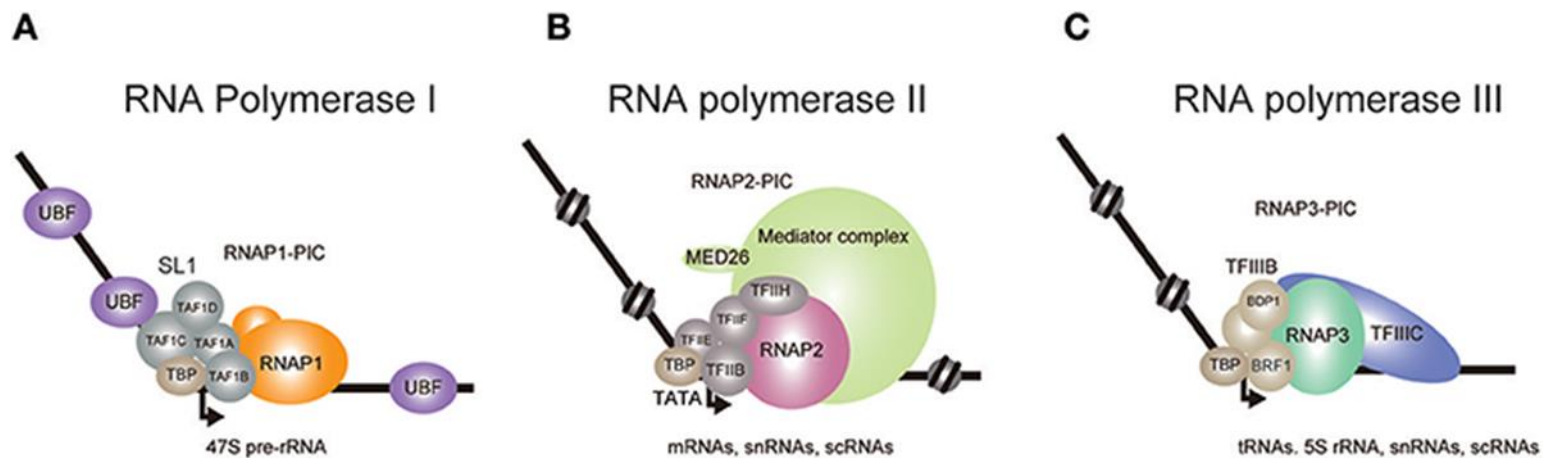
- Δεν απαιτείται εναρκτήριο RNA

- ΌΧΙ επιδιόρθωση λαθών

- ❖ **Απαιτούνται βοηθητικοί παράγοντες μεταγραφής:** Χρειάζονται για την τοποθέτηση της πολυμεράσης στη σωστή θέση έναρξης της μεταγραφής και χωρίζονται σε Γενικούς και Ειδικούς
 - ❖ **Γενικοί:** Χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις μεταγραφές γονιδίων και κυτταρικούς τύπους
 - ❖ **Ειδικοί:** Χρησιμοποιούνται μόνο σε συγκεκριμένα σύνολα γονιδίων και κυτταρικούς τύπους και όχι σε όλα



RNA ΠΟΛΥΜΕΡΑΣΕΣ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΩΝ



- RNA-πολυμεράση I → rRNA
- RNA-πολυμεράση II → mRNA, snRNAs (Small nuclear RNA), microRNA
- RNA-πολυμεράση III → tRNA, snRNAs

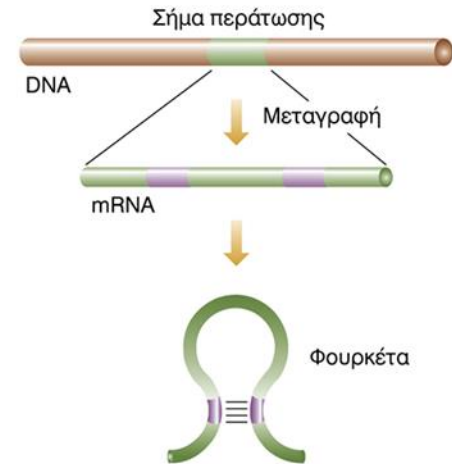
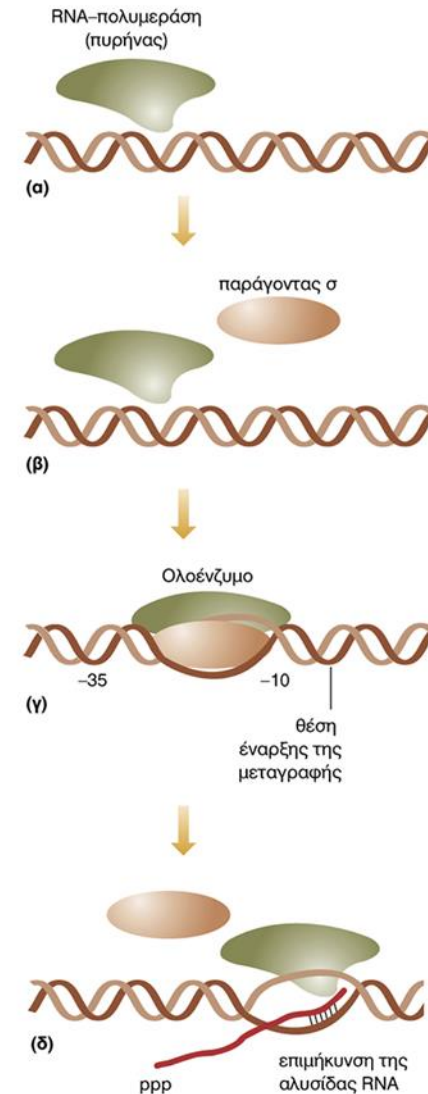
• RNA-πολυμεράση (προκαρυωτικών)

Ριφαμπικίνη αντιβιοτικό που αναστέλλει την RNA πολυμεράση

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

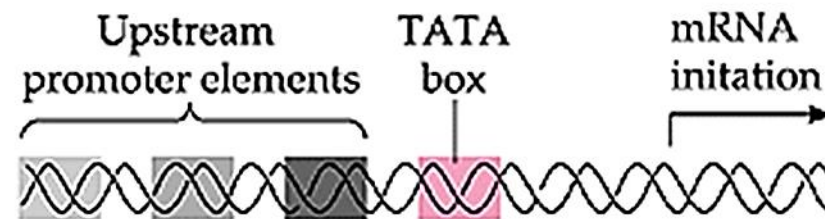
ΕΝΑΡΞΗ & ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ

- ❖ Ο γενικός παράγοντας μεταγραφής στα προκαρυωτικά λέγεται **παράγοντας σ**
- ❖ Καθοδηγεί την RNA πολυμεράση να αναγνωρίσει και να συνδεθεί στο σωστό σημείο, περίπου 10 με 20 νουκλεοτίδια πριν το σημείο έναρξης της μεταγραφής
- ❖ Τα νουκλεοτίδια μετά το σημείο έναρξης προς 3' άκρο της μεταγραφής (σημείο +1) παίρνουν **θετική αρίθμηση** ενώ πριν την έναρξη προς 5' άκρο **αρνητική αρίθμηση**
- ❖ Το σημείο έναρξης της μετάφρασης είναι λίγα νουκλεοτίδια πιο κάτω από το σημείο έναρξης της μεταγραφής
- ❖ Για να σταματήσει η μεταγραφή υπάρχει πάνω στο DNA μια αλληλουχία που ονομάζεται **σήμα περάτωσης**
- ❖ Αυτή έχει **δύο συμπληρωματικά άκρα** που προκαλούν στο RNA να δημιουργήσει **φουρκέτα**
- ❖ Η φουρκέτα απομακρύνει την RNA πολυμεράση λίγο μετά την συμπληρωματική αλληλουχία



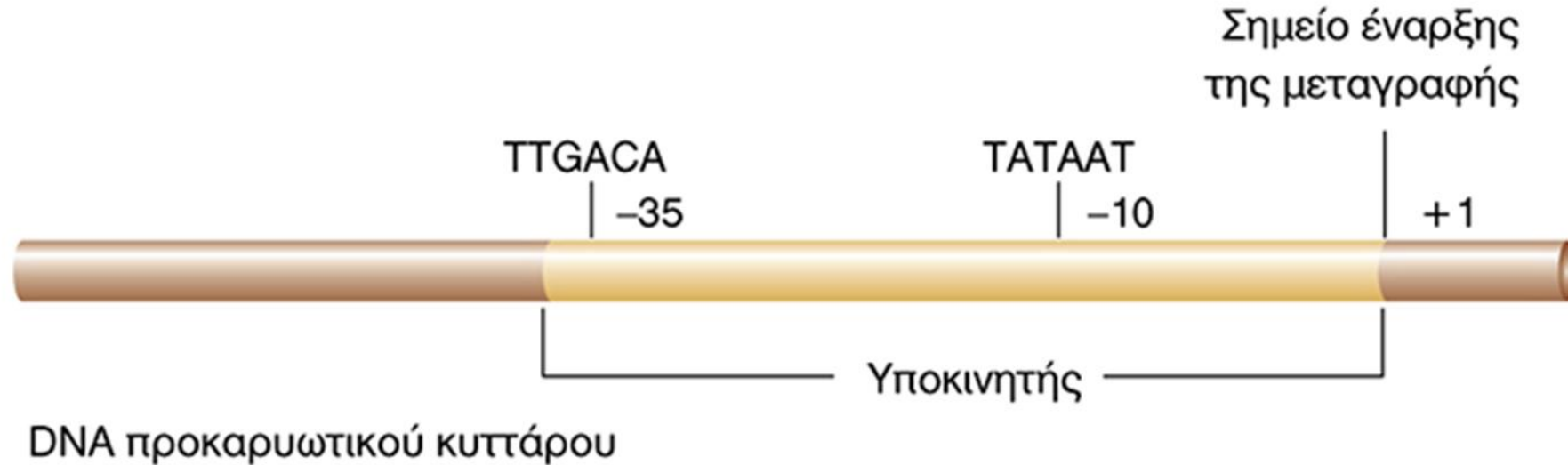
ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ ΥΠΟΚΙΝΗΤΗΣ

- ❖ Αριστερά (5') κοντά στο σημείο έναρξης της μεταγραφής βρίσκονται αλληλουχίες που ονομάζονται υποκινητής
- ❖ Σε αυτές προσδένονται παράγοντες μεταγραφής οι οποίοι καθοδηγούν τη σύνδεση της RNA πολυμεράσης



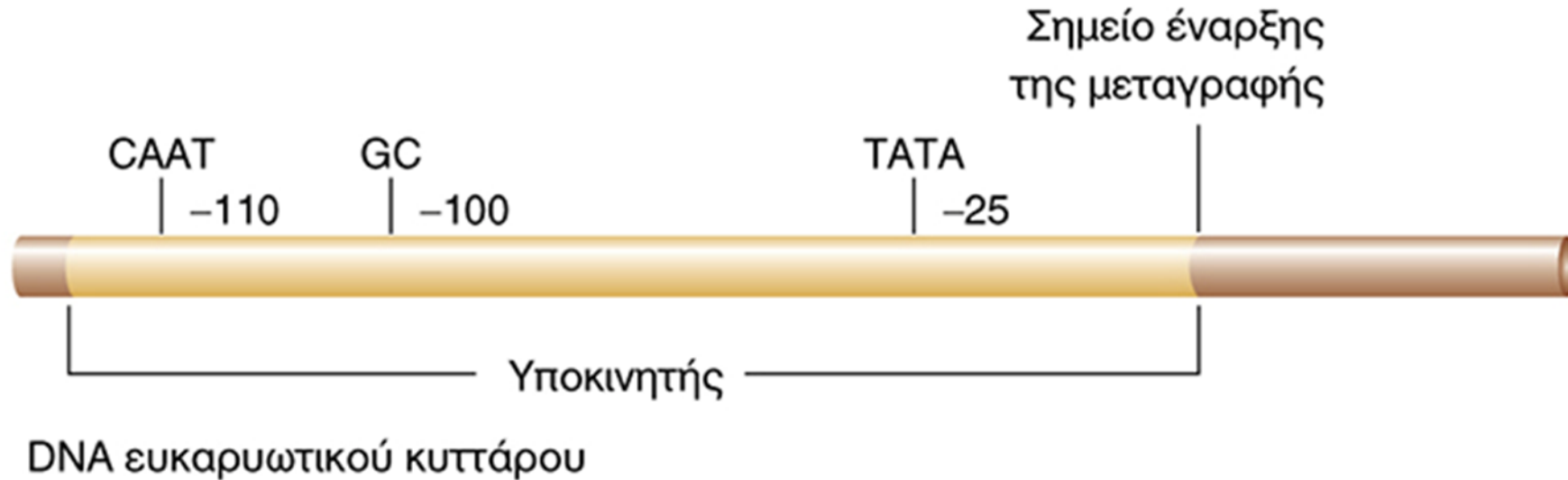
CCAAT
GGGGCGG
GCCACACC
ATGCAAAT

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ ΥΠΟΚΙΝΗΤΗΣ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟΥ



- ❖ **Συναινετικές Αλληλουχίες (consensus)**
- ❖ **TATAAT (-10 νουκλεοτίδια) → Από πού θα αρχίσει η μεταγραφή**
- ❖ **TTGACA (-35 νουκλεοτίδια) → Δέσμευση RNA πολυμεράσης**

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ ΥΠΟΚΙΝΗΤΗΣ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΟΥ



Συναινετικές Αλληλουχίες (consensus)

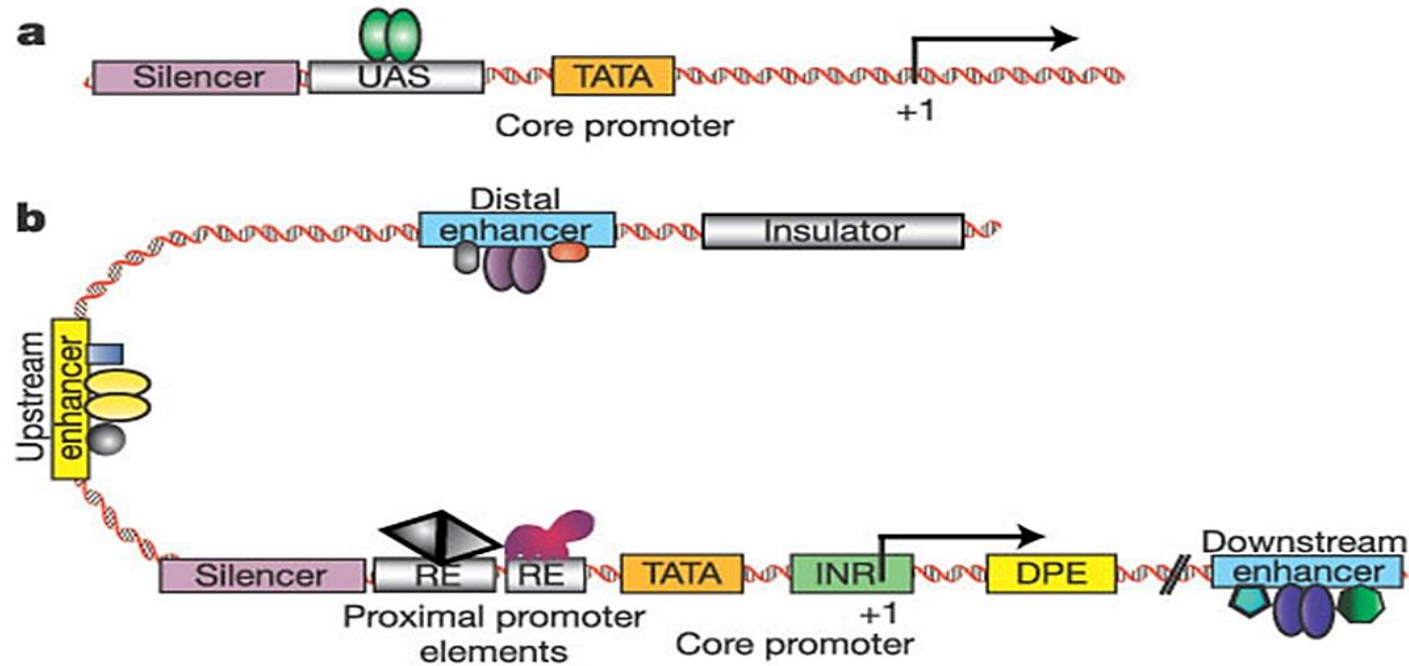
TATA (-25) → Δέσμευση Γενικών Μεταγραφικών Παραγόντων

CAAT (-110) & GC (-100) → Δέσμευση Ειδικών Μεταγραφικών Παραγόντων →

Ρύθμιση Αποδοτικότητας Μεταγραφής (ταχύτητα σύνδεσης της RNA πολυμεράσης)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ & ΚΑΤΑΣΤΟΛΕΙΣ

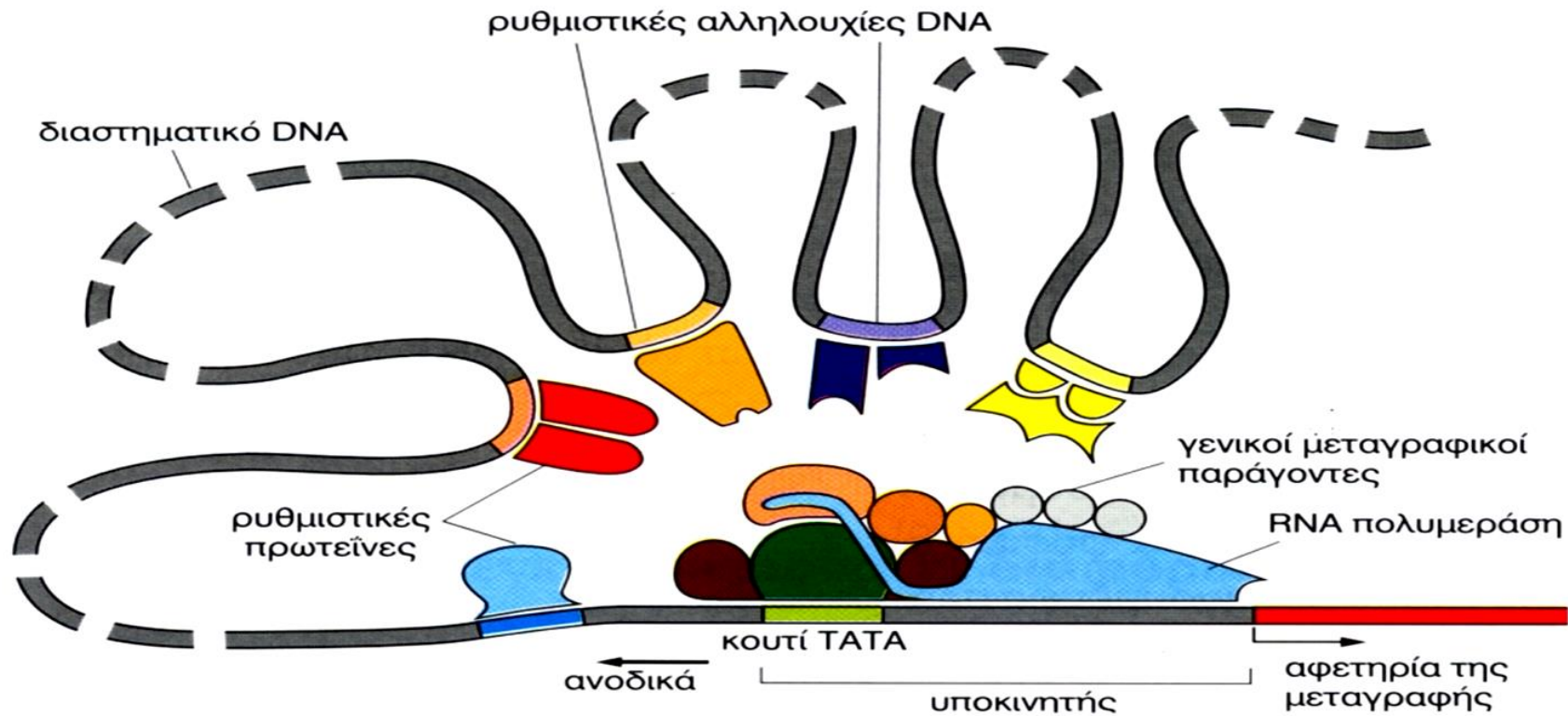


cis-δραστικές αλληλουχίες DNA (στο ίδιο χρωμόσωμα)

Δέσμευση Ρυθμιστικών Μεταγραφικών Παραγόντων μεταγραφής πριν αλλά και μετά την έναρξη της μεταγραφής, κοντά είτε και μακριά από την έναρξη σε μη συγκεκριμένη θέση.

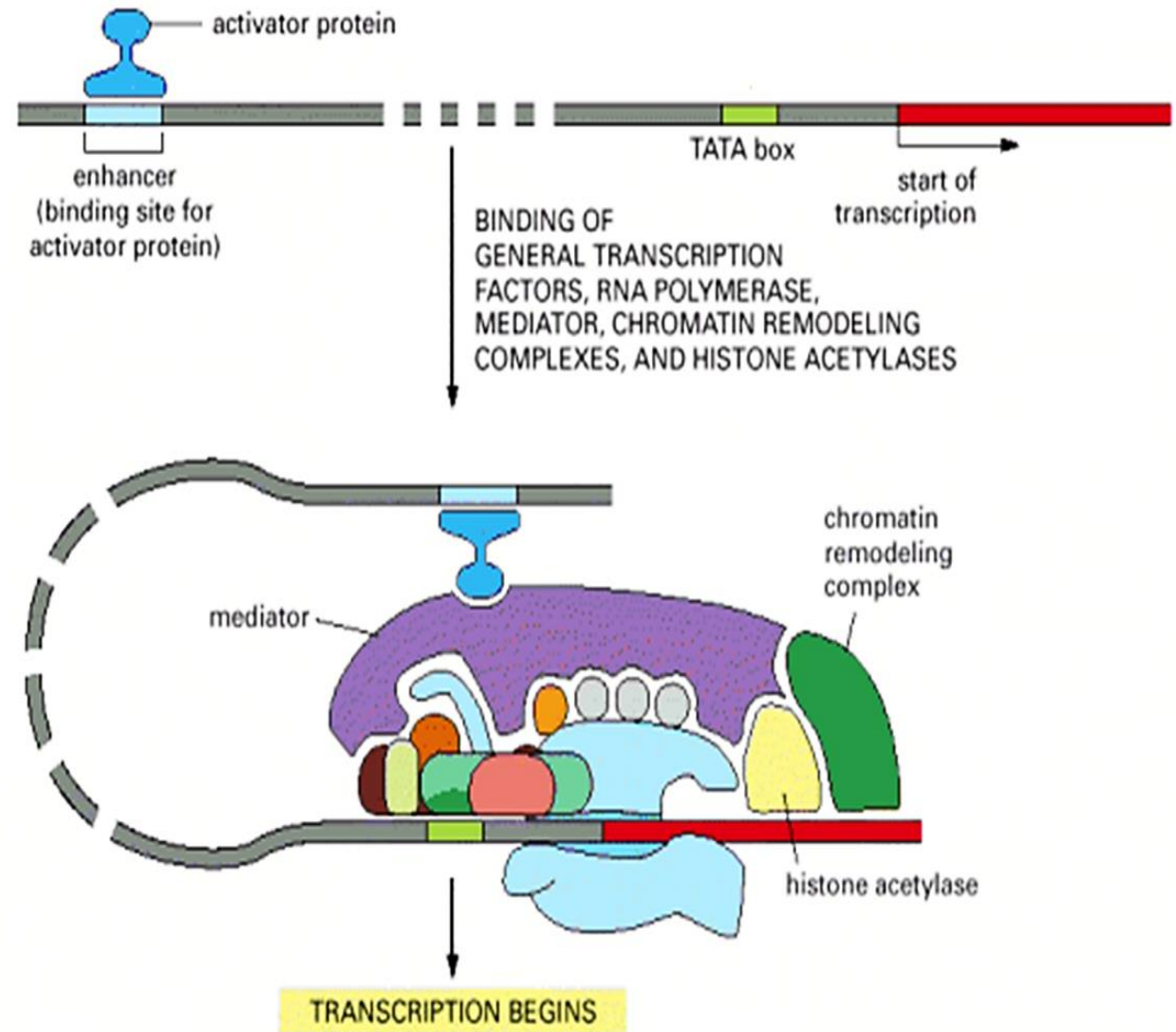
Ενισχυτές: Αυξάνουν, ενεργοποιούν την έκφραση των γονιδίων

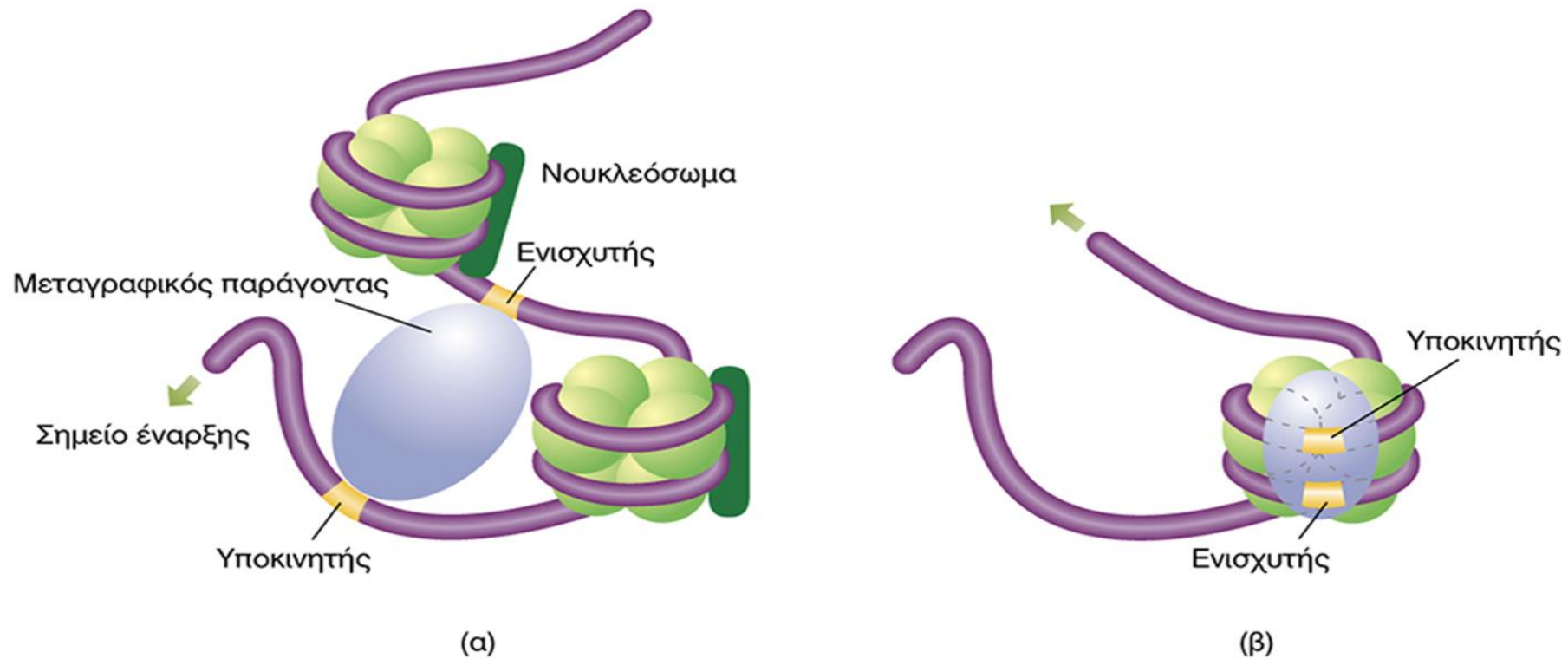
Καταστολείς: Παρεμποδίζουν την ενεργοποίηση των γονιδίων



- ❖ Οι **γενικοί παράγοντες μεταγραφής** προσδένονται στο υποκινητή
- ❖ Οι **ειδικοί παράγοντες μεταγραφής** μπορούν να προσδεθούν στον υποκινητή είτε σε ειδικές ρυθμιστικές αλληλουχίες κοντά ή μακριά από αυτόν
- ❖ Όταν προσδένονται μακριά από τον υποκινητή ενεργοποιούν την αναδίπλωση της χρωματίνης ώστε να βρεθούν κοντά στο σύμπλοκο της μεταγραφής

- ❖ Η RNA πολυμεράση μπορεί από μόνη της να κάνει μεταγραφή σε γονίδια που έχουν σταθερή έκφραση σε όλη τη διάρκεια της ζωής του κυττάρου
- ❖ Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις χρειάζονται οι ειδικοί παράγοντες μεταγραφής
- ❖ Κάποιοι είναι **ένζυμα που αλλάζουν τη δομή** της χρωματίνης και **αλληλεπιδρούν με τις ιστόνες**

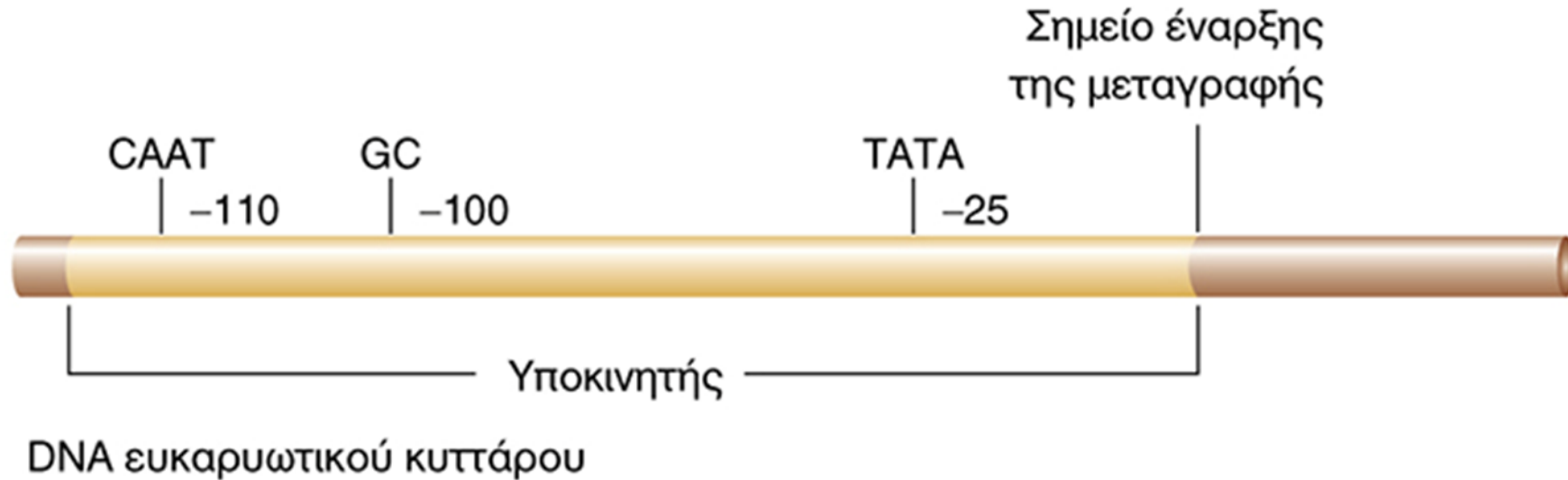




- ❖ Για να μπορέσει να συνδεθεί ο παράγοντας μεταγραφής και να μεταγραφεί το γονίδιο θα πρέπει (σχήμα α) να είναι ελεύθερες οι αλληλουχίες του υποκινητή και του ενισχυτή (ευχρωματίνη)
- ❖ Σε αντίθετη περίπτωση (σχήμα β) (ετεροχρωματίνη) δεν μπορεί να ξεκινήσει η μεταγραφή
- ❖ Σε αυτές περιπτώσεις παίζουν ρόλο και οι επιγενετικές τροποποιήσεις των ιστονών

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

ΜΕΘΥΛΙΩΣΗ DNA

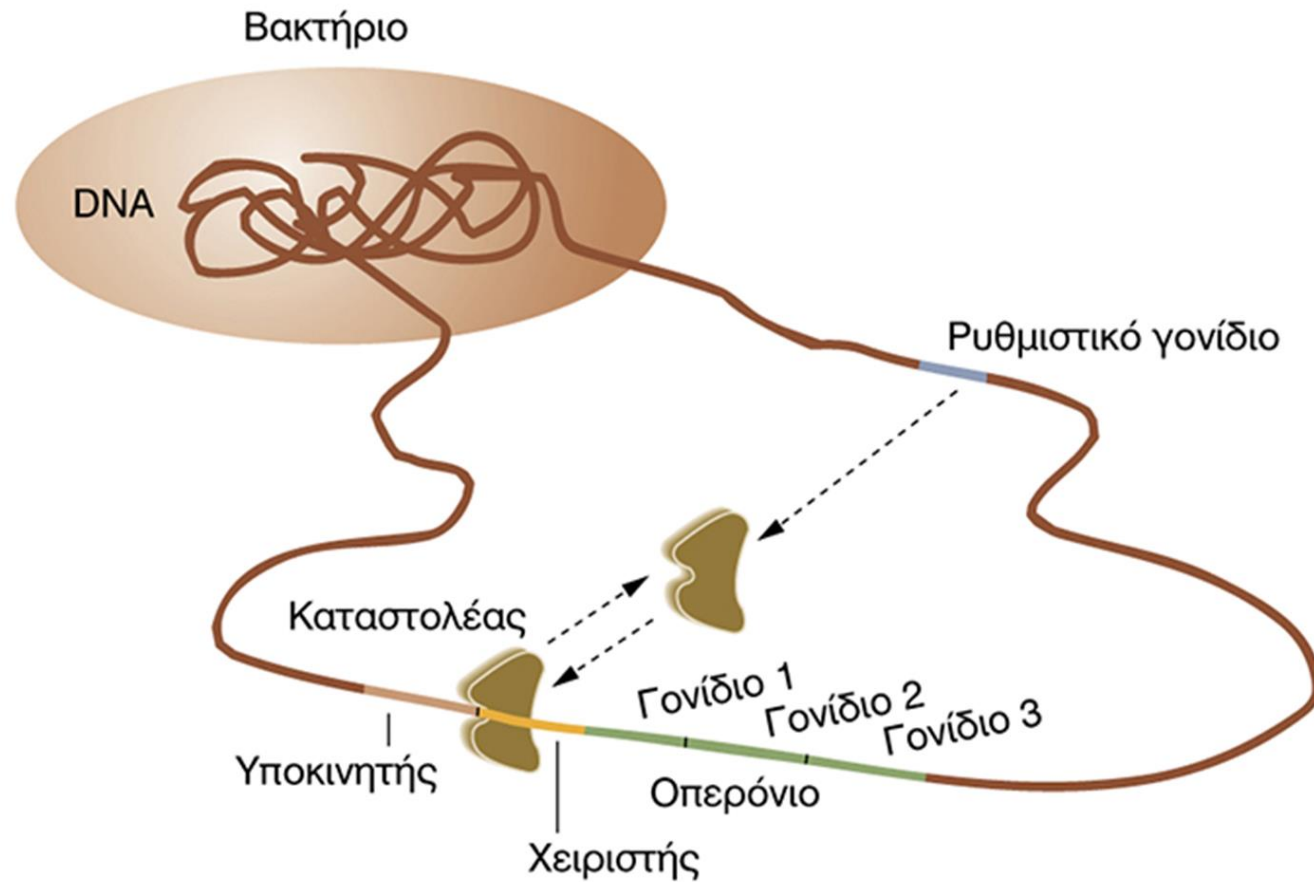


Επιγενετική τροποποίηση του DNA (χημικές τροποποιήσεις που δεν αλλάζουν τη δομή του DNA δεν προκαλούν μεταλλάξεις)

- ❖ Το DNA μπορεί να **μεθυλωθεί αναστρέψιμα** στη κυτοσίνη που βρίσκεται σε νησίδια GC
- ❖ Όταν αυτά βρίσκονται στον υποκινητή και όταν μεθυλιώνονται δυσκολεύει ή αναστέλλεται η μεταγραφή διότι δυσκολεύονται να προσδεθούν οι παράγοντες μεταγραφής και η RNA πολυμεράση

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

Trans-Ρύθμιση

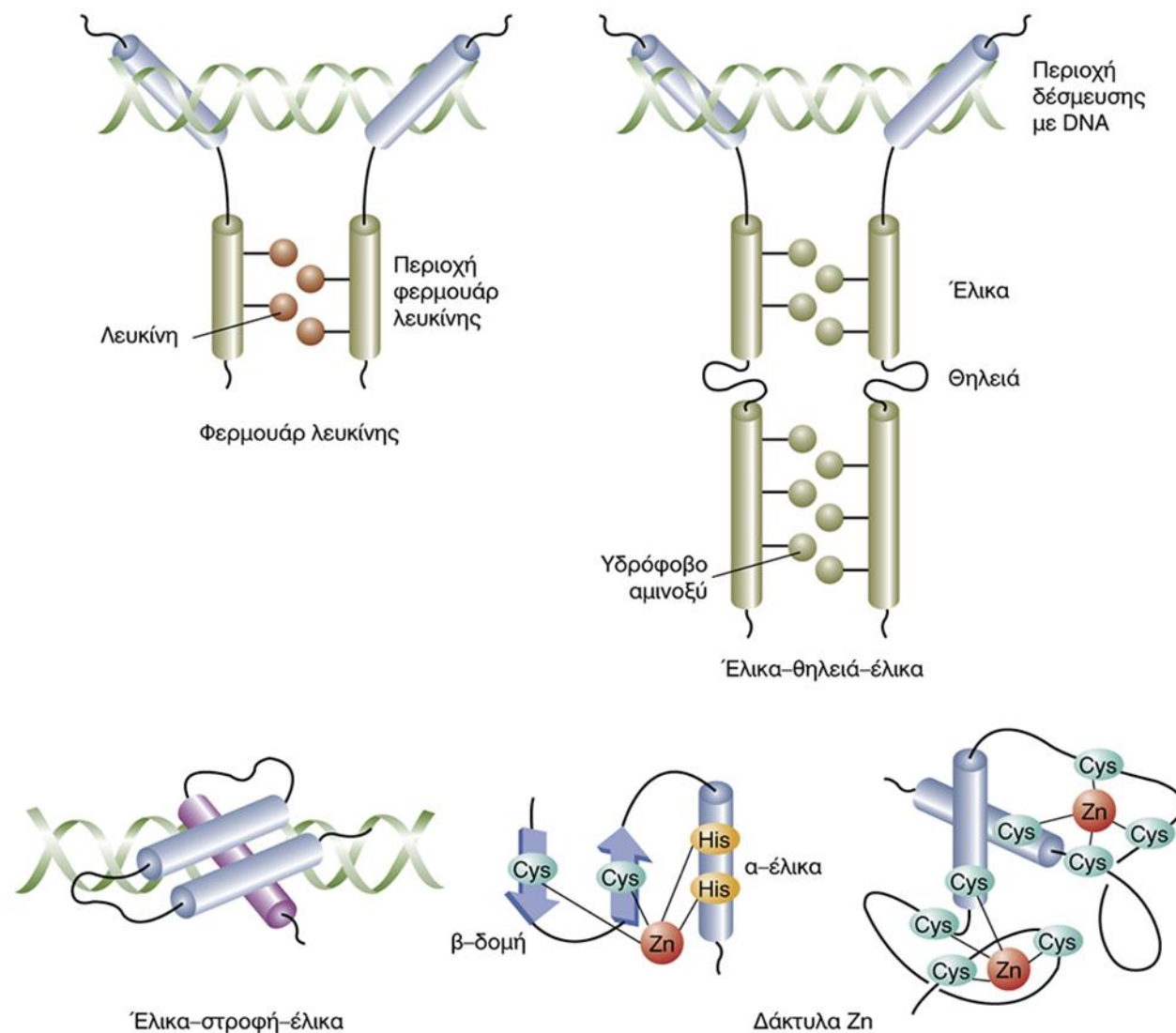


- Η **Cis-ρύθμιση** της μεταγραφής αφορά **ρυθμιστικές αλληλουχίες** που βρίσκονται κοντά στη περιοχή έναρξης της μεταγραφής
- Η **Trans ρύθμιση** της μεταγραφής αφορά **μεταγραφικούς παράγοντες** που ρυθμίζουν την έκφραση των γονιδίων

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

ΜΕΤΑΓΡΑΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

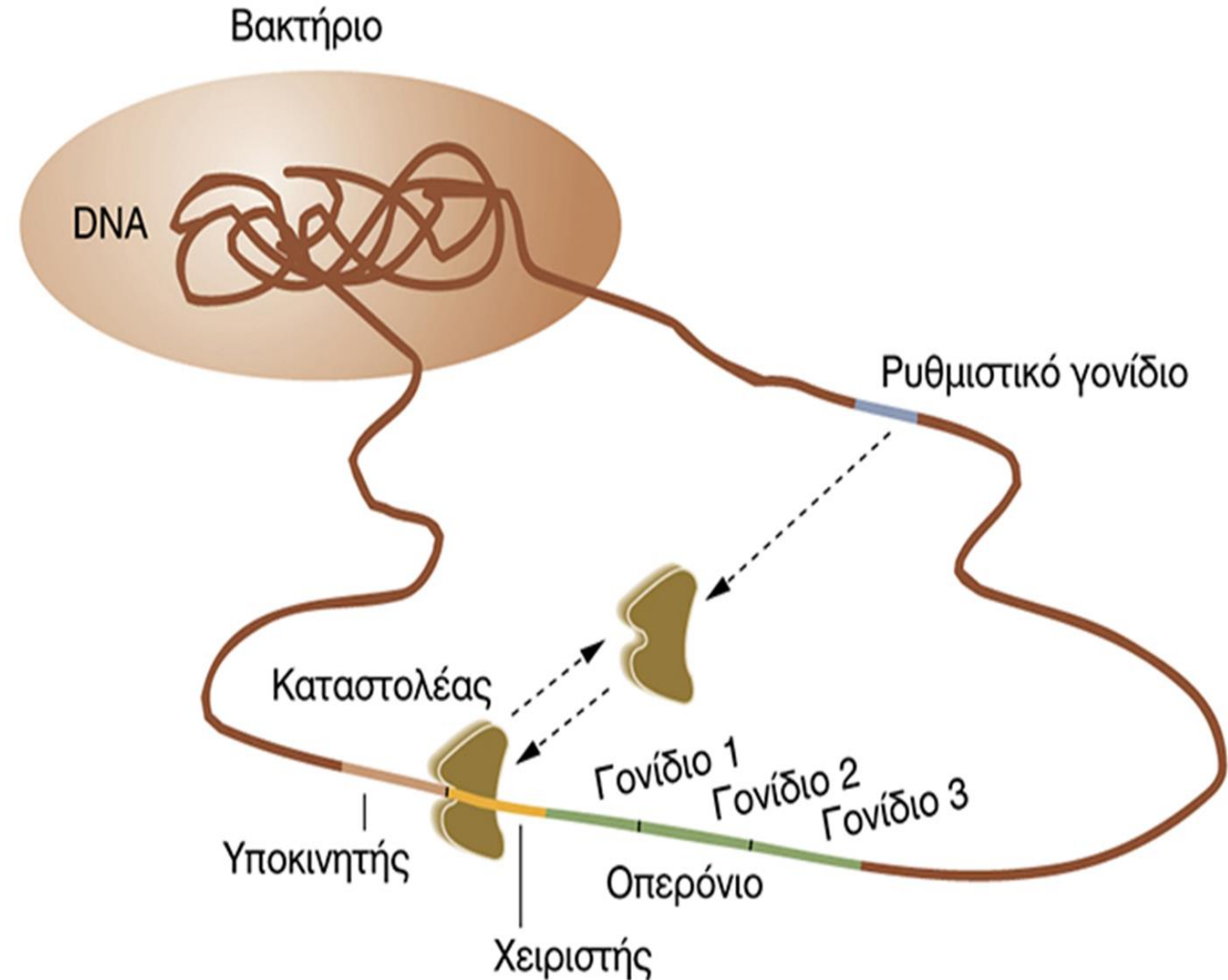
- ❖ Οι μεταγραφικοί παράγοντες βρίσκονται σε διάφορες στεreoχημικές διαμορφώσεις δομές
- ❖ Είτε είναι διμερές που αγκαλιάζουν το δίκλωνο DNA
- ❖ Είτε ως μονομερές που έχουν τέτοια πρωτεϊνικά τμήματα που περιβάλλουν τη νουκλεοτιδική αλληλουχία στην οποία προσδένονται



ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ

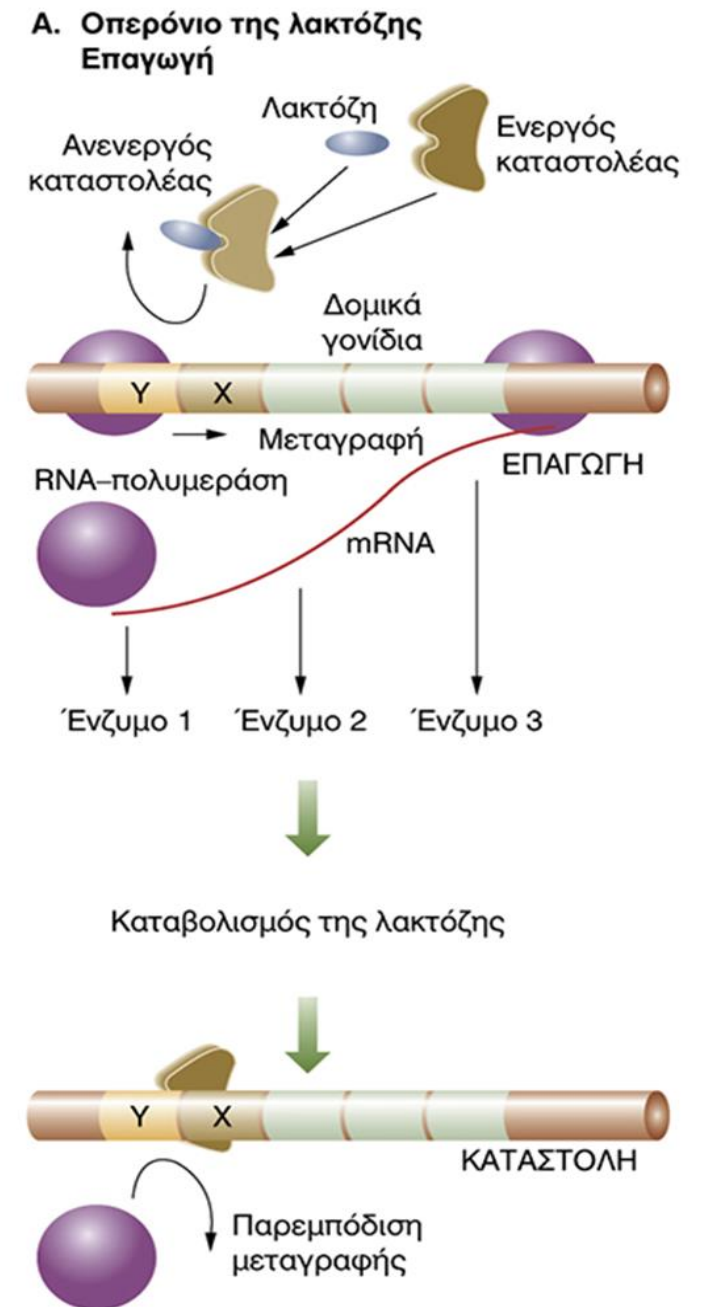
Trans-Ρύθμιση

- Ως παράδειγμα θα αναφερθούμε σε ένα απλό σύστημα Trans ρύθμισης το Οπερόνιο της Λακτόζης σε βακτηριακά κύτταρα
- **Οπερόνιο** είναι μια σειρά γονιδίων που εμπλέκονται στο ίδιο βιοχημικό μονοπάτι των οποίων η έκφραση ρυθμίζεται από κοινές ρυθμιστικές αλληλουχίες



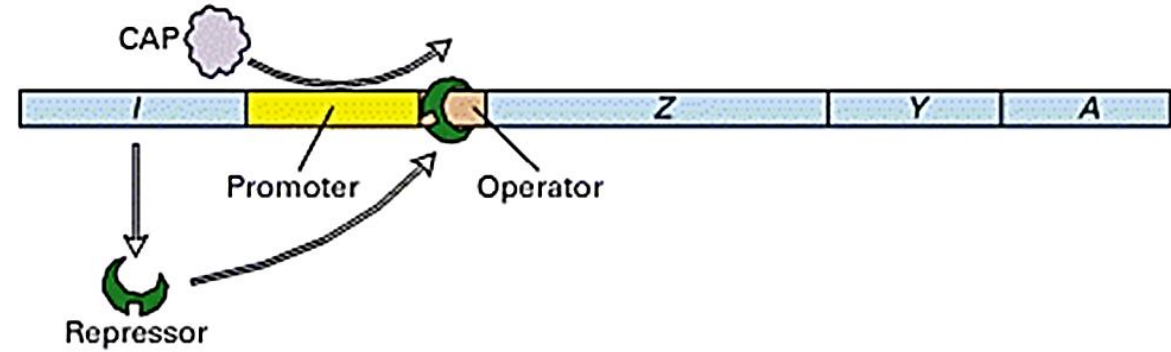
Οπερόνιο της Λακτόζης

- ❖ Είναι μια σειρά γονιδίων που εμπλέκονται στο μεταβολισμό της Λακτόζης, ειδικότερα στον καταβολισμό (μείωση) της λακτόζης
- ❖ Σε περίσσια λακτόζης το Οπερόνιο θα πρέπει να εκφράζεται
- ❖ Σε έλλειψη λακτόζης το γονίδια του Οπερονίου δεν πρέπει εκφράζονται
- ❖ Οπότε ως πρώτο επίπεδο ρύθμισης είναι η παρουσία ή απουσία της λακτόζης
- ❖ Η έκφραση του Οπερονίου ρυθμίζεται από ένα παράγοντα που είναι καταστολέας της μεταγραφής
- ❖ Απουσία λακτόζης ο καταστολέας καταστέλλει τη μεταγραφή
- ❖ Ενώ όταν υπάρχει λακτόζη αυτή δεσμεύεται στο καταστολέα τον αδρανοποιεί και εκφράζονται τα γονίδια (ένζυμα) που καταβολίζουν την λακτόζη και μειώνουν τη συγκέντρωσή της

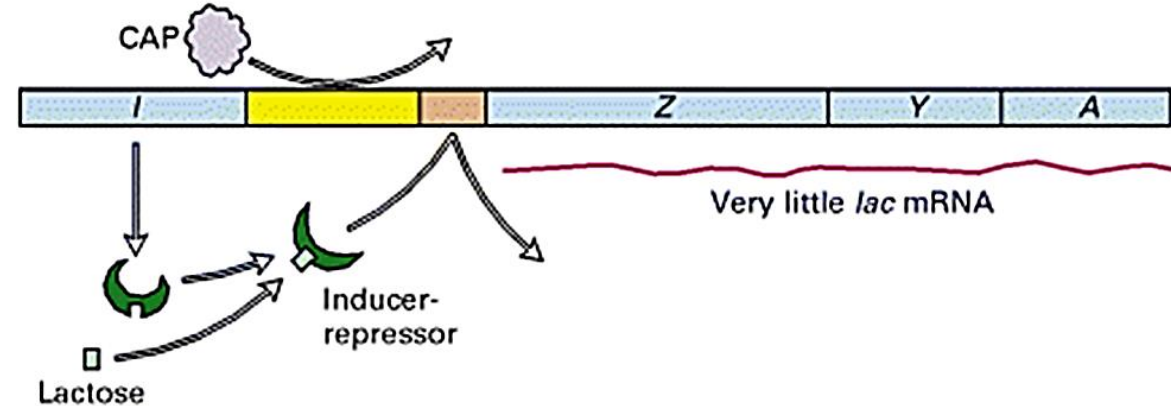


- ❖ Ο έλεγχος του Οπερονίου της Λακτόζης **είναι διπλός**
 - ❖ Ο δεύτερος παράγοντας λέγεται CAP διότι ελέγχεται και ενεργοποιείται από ένα **μήνυμα το cAMP**
 - ❖ Αυξημένη γλυκόζη (ενέργεια)-**μειωμένο cAMP**
 - ❖ Μειωμένη ενέργεια – **αυξημένο cAMP**
 - ❖ Απουσία λακτόζης δεν γίνεται μεταγραφή
 - ❖ Όταν υπάρχει αυξημένη γλυκόζη (μειωμένο cAMP) και λακτόζη η έκφραση του γονίδιου δεν είναι τόσο σταθερή και γρήγορη γιατί είναι αδρανής ο CAP
 - ❖ Ελλείψει ενέργειας (γλυκόζης) το cAMP είναι αυξημένο και ενεργοποιεί το παράγοντα CAP να επάγει την έκφραση του Οπερονίου ενώ η αυξημένη λακτόζη αδρανοποιεί τον καταστολέα
- Ο καταβολισμός της λακτόζης συμμετέχει στη παραγωγή ενέργειας με μορφή ATP μέσω του κύκλου του Krebs**

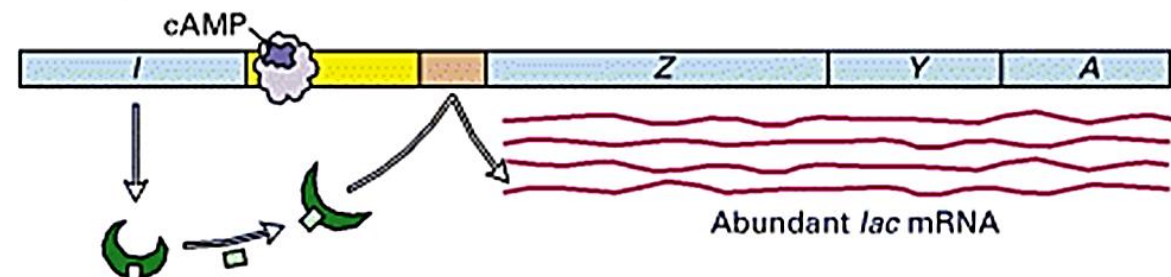
(a) Glucose present (cAMP low); no lactose



(b) Glucose present (cAMP low); lactose present



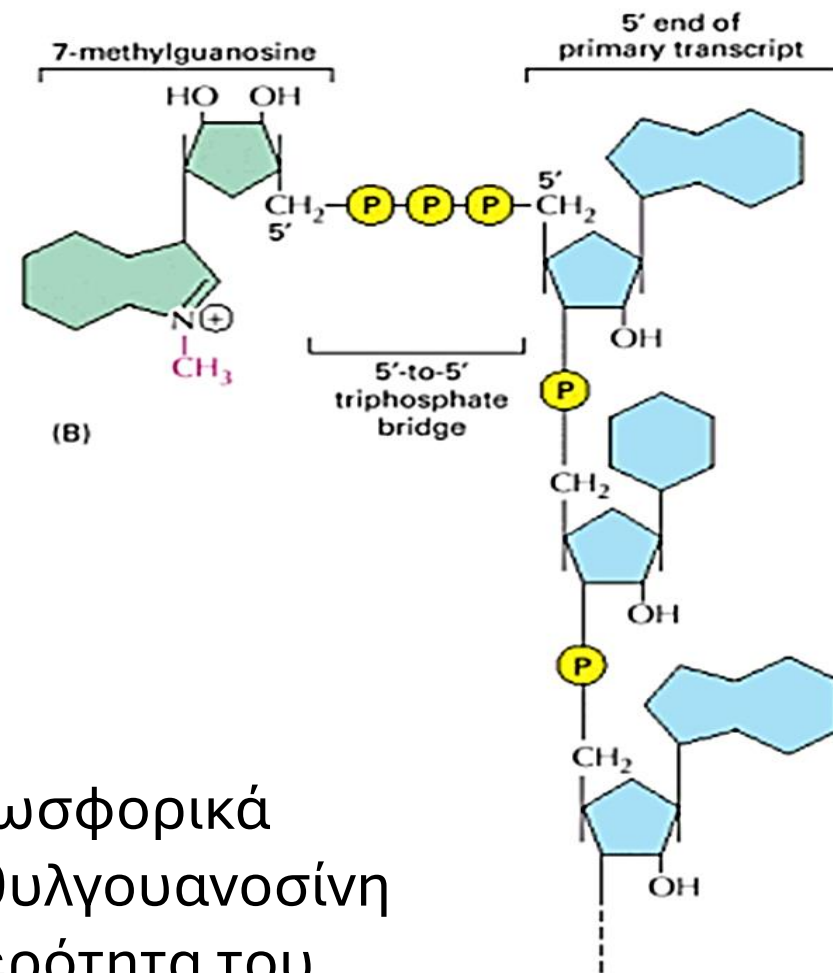
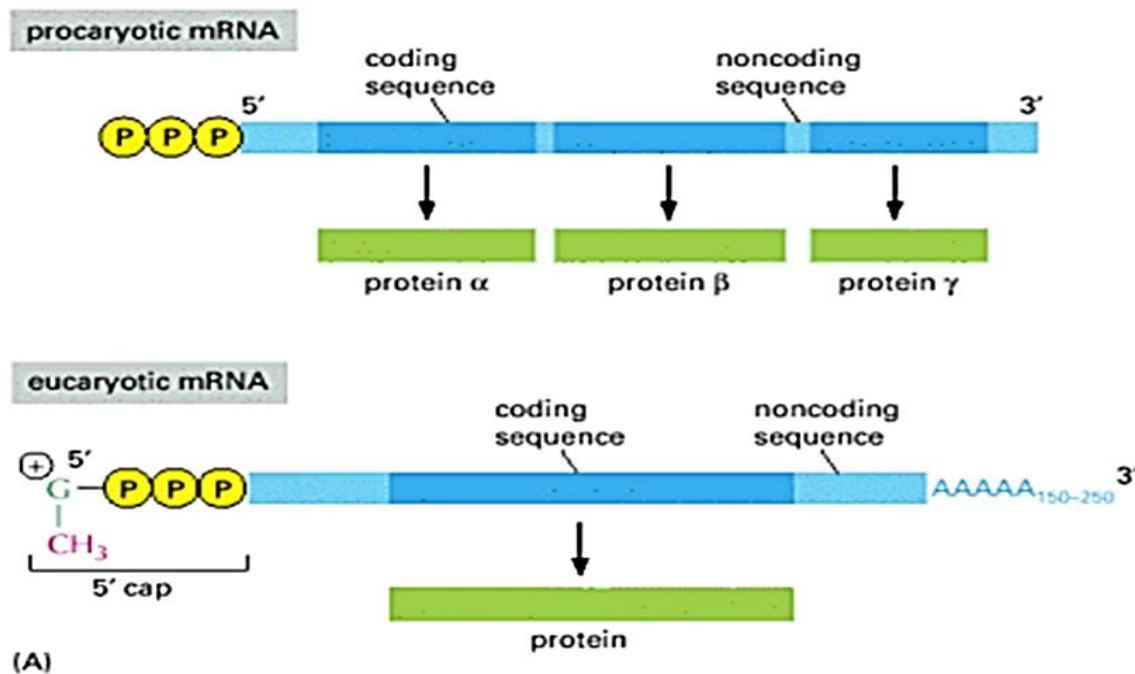
(c) No glucose present (cAMP high); lactose present



Ωρίμανση μηνύματος RNA

- ❖ Στους προκαρυωτικούς οργανισμούς ή μεταγραφή του RNA συνδέεται άμεσα με τη μετάφρασή του σε πρωτεΐνες
- ❖ Στους ευκαρυωτικούς το RNA μετά τη μεταγραφή μεταφέρεται στο κυτταρόπλασμα και συνήθως στο πυρήνα υπόκειται σε τροποποιήσεις πριν τη μετάφραση του ονομάζονται **μεταμεταγραφικές τροποποιήσεις** ή **ωρίμανση μηνύματος RNA**

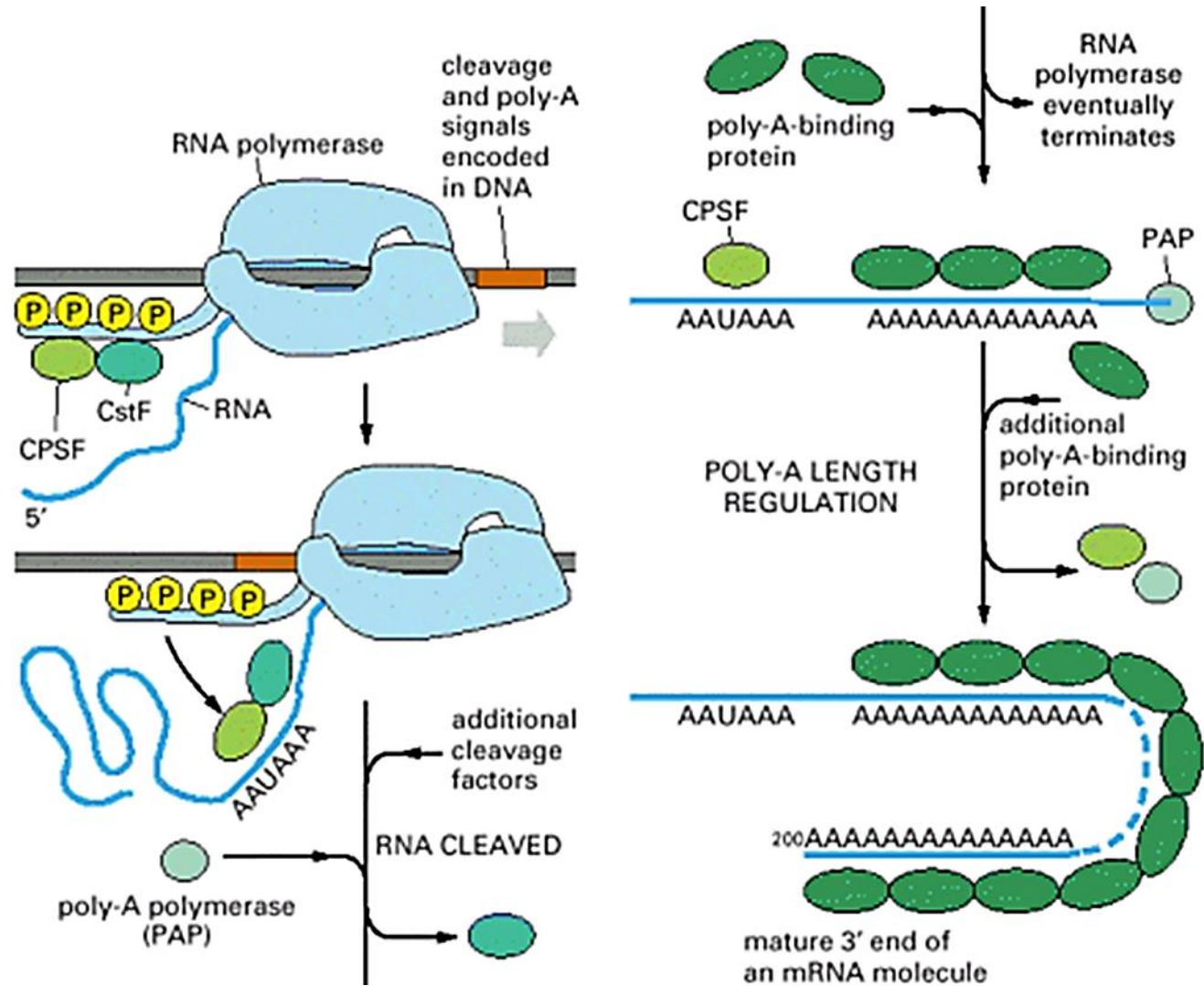
ΠΡΟΣΘΗΚΗ 5' ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ



- ❖ Στα προκαρυωτικά στο 5' άκρο υπάρχουν τρία φωσφορικά
- ❖ Στα ευκαρυωτικά προστίθεται επιπλέον μια 7-μεθυλγουανοσίνη
- ❖ Αυτό ονομάζεται 5' κάλυμμα και αυξάνει τη σταθερότητα του mRNA αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής του σε αντίθετη περίπτωση το mRNA αποικοδομείται πιο σύντομα

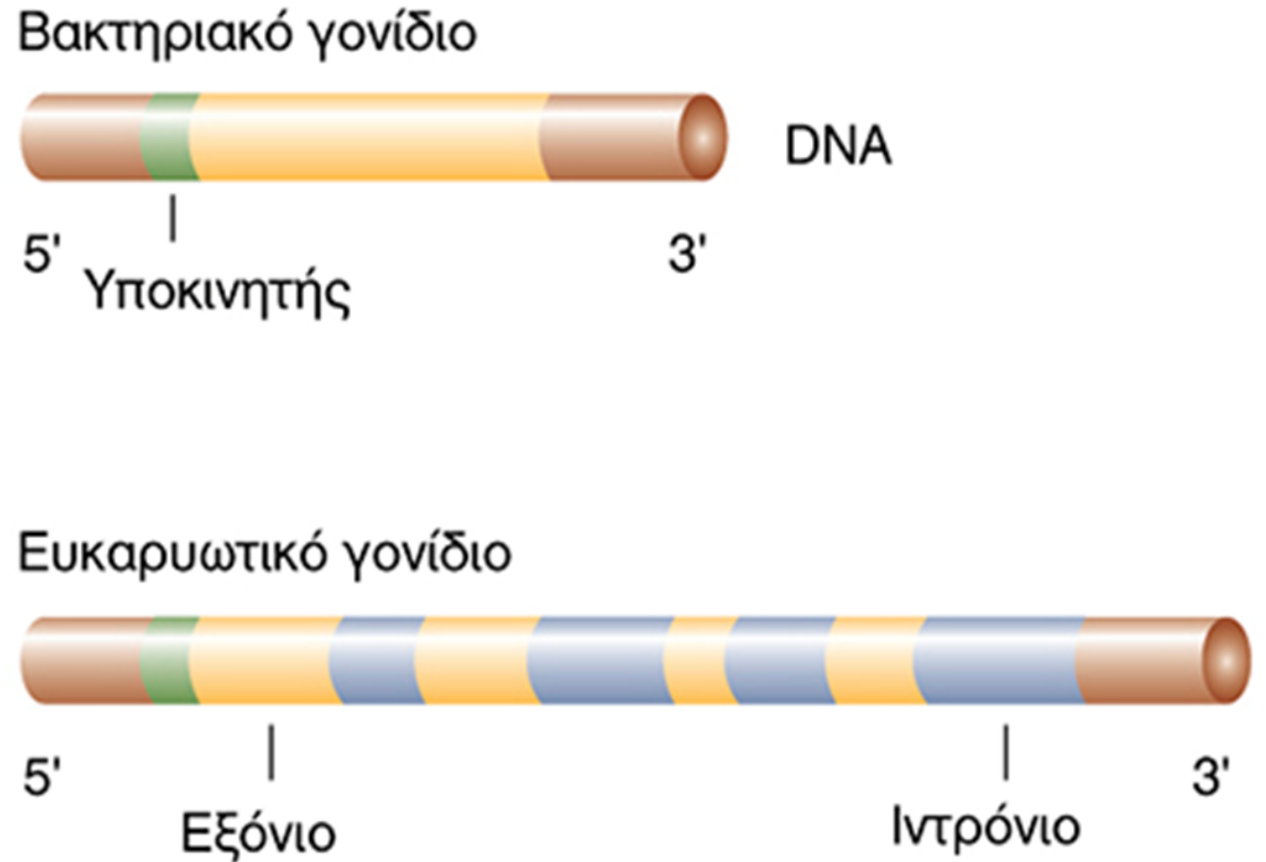
ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΟΛΥ-A ΟΥΡΑΣ

- Η προσθήκη ουράς από αδενίνες στο 3' άκρο είναι μια τροποποίηση που συμβαίνει μόνο στα mRNA που έχουν μεγάλο χρόνο ζωής
- Μετά το πέρας της μεταγραφής στο 3' άκρο υπάρχει η αλληλουχία AAUAAA που αναγνωρίζει μια άλλη πολυμεράση, η πολυ-A πολυμεράση που προσθέτει μια σειρά από A
- Σε αυτές τις αδενίνες δεσμεύονται πρωτεΐνες που προστατεύουν το 3' άκρο από νουκλεάσες αυξάνοντας τη διάρκεια της ζωής του mRNA



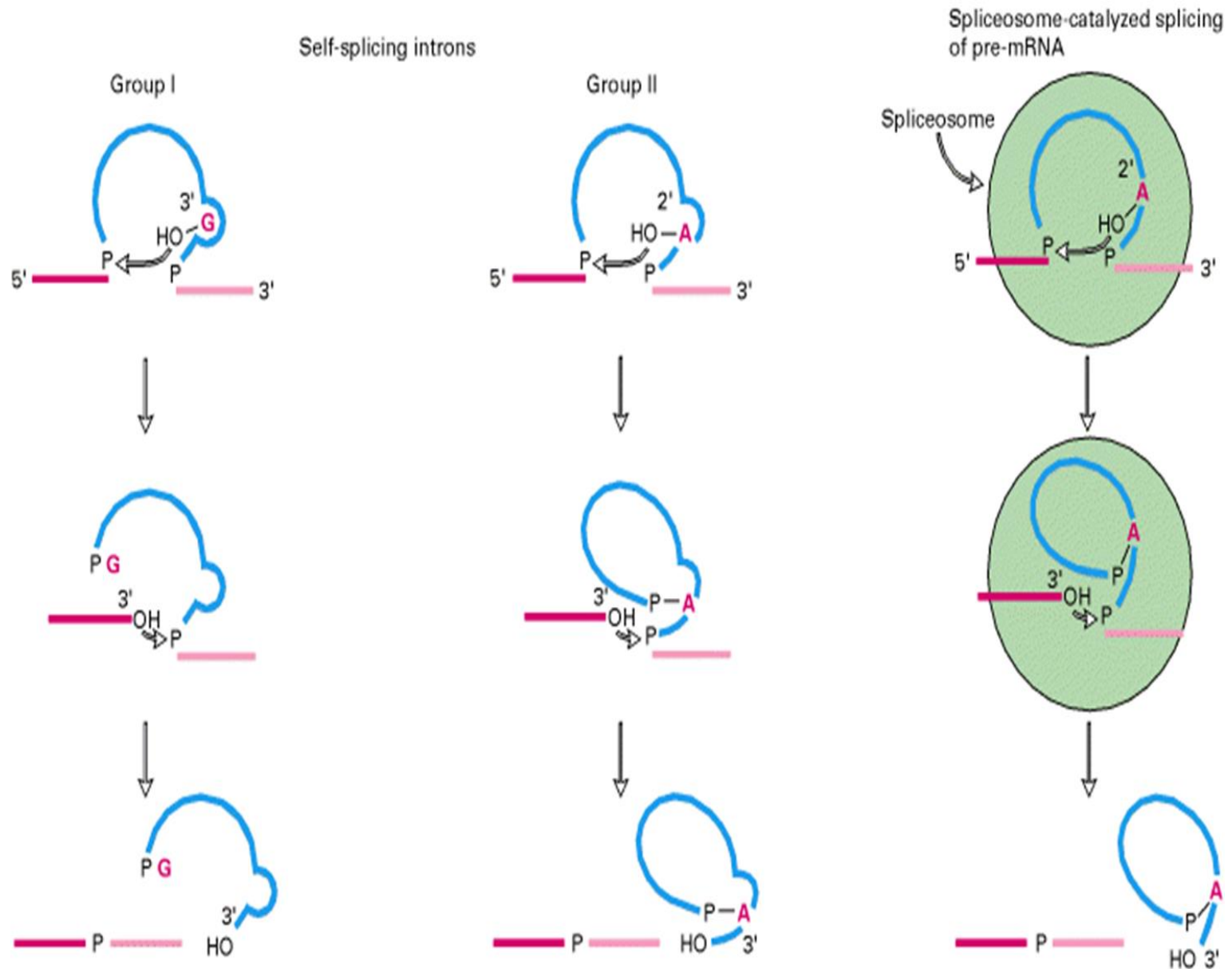
SPLICING / ΜΑΤΙΣΜΑ

- ❖ Στα περισσότερα ευκαρυωτικά γονίδια αντίθετα από τα βακτηριακά η κωδική αλληλουχία διακόπτεται από μη κωδικές που λέγονται **ιντρόνια ή εσόνια**
- ❖ Τα τμήματα που θα εκφραστούν ονομάζονται **εξόνια**
- ❖ Τα ιντόνια απομακρύνονται από το mRNA και τα εξόνια μπαίνουν με συρραφή σε σειρά με μία τροποποίηση που ονομάζεται **Μάτισμα / Splicing**

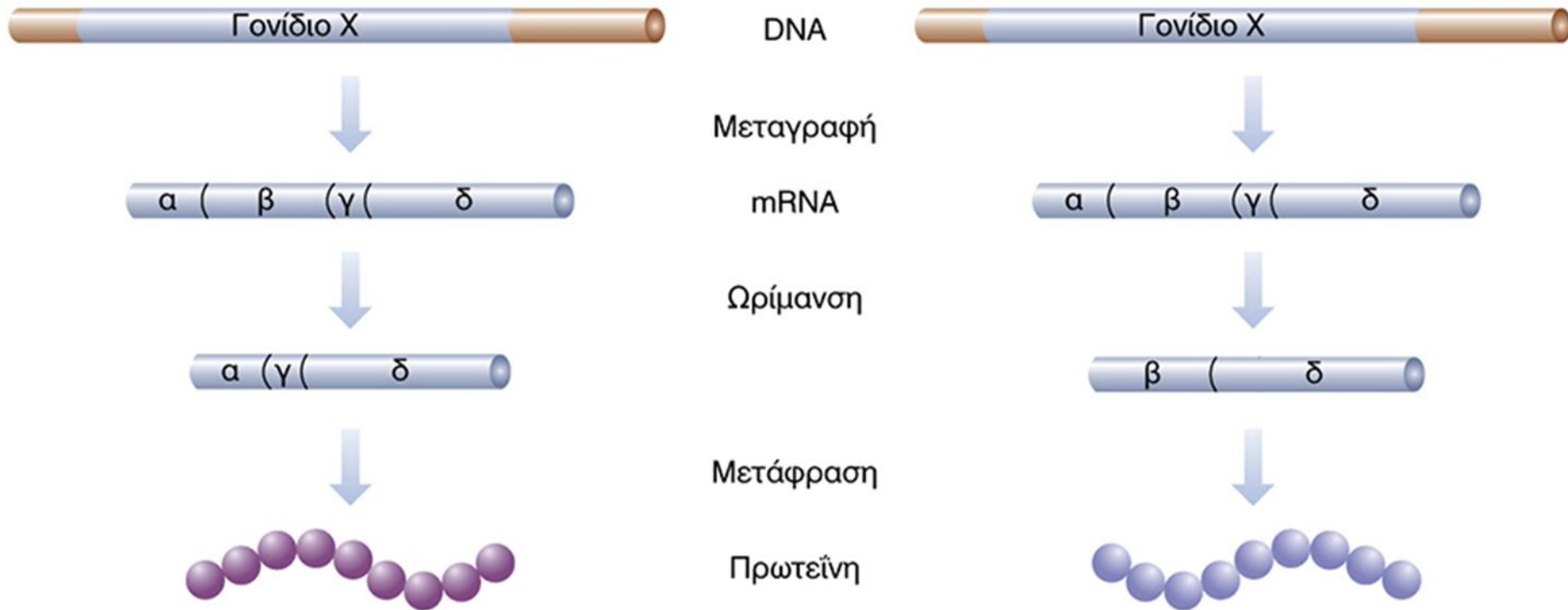


SPLICING / ΜΑΤΙΣΜΑ

- ❖ Η απομάκρυνση των ιντρονίων και η συρραφή των εξονίων γίνεται με διάφορους μηχανισμούς που εξαρτώνται από το είδος των εξονίων και ιντρονίων
- ❖ Οι πρώτοι δύο είναι αυτοκαταλυόμενοι από την ειδική αλληλουχία του mRNA
- ❖ Ο τρίτος μηχανισμός χρειάζεται τη δημιουργία μιας δομής που ονομάζεται spliceosome και σε αυτή συμμετέχουν και μικρά πυρηνικά RNA

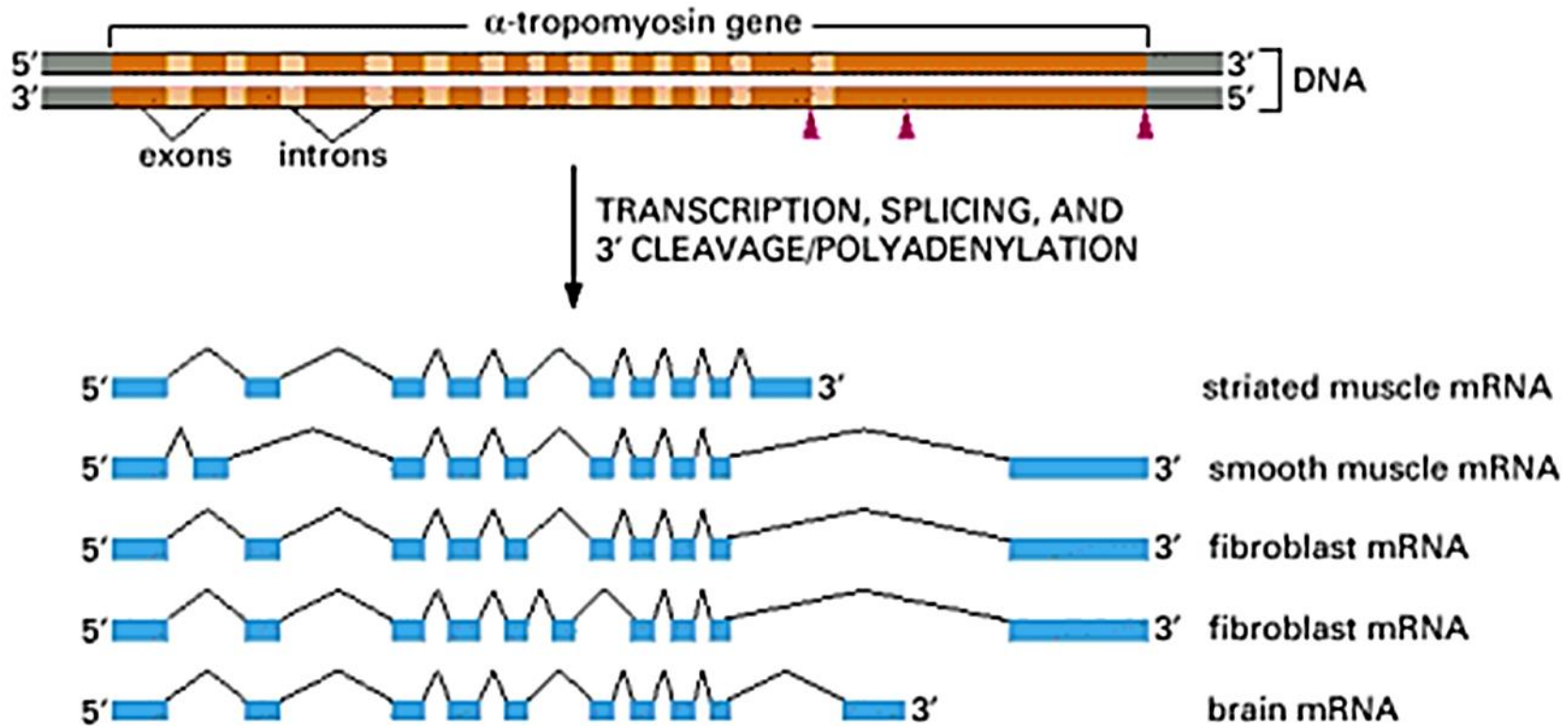


ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ



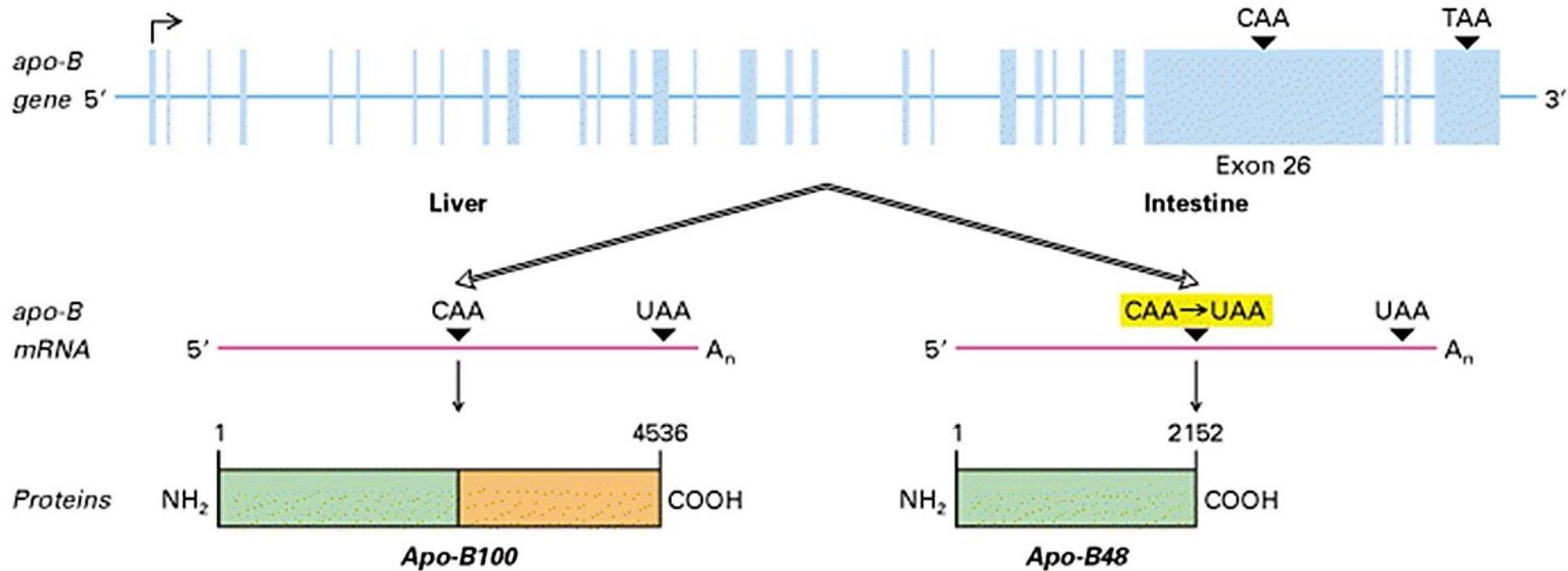
- ❖ Υπάρχει όμως περίπτωση κατά τη συρραφή να φεύγουν και κάποια εξόνια οπότε από ένα γονίδιο να προκύπτουν διαφορετικές πρωτεΐνες που να έχουν κάποια τμήματά τους κοινά αλλά να έχουν διαφορετική στερεοδιάταξη και λειτουργία
- ❖ Η διαδικασία αυτή ονομάζεται εναλλακτικό μάτισμα ή splicing

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ SPLICING



- ❖ Ένα παράδειγμα είναι το γονίδιο της α-τροπομυσίνης
- ❖ Ανάλογα με τον ιστό παραλείπονται διαφορετικά εξόνια ώστε ενώνονται μη γειτονικά εξόνια, και παράγονται διαφορετικές πρωτεΐνες

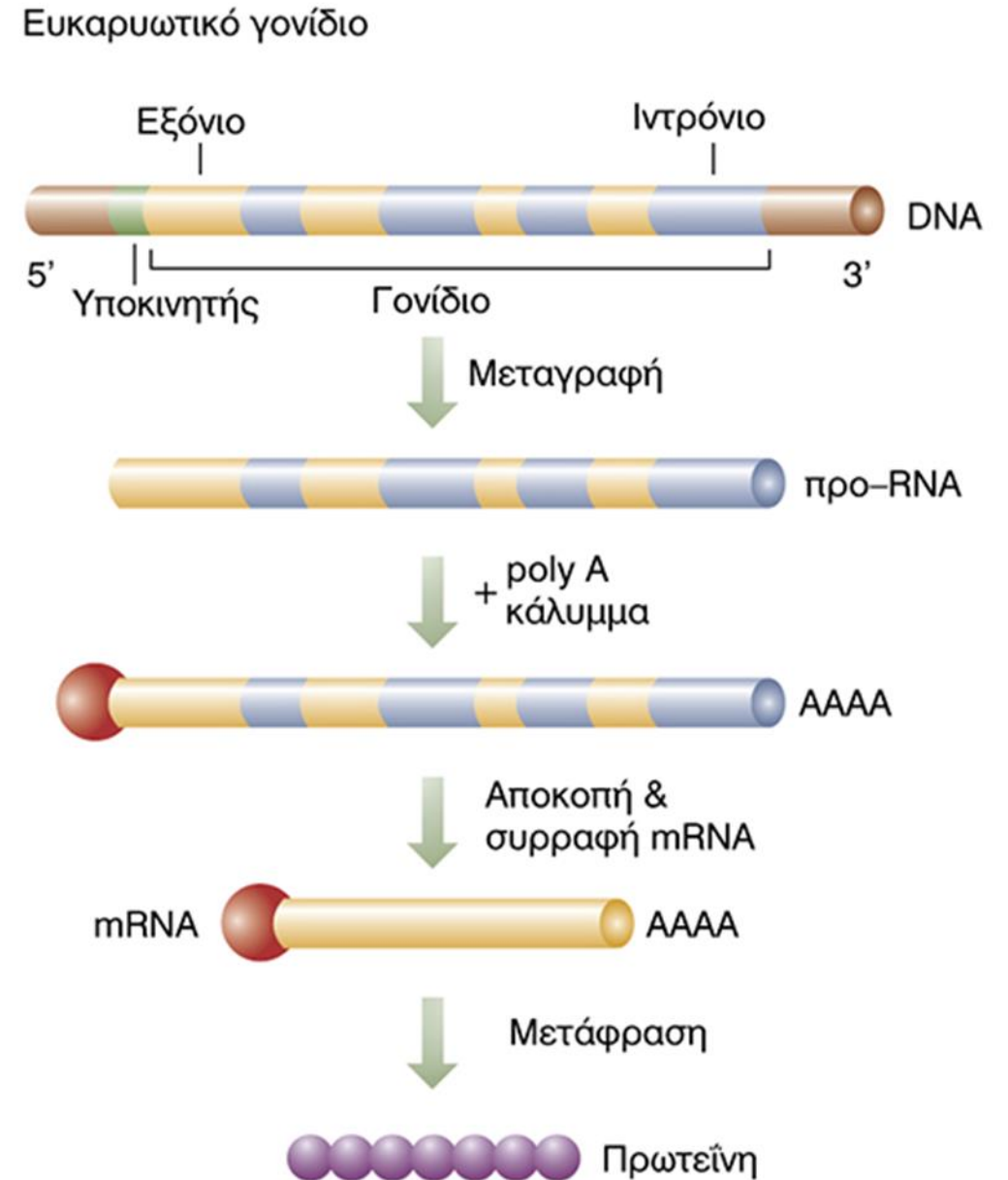
EDITING - Διόρθωση

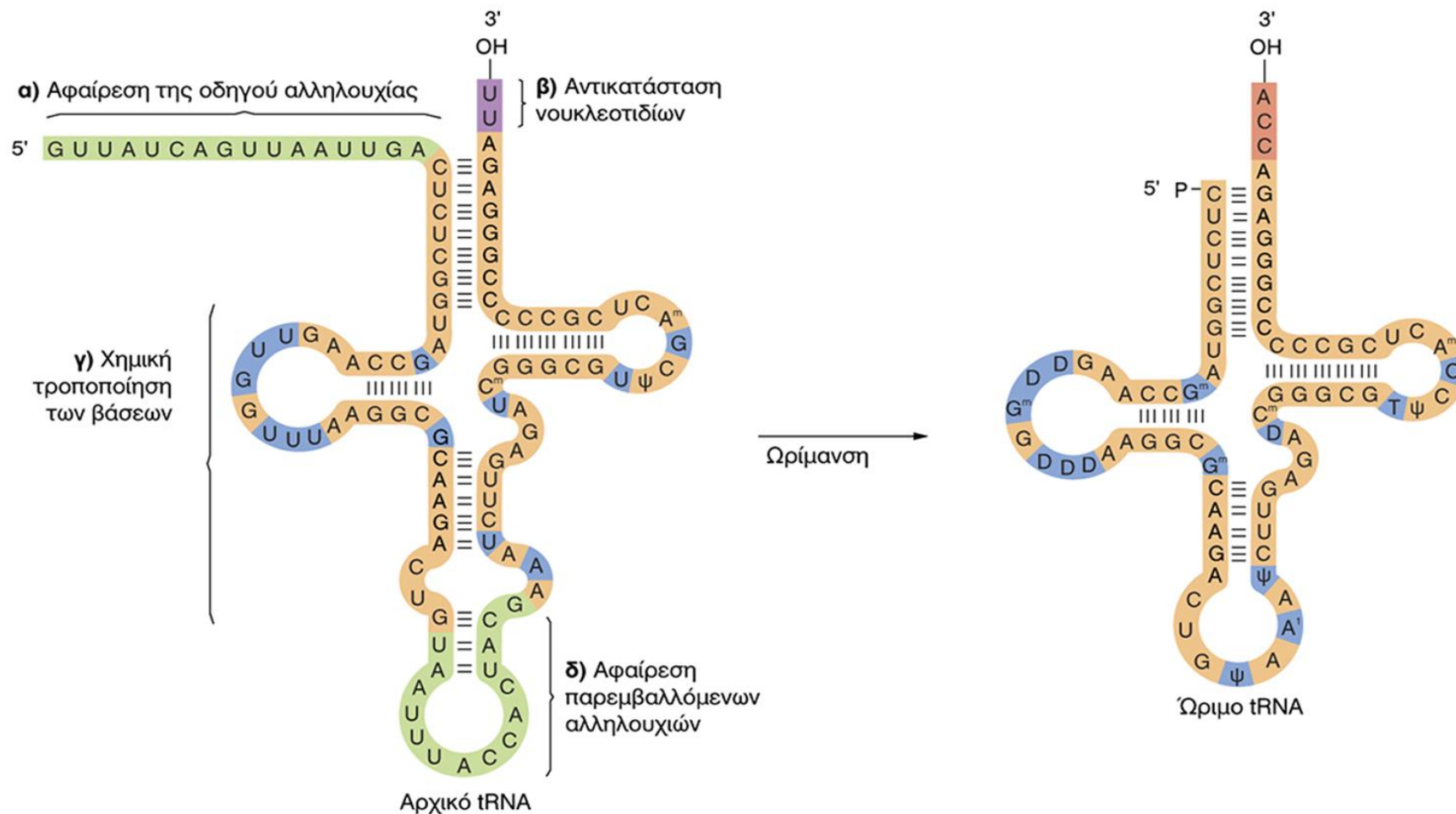


- ❖ Το editing είναι η τέταρτη τροποποίηση του mRNA όπου **τροποποιείται χημικά** ένα νουκλεοτίδιο
- ❖ Στο παράδειγμα η C της CAA μετατρέπεται σε U οπότε ένα κωδικόνιο που κωδικοποιεί για αμινοξύ μετατρέπεται σε κωδικόνιο τερματισμού (απαμίνωση της κιτοσίνης (C) σε ουρακίλη (U) με υδρόλυση)
- ❖ Έτσι αλλάζει δραματικά το μήκος και η λειτουργία της παραγόμενης πρωτεΐνης

Συνοψίζοντας

Στο ευκαρυωτικό mRNA γίνονται συνήθως 3 μεταμεταγραφικές τροποποιήσεις: 5' καλύπτρα, μάτισμα και 3' πολυαδενυλίωση
Και μία τέταρτη πιο σπάνια που είναι το editing

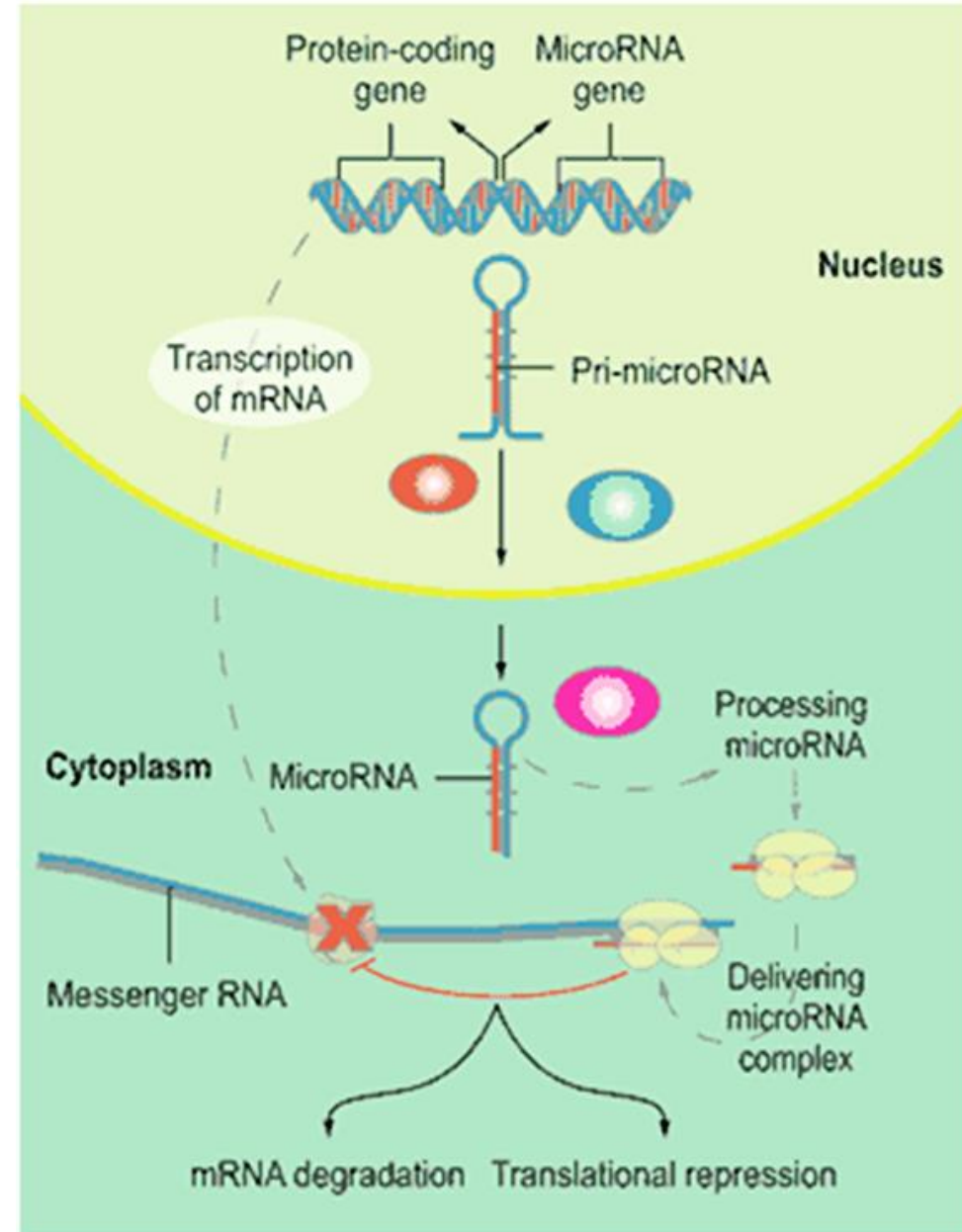




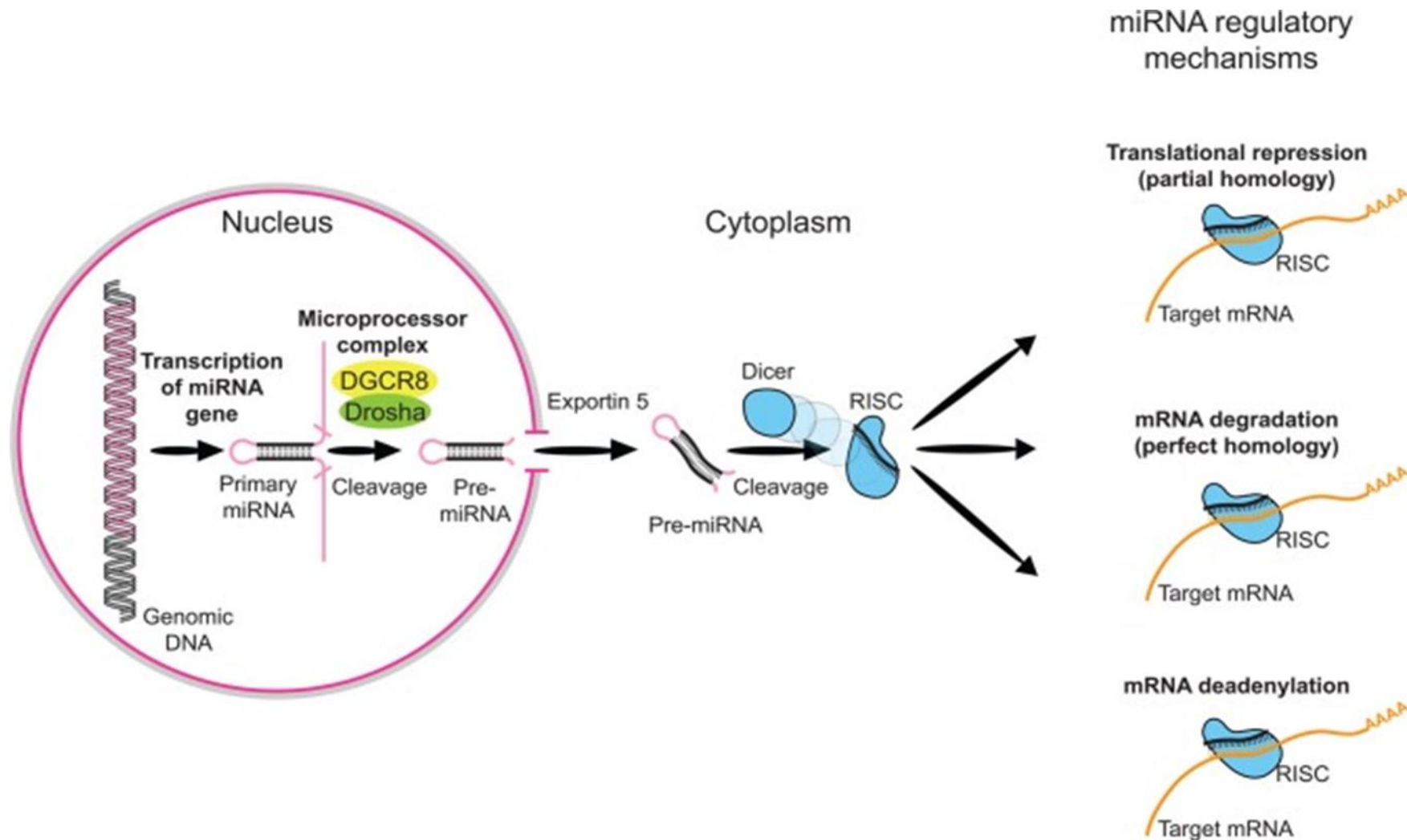
- ❖ Εκτός από τις τροποποιήσεις του mRNA έχουμε και τροποποιήσεις σε άλλα είδη RNA
- ❖ Στο tRNA μπορεί να έχουμε αφαίρεση αλληλουχιών, αντικατάσταση νουκλεοτιδίων και εκτεταμένο editing
- ❖ Οι χημικές τροποποιήσεις (editing) μπορούν να αλλάξουν τα νουκλεοτίδια σε διαφορετικούς τύπους από τα συνήθη 4, δίνοντας ξεχωριστές ιδιότητες στο tRNA που δούμε στο μάθημα για την πρωτεϊνοσύνθεση

Ο ρόλος των μικρο-RNAs

- ❖ Τα μικρο-RNA (miRNA) δεν κωδικοποιούν πρωτεΐνες αλλά ελέγχουν το ρυθμό της πρωτεϊνοσύνθεσης
- ❖ Έχουν μέγεθος 21-31 νουκλεοτίδια
- ❖ Κωδικοποιούνται από αυτόνομα γονίδια ή περιοχές στα ιντρόνια άλλων γονιδίων
- ❖ Έχουν τακτοποιηθεί εκατοντάδες miRNA
- ❖ Το 30% περίπου των γονιδίων ελέγχονται από miRNA



Επεξεργασία των μικρο-RNAs



Τα **μικρο-RNAs** επιδέχονται τροποποιήσεις στον πυρήνα και στο κυτταρόπλασμα. Ανάλογα με την ομολογία τους με το mRNA καταστέλλουν τη μετάφραση μερικώς ή πλήρως.

Ενδεικτικές ερωτήσεις

- ❖ Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της RNA πολυμεράσης;
- ❖ Τι είναι ο υποκινητής και τι ο ενισχυτής ενός γονιδίου;
- ❖ Πώς η συσπείρωση της χρωματίνης επηρεάζει τη γονιδιακή έκφραση;
- ❖ Πώς ρυθμίζεται τα οπερόνιο της λακτόζης;
- ❖ Ποιες είναι οι μετα-μεταγραφικές τροποποιήσεις του mRNA;
- ❖ Τι είναι το εναλλακτικό splicing;
- ❖ Τι είναι τα microRNAs