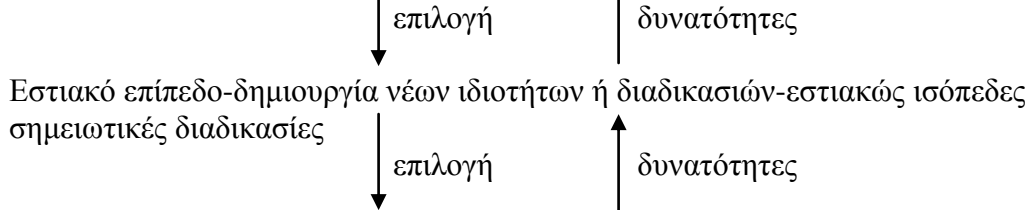


Τριαδικό σύστημα του Salthé (1985) – επίπεδα σημειωτικών διεργασιών.

Υψηλότερο επίπεδο-εκλεκτικό σημειωτικό περιβάλλον ή πλαίσιο-όροι ορίου-συνοριακές συνθήκες-εκλεκτικός ρυθμιστικός ρόλος-μακροσημειωτικό επίπεδο-δίκτυο διεργασιών υψηλότερου επιπέδου



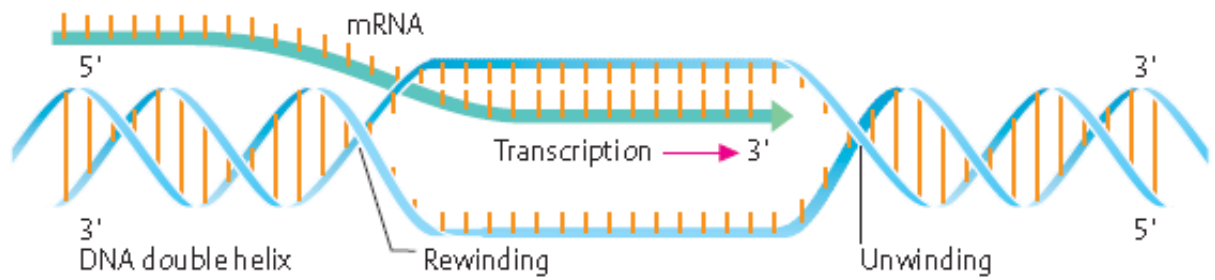
Χαμηλότερο επίπεδο-δυνατότητες, πιθανότητες-όροι έναρξης-αρχικές συνθήκες-μικροσημειωτικό επίπεδο-περιορισμένο σύνολο διαθέσιμων πιθανών γονιδίων ως προϊόν μίας ιστορικής διαδικασίας

Οι αλυσίδες των τριάδων στο εστιακό επίπεδο, πραγματοποιούνται από μία **επιλογή από το μακροσημειωτικό επίπεδο**, εκείνων των αλυσίδων των τριάδων, από το σύνολο όλων των πιθανών αλυσίδων των τριάδων που θα μπορούσε να πραγματοποιηθούν, λόγω των **δυνατοτήτων του μικροσημειωτικού επιπέδου**. Δηλαδή οι αλυσίδες των τριάδων στο εστιακό επίπεδο υπόκεινται σε **δύο περιορισμούς**, σε αυτόν του μακροσημειωτικού επιπέδου (περιορισμοί ορίου, συνοριακές συνθήκες) και σ' αυτόν του μικροσημειωτικού επιπέδου (περιορισμοί έναρξης, αρχικές συνθήκες). Είναι απαραίτητη η διάκριση ανάμεσα σε αυτό που δύναται να γίνει και αυτό που γίνεται. Γι αυτό το λόγο εισάγουμε τους ορισμούς των πιθανών σημαδιών, αντικειμένων και ερμηνευμένων. **Ένα πιθανό σημάδι** είναι αυτό που μπορεί να είναι ένα σημάδι ενός αντικειμένου σε ένα ερμηνευμένο, δηλαδή αυτό μπορεί να αντιπροσωπεύσει εκείνο το αντικείμενο σε ένα ερμηνευμένο. **Ένα πιθανό αντικείμενο**, είναι αυτό που μπορεί να είναι το αντικείμενο ενός σημαδιού σε ένα ερμηνευμένο. **Ένα πιθανό ερμηνευμένο** είναι αυτό που μπορεί να είναι το ερμηνευμένο ενός σημαδιού, δηλαδή αυτό μπορεί να είναι μια επίδραση ενός σημαδιού. Το μικροσημειωτικό επίπεδο είναι η περιοχή των πιθανών σημαδιών, αντικειμένων και ερμηνευμένων.

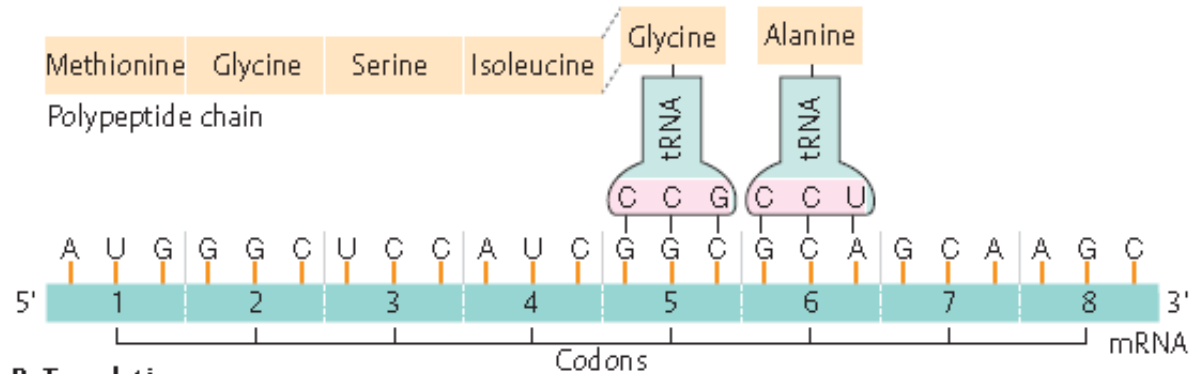


Ένα σύνολο τριών νουκλεοτιδίων (κωδικόνιο) σε μία σειρά κωδικοποίησης του DNA αντιμετωπίζεται ως πιθανό απλό σημείο, δηλαδή ως απλό σημείο που δεν περιλαμβάνεται σε μια τριαδική διαδικασία που περικλείει αντικείμενα και ερμηνευμένα, το οποίο δεν συμμετέχει σε μια αποτελεσματική τριαδική διαδικασία αλλά ενδεχομένως θα μπορούσε. Ένα πιθανό σύνθετο σημείο είναι μια αλληλουχία νουκλεοτιδίων στο DNA που αντιστοιχεί σε ένα γονίδιο π.χ. γονίδιο FN (με όλα τα εξόνια και τα ιντρόνια του), σε ένα δεδομένο κύτταρο. Κάθε κωδικόνιο στο γονίδιο FN είναι ένα πιθανό απλό σημείο που αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο αμινοξύ ως πιθανό απλό άμεσο αντικείμενο του. Το γονίδιο FN είναι ένα πιθανό σύνθετο σημάδι στο DNA, το οποίο μπορεί να έχει μια σειρά αποτελεσμάτων (AE) στα κύτταρα ως ερμηνευτικά συστήματα. Σε ένα δεδομένο κύτταρο, ένα από αυτά τα αποτελέσματα θα συμβεί, δηλαδή ένα δυναμικό ερμηνευμένο ενός δυναμικού αντικειμένου, ένα FN isoform που κωδικοποιείται από το γονίδιο FN. Μια ιδιαίτερη ακολουθία αμινοξέων (σύνθετο άμεσο αντικείμενο), θα επιλεγεί και θα αναδημιουργηθεί (δυναμικό ερμηνευμένο) μεταξύ όλων των πιθανών ακολουθιών

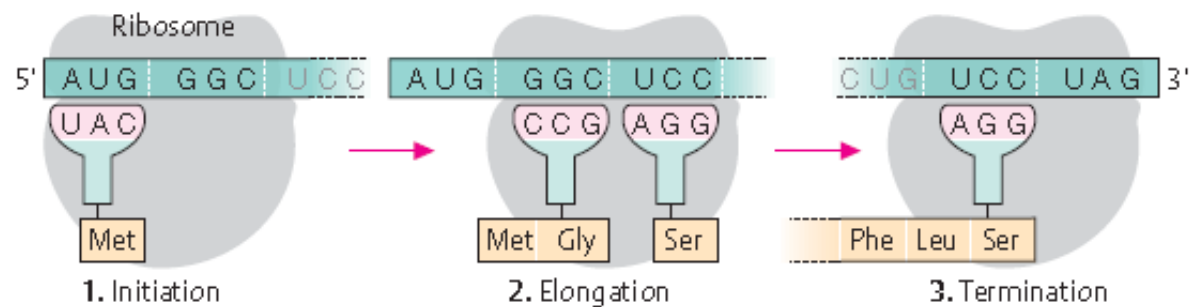
αμινοξέων (AE). Αυτό το άμεσο αντικείμενο θα καταδείξει ένα ιδιαίτερο δυναμικό αντικείμενο. Σε ένα κύτταρο στο οποίο το γονίδιο FN δεν μεταγράφεται, τα κωδικόνια στο γονίδιο FN είναι μόνο πιθανά απλά σημεία και το γονίδιο FN είναι ένα πιθανό σύνθετο σημείο. Τα κωδικόνια μπορούν ενδεχομένως να είναι σημάδια ενός αντικειμένου για ένα ερμηνευμένο. Τα ελεύθερα αμινοξέα μπορούν ενδεχομένως να είναι αντικείμενα εκείνου του σημείου για ένα ερμηνευμένο. Το πιθανό ερμηνευμένο αποτελεί την δυνατότητα μιας συγκεκριμένης ακολουθίας αμινοξέων από ένα σύνθετο σημείο στο DNA με την βοήθεια των διαδικασιών της μεταγραφής, της επεξεργασίας RNA, της μετάφρασης κλπ.



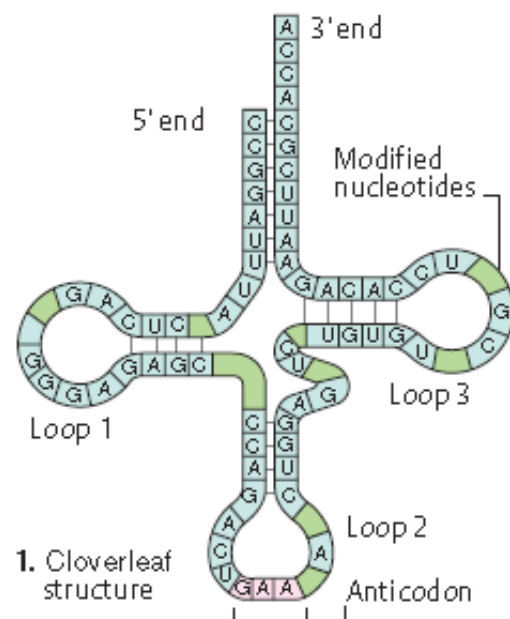
A. Transcription



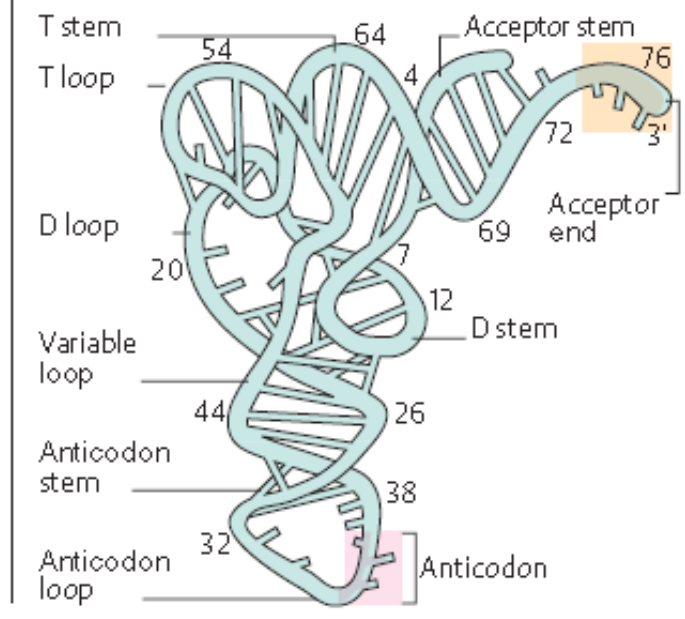
B. Translation



C. Stages of translation

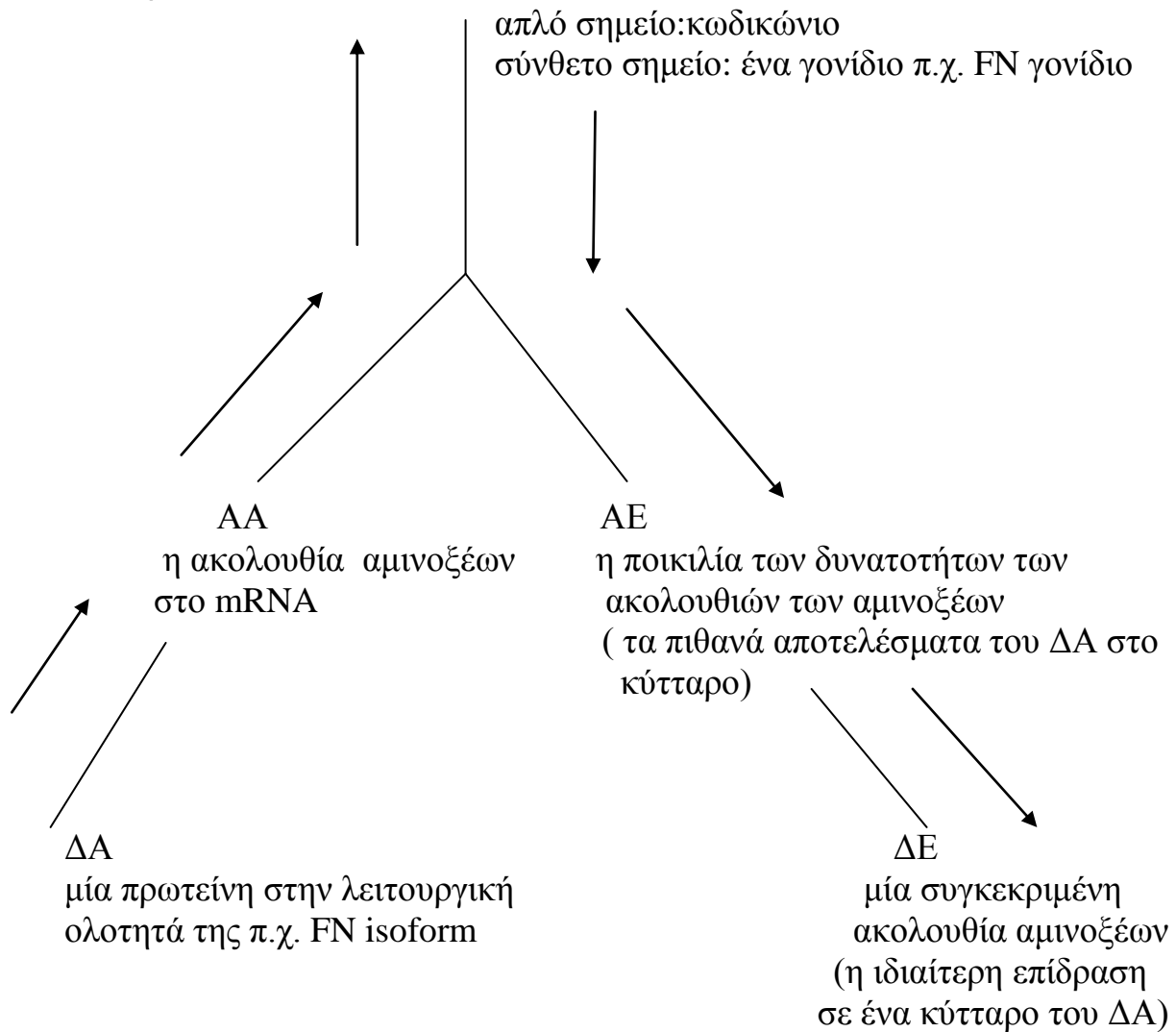


D. Structure of transfer RNA (tRNA)



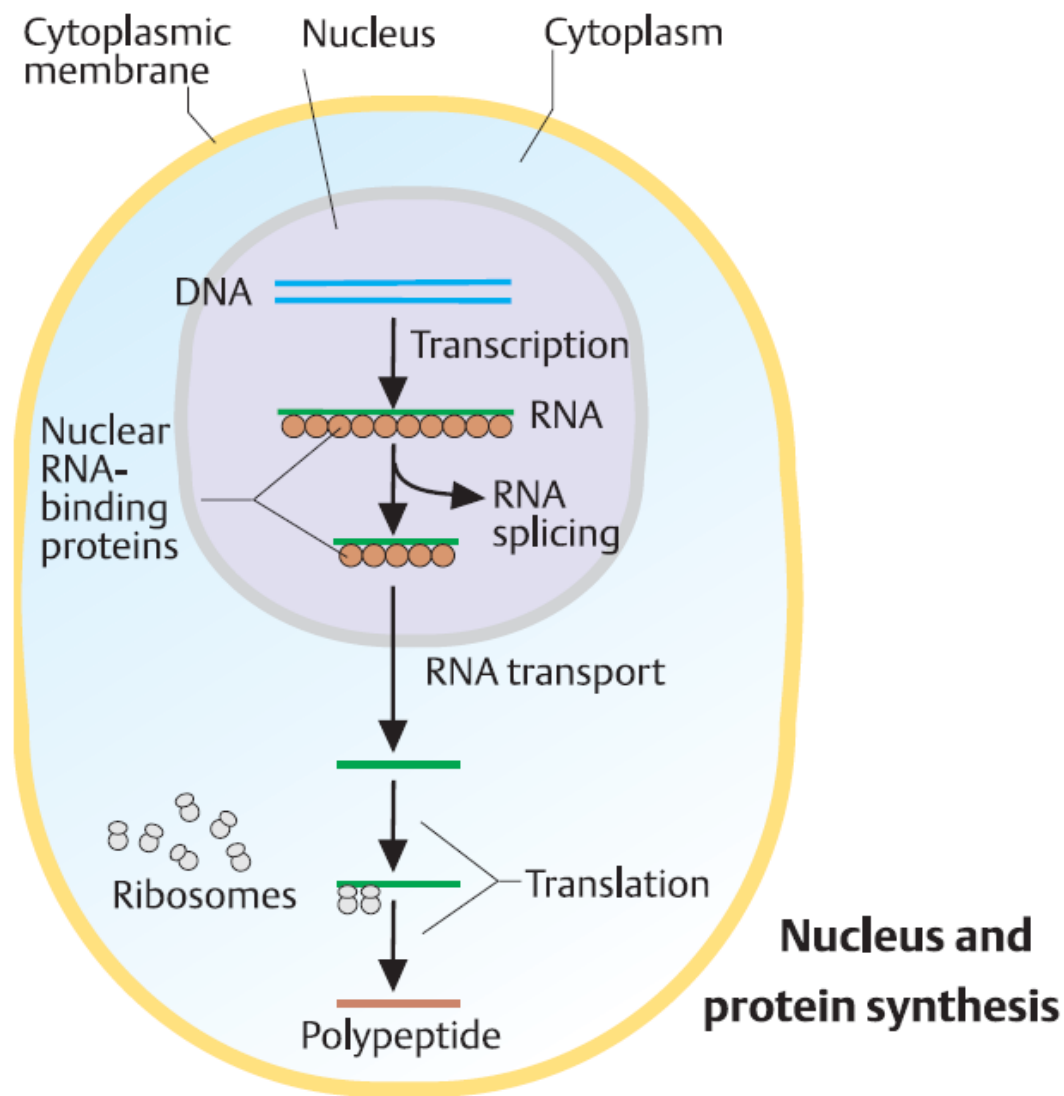
2. Three-dimensional structure

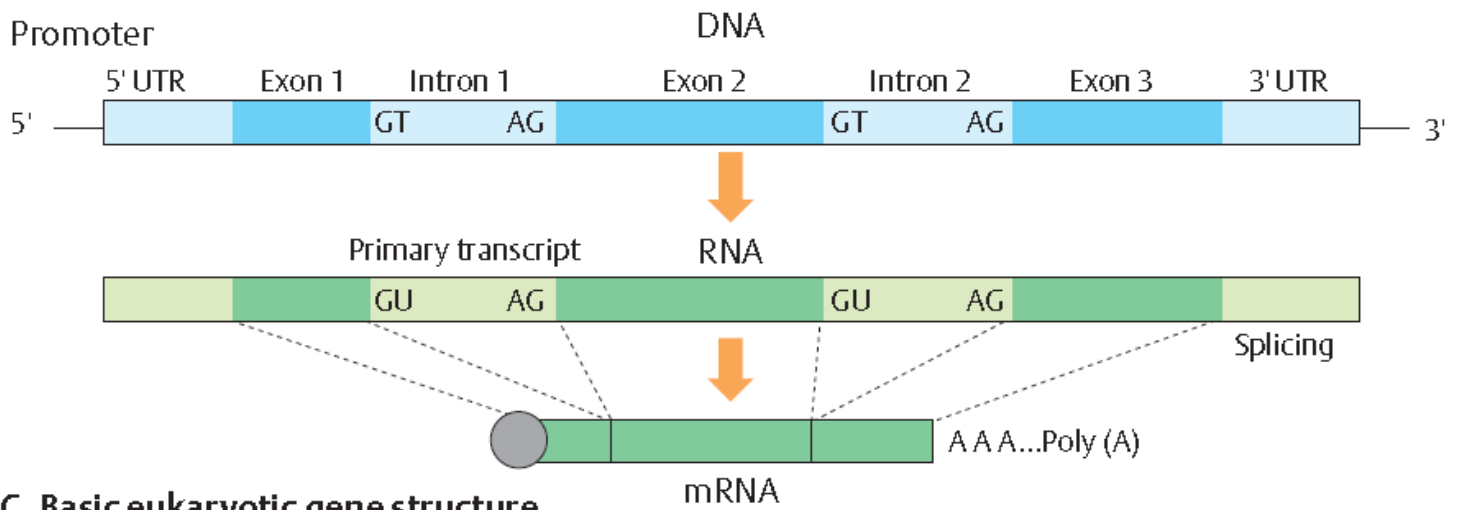
X: η ακολουθία των νουκλεοτιδίων στο DNA



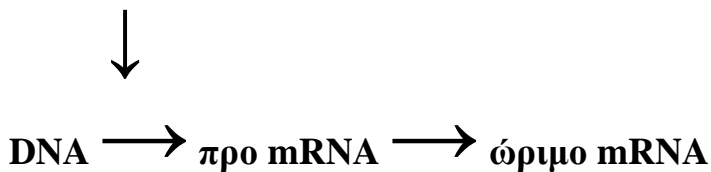
Οι πληροφορίες σε ένα γονίδιο δεν είναι μια οντότητα, αλλά μια διαδικασία. Το DNA δεν φέρει τις πληροφορίες ως ακολουθίες νουκλεοτιδίων, αλλά μόνο την δυνατότητα διαδικασιών με την βοήθεια των οποίων η μορφή ενός αντικειμένου μπορεί να διαβιβαστεί σε ένα ερμηνευμένο. Οι ακολουθίες στο DNA αποτελούν πετρωμένα σημάδια, γενετικά απολιθώματα, μεταφορείς της προηγούμενης εμπειρίας, την γενετική μνήμη. Η πληροφορία παρουσιάζεται ως σημείωση, ως διεργασία, ως ενδοδιαμόρφωση μέσω της μεταγραφής της επεξεργασίας RNA και της πρωτεϊνικής σύνθεσης. Οι ακολουθίες των νουκλεοτιδίων στο DNA γίνονται μέρος των αποτελεσματικών σημειωτικών διεργασιών, μια τριαδικώς εξαρτώμενη διαδικασία με την βοήθεια της οποίας το γονίδιο FN ως σύνθετο σημείο δείχνει το λειτουργικό FN isoform ως δυναμικό αντικείμενο. Αυτό το FN isoform έχει στη συνέχεια μια επίδραση στον οργανισμό στον οποίο εκφράζεται (το δυναμικό ερμηνευμένο του) και

συμβάλλει στην παρουσία του πιθανού γονιδίου FN στην επόμενη γενεά σε μια υψηλή συχνότητα. Οι συνοριακές συνθήκες του υψηλότερου σημειωτικού επιπέδου θα ρυθμίσουν τη έκφραση γονιδίου, θα καθορίσουν την πιθανότητα μεταγραφής ενός γονιδίου. Ποικίλοι ρυθμιστικοί οργανισμοί ως μακροσημειωτικό περιβάλλον που καθιερώνει τις συνοριακές συνθήκες που θα καθορίσουν προς τα κάτω ποια πιθανά σημεία- γονίδια σε μια σειρά του DNA θα μετατραπούν σε πραγματικά σημεία γονίδια, θα εκφραστούν κωδικοποιώντας μια πρωτεΐνη. Αυτοί οι μηχανισμοί καθορίζουν ποια ακολουθία αμινοξέων θα δημιουργηθεί (δυναμικό ερμηνευμένο) μεταξύ όλων εκείνων που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν (άμεσο ερμηνευμένο) από μια σειρά του DNA (σύνθετο σημείο).





Πολυμεράση RNA



↓

Κόβονται οι περιοχές που κωδικοποιήθηκαν από τα ιντρόνια του DNA, και μένουν μόνο οι περιοχές που κωδικοποιούνται από τα εξόνια του DNA

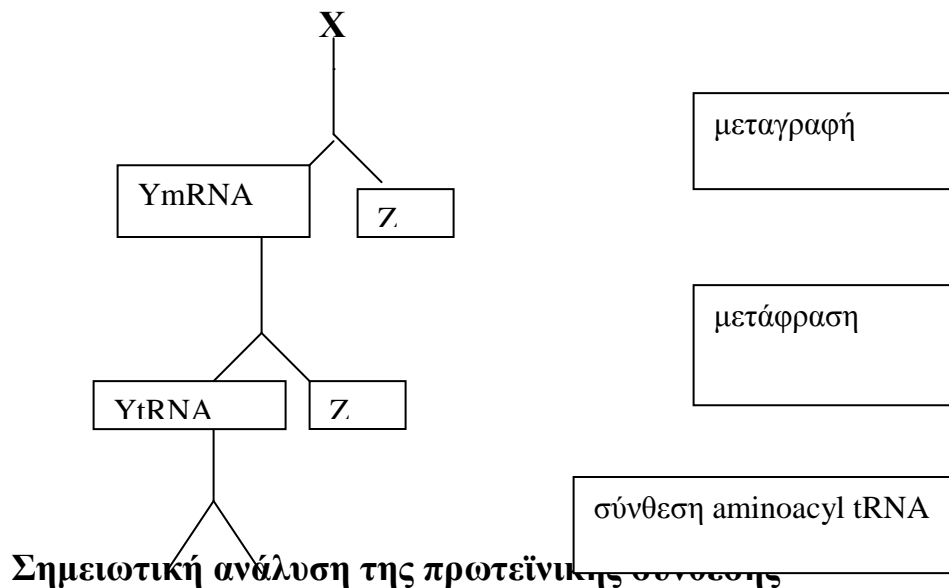
Σημειωτική ανάλυση της μεταγραφής

Αυτή η διαδικασία μετατρέπει τα πιθανά σημεία στο DNA σε πιθανά σημεία στο προ mRNA. Τα σημεία σε προ mRNA είναι ακόμα πιθανά δεδομένου ότι θα γίνουν μέρος των πραγματικών τριάδων μόνο αν είναι πραγματικά μεταφρασμένα. Ο μεταγραφικός έλεγχος περιλαμβάνει την καταστολή και την ενεργοποίηση συγκεκριμένων γονιδίων σε απάντηση στα σήματα που προέρχονται από τα ίδια τα κύτταρα και από το εξωκυττάριο περιβάλλον. Ο μεταγραφικός έλεγχος ανέρχεται σε επιλογή (από το μακροσημειωτικό περιβάλλον) μιας συγκεκριμένης αλυσίδας των τριάδων, μεταξύ πολλών πιθανών αλυσίδων που δύνανται να εκφραστούν σε μια δεδομένη στιγμή. Επιπλέον ο μεταγραφικός έλεγχος δεν είναι καθόλου περίπτωση τυχαίας

επιλογής, αλλά μάλλον το αποτέλεσμα των μηχανισμών που επιλέγονται κατά την διάρκεια της εξέλιξης ενός οργανισμού από το περιβάλλον έξω από το κύτταρο κι έξω από τον οργανισμό.

Μια οριζόντια άποψη της μεταγραφής, την παρουσιάζει ως μηχανιστική διαδικασία στην οποία πολυμεράση RNA κινείται κατά μήκος μιας σειράς των πιθανών απλών σημείων στο DNA. Ένα απλό σημείο στο DNA είναι ένα σύνολο τριών νουκλεοτιδίων. Το απλό άμεσο αντικείμενο είναι ένα σύνολο τριών νουκλεοτιδίων σε mRNA. Το δυναμικό ερμηνευμένο είναι η πραγματοποίηση ενός κανόνα με την βοήθεια του οποίου οι συγκεκριμένες ακολουθίες νουκλεοτιδίων στο DNA καθορίζουν τις συγκεκριμένες ακολουθίες νουκλεοτιδίων στο mRNA. Μια κάθετη άποψη παρουσιάζει την σχέση μεταξύ των σημειωτικών διαδικασιών της μεταγραφής και της μετάφρασης. Το απλό άμεσο αντικείμενο κάθε τριάδας σε κάθε βήμα της μεταγραφής, δηλαδή μια ακολουθία τριών νουκλεοτιδίων σε RNA γίνεται ένα πιθανό απλό σημάδι στην επόμενη διαδικασία, την μετάφραση.

DNA



Τα κωδικόνια του mRNA, συνδέονται με τα αντικωδικόνια του t-RNA που το καθένα φέρει κι ένα αμινοξύ. Η πρωτεϊνική σύνθεση περιλαμβάνει την αναγνώριση κωδικονίων του mRNA από ιδιαίτερο t-RNA και την σύνδεση των κατάλληλων αμινοξέων σε συγκεκριμένο t-RNA.

Στην σύνδεση των αμινοξέων σε t-RNA, το σημείο είναι η τρισδιάστατη δομή ενός συγκεκριμένου t-RNA το οποίο αναγνωρίζεται από το ένζυμο συνθετάση aminoacyl- t-RNA. Το απλό άμεσο αντικείμενο είναι ένα συγκεκριμένο αμινοξύ το οποίο αναγνωρίζεται επίσης από το συνθετάση aminoacyl- t-RNA, λόγω της τρισδιάστατης δομής του. **Η συνθετάση**

aminoacyl- t-RNA καθιερώνει μια σχέση μεταξύ ενός αμινοξέος (το απλό άμεσο αντικείμενο) και του t-RNA (με τις συγκεκριμένες τρισδιάστατες δομές ως σημεία). Αυτή η πραγματοποίηση είναι το δυναμικό ερμηνευμένο. Στην αναγνώριση κωδικονίων του mRNA από συγκεκριμένα t-RNA, τα σημάδια είναι ακολουθίες τριών νουκλεοτιδίων του mRNA, τα απλά άμεσα αντικείμενα είναι συγκεκριμένα t-RNA με τα αντικωδικόνιά τους. Το δυναμικό ερμηνευμένο είναι η παραγωγή μιας συγκεκριμένης ένωσης βάσεων. Όταν μια τριάδα σε αυτό το βήμα της μετάφρασης εκφράζεται, το ριβόσωμα, ως ερμηνευτικό υποσύστημα, κάνει κινήσεις προς το επόμενο κωδικόνιο στην ακολουθία του m-RNA, δηλαδή προς το επόμενο απλό σημείο. Οι διάφορες διαδικασίες της πρωτεϊνικής σύνθεσης συμπεριλαμβανομένης της μετάφρασης, το δίπλωμα της πρωτεΐνης, η ένωση των πρωτεϊνικών αλυσίδων και οι μετα-μεταφραστικές χημικές τροποποιήσεις, είναι συχνά ρυθμισμένα από ένα μακροσημειωτικό επίπεδο. Μια οριζόντια άποψη αυτής της διαδικασίας την παρουσιάζει ως μηχανιστική. Μια κάθετη άποψη της σχέσης μεταξύ των σημειωτικών διαδικασιών της μετάφρασης και της σύνθεσης aminoacyl- t-RNA, θα δείξει μια δυναμική διαδικασία στην οποία το απλό άμεσο αντικείμενο μιας τριάδας, ένα t-RNA με ένα αντικωδικόνιο που ταιριάζει με ένα κωδικόνιο σε ένα m-RNA, είναι επίσης ένα πιθανό απλό σημείο στην σημειωτική διαδικασία στην οποία ένα συγκεκριμένο aminoacyl- t-RNA είναι συντεθειμένο.

Πολλά βήματα στην πρωτεϊνική σύνθεση μπορούν επίσης να αναλυθούν σημειωτικά. Για παράδειγμα, η πρωτεΐνη που διπλώνει περιλαμβάνει τα μοριακά chaperones, ειδική κατηγορία πρωτεϊνών που βοηθούν στο δίπλωμα πολλών πρωτεϊνών. Ένα άλλο παράδειγμα είναι και τα κωδικόνια έναρξης και λήξης. Η μετάφραση αρχίζει πάντα από την αναγνώριση ενός κωδικονίου έναρξης σε m-RNA, το AUG, από ένα t-RNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Η μετάφραση αρχίζει χαρακτηριστικά με το ίδιο απλό σημείο (AUG) και πάντα με το ίδιο απλό άμεσο αντικείμενο (μεθειονίνη). Το δυναμικό ερμηνευμένο είναι η πραγματοποίηση ενός κανόνα του γενετικού κώδικα με τον οποίο το AUG κωδικοποιεί την μεθειονίνη και το δυναμικό αντικείμενο είναι η οδηγία ότι η μετάφραση πρέπει να αρχίσει. Κανένα από τα κωδικόνια λήξης (UAA, UAG, UGA) δεν αναγνωρίζεται από ένα t-RNA. αλλά αναγνωρίζονται από τις πρωτεΐνες που καλούνται παράγοντες απελευθέρωσης και ένα μόριο του ύδατος αντί ενός αμινοξέος προστίθεται στην πολυπεπτιδική αλυσίδα. Το δυναμικό αντικείμενο είναι η οδηγία ότι η διαδικασία πρέπει να διακοπεί και αυτό το δυναμικό αντικείμενο γίνεται σημειωτικά διαθέσιμο από το γεγονός ότι ένα μόριο του ύδατος, παρά ένα αμινοξύ, είναι το άμεσο αντικείμενο.

Συμπεράσματα

Πρέπει να εξετάσουμε ολόκληρο το κύτταρο και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες για να εξηγήσουμε την έκφραση των γονιδίων στο DNA, όπου απαιτείται μια σειρά ερμηνευτικών υποσυστημάτων, όπως οι πολυμεράσες RNA, τα ριβοσώματα και οι aminoacyl- t-RNA συνθετάσες κλπ. Ένα σήμα από το περιβάλλον ενεργοποιεί την έκφραση ενός συγκεκριμένου γονιδίου. Το κύτταρο ως ερμηνευτικό σύστημα δίνει απαντήσεις σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα με την βοήθεια μιας συγκεκριμένης αλλαγής στο εσωτερικό του, ενδοδιαμόρφωση. Κατά συνέπεια η παρουσία ενός αντιγόνου που δεσμεύεται σε έναν υποδοχέα στην μεμβράνη, μπορεί να σημάνει ότι ο οργανισμός είναι υπό την απειλή ενός παθογόνου. Ως απάντηση ένας καταρράκτης εργασιών θα ενεργοποιηθεί στα β-κύτταρα. Είναι το κύτταρο που απαντάει στις περιβαλλοντικές αλλαγές (πληροφοριακή – ενδοδιαμορφωτική ανισοροπία, ασυμμετρία μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος). Τα γονίδια στο DNA διατάζονται από τους ερμηνευτικούς μηχανισμούς του κυττάρου για να παρέχουν τα υλικά που απαιτούνται για μια τέτοια απάντηση.

Τι είναι γενετικές πληροφορίες

Γενετικές πληροφορίες είναι μια τριαδικώς εξαρτώμενη διαδικασία με την βοήθεια της οποίας μια μορφή σε ένα δυναμικό αντικείμενο (μια λειτουργική πρωτεΐνη) διαβιβάζεται σε ένα ερμηνευμένο (η δημιουργία μιας συγκεκριμένης ακολουθίας αμινοξέων σε ένα κύτταρο) με την βοήθεια των σημείων στο DNA. Η έκφραση ενός πιθανού γονιδίου προκαλεί μια τριαδικώς εξαρτώμενη διαδικασία με την βοήθεια της οποίας εκείνο το γονίδιο έχει μια επίδραση στο κύτταρο. Αυτή η διαδικασία είναι οι αποτελεσματικές πληροφορίες. Οι αποτελεσματικές πληροφορίες δεν περιλαμβάνονται στο DNA αλλά είναι μια τριαδική σημειωτική διαδικασία. Όταν αποκρίνεται ένα κύτταρο ως ερμηνευτικό σύστημα σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα εκφράζεται ένα σύνολο πιθανών γονιδίων και τα συστήματα ερμηνείας ενός κυττάρου ενεργούν για να δημιουργήσουν τις διαφορές μέσα στο κύτταρο ως απάντηση στις διαφορές στο εξωτερικό περιβάλλον. Τα πιθανά γονίδια μπορούν να θεωρηθούν ως ένα είδος σιωπηρών αντιπροσωπευτικών σημείων. Οι πιθανές πληροφορίες καθορίζονται ως διαδικασία επικοινωνίας μιας μορφής από ένα αντικείμενο σε ένα ερμηνευμένο μέσω της μεσολάβησης ενός σημείου που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε μια δεδομένη στιγμή. Τα πιθανά γονίδια αντιμετωπίζονται ως σχέδια στο DNA που για να έχουν οποιαδήποτε επίδραση στο κύτταρο πρέπει να υπαχθούν στις πληροφορίες ως διαδικασία.

Οι ουσίες εννοιολογικά και οντολογικά υπάγονται στις διαδικασίες. Τα πιθανά γονίδια παρουσιάζονται ως πιθανά σημάδια, ως τάσεις ή ροπές, ως προδιαθέσεις. Οι διαδικασίες έχουν το προνόμιο κι όχι οι ουσίες. Οι αποτελεσματικές πληροφορίες είναι οι τριαδικώς εξαρτώμενη σημειωτική διαδικασία με την βοήθεια της οποίας ένα γονίδιο μπορεί να έχει οποιαδήποτε επίδραση σε ένα κύτταρο. **Το γενετικό υλικό δεν κάνει τα πράγματα στο κύτταρο, αλλά το κύτταρο ως ερμηνευτικό σύστημα κάνει κάτι με το γενετικό υλικό. Οι πληροφορίες που μεταβιβάζονται από τον γονέα στον απόγονο, δεν είναι αποτελεσματικές αλλά μόνο πιθανές. Οι αποτελεσματικές πληροφορίες οι ίδιες δεν μπορούν να φερθούν από ένα σύστημα σε ένα άλλο αλλά μόνο οι πιθανές πληροφορίες μπορούν.**

Το δυναμικό αντικείμενο είναι ο αρχικός παράγοντας στην σημειωτική διαδικασία (το αναλογικό προηγείται του ψηφιακού). Ας υποθέσουμε ότι μια ακολουθία αμινοξέων που δεν εκφράζει κάποια λειτουργική πρωτεΐνη, υφίσταται μεταλλαγή και μετατρέπεται σε λειτουργικό γονίδιο που εκφράζει μια λειτουργική πρωτεΐνη. Αυτή η πρωτεΐνη διαδραματίζει ένα προσαρμοστικό ρόλο και οδηγεί στην επιτυχή αναπαραγωγή των οργανισμών. Εκείνο το πιθανό γονίδιο, σημείο στο DNA, θα τείνει να συντηρηθεί από την φυσική επιλογή στις μελλοντικές γενιές. Η μορφή του δυναμικού αντικειμένου στην χρονική στιγμή t1 αυξάνει την πιθανότητα του σημείου να είναι παρόν στην επόμενη γενεά των ερμηνευτικών συστημάτων στην t2. Το ερμηνευτικό σύστημα θα είναι σε θέση να παράγει μέσω των συνηθειών που αποκτιούνται στην εξέλιξη και στην ανάπτυξη ένα νέο σημείο του δυναμικού αντικειμένου.

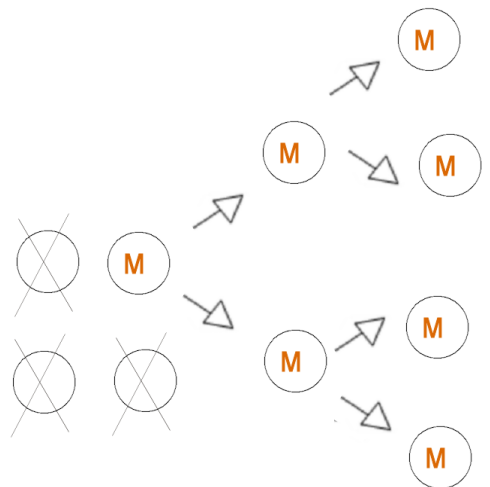
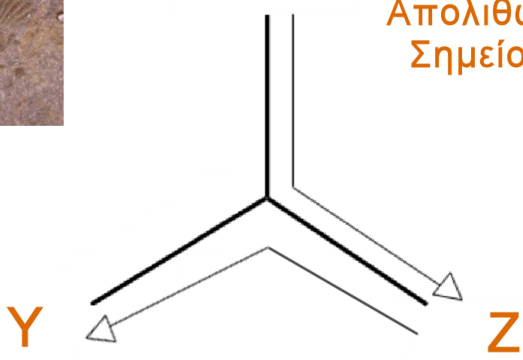
Οι αποτελεσματικές πληροφορίες είναι μια διαδικασία με την βοήθεια της οποίας μια μορφή μεταφέρεται από το S στο O μέσω του I, δείχνοντας ένα δυναμικό αντικείμενο, η τελική μορφή του οποίου θα εξαρτηθεί από τους περιορισμούς του μικρο-σημειωτικού και του μακρο-σημειωτικού επιπέδου. Όταν ένα δυναμικό αντικείμενο, μια λειτουργική πρωτεΐνη, τίθεται τελικά σε δράση σε ένα κύτταρο, η πραγματική επίδρασή της στο κύτταρο, το δυναμικό ερμηνευμένο της, πραγματοποιείται στο t2.



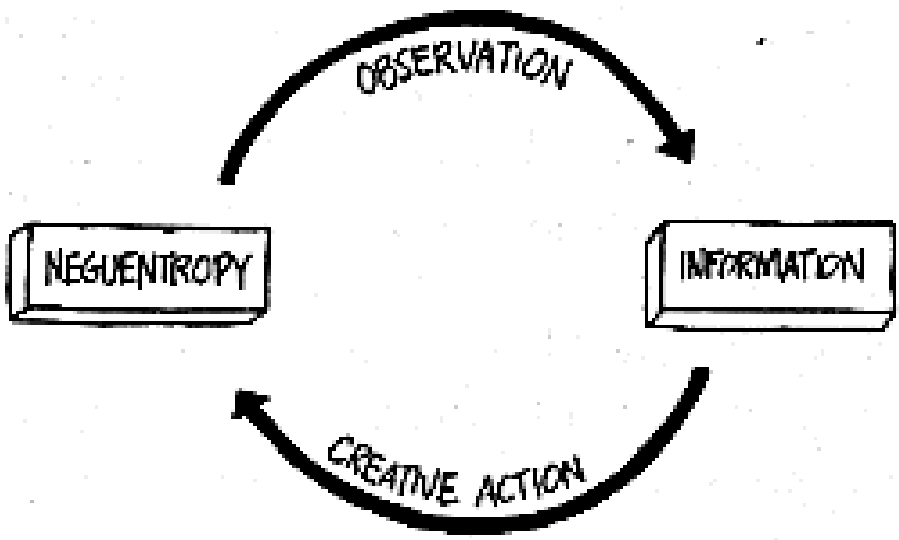
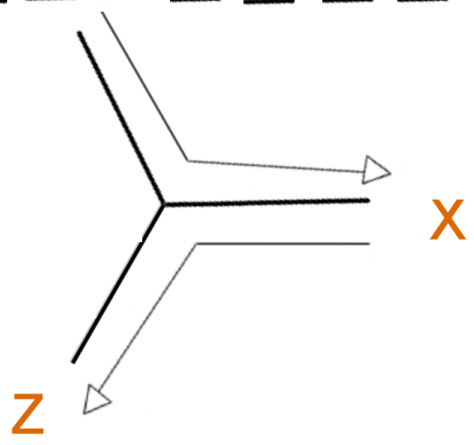
T1

X : DNA

Απολιθωμένο
Σημείο



T2



Πληροφορία ως διεργασία, ως ενδοδιαμόρφωση

Η Παρουσία ενός συγκεκριμένου σημείου στο DNA δεν μπορεί να είναι πληροφορία διότι το σημείο είναι παρόν σε κάθε κύτταρο ακόμη και σε εκείνα που δεν εκφράζεται. Η δυνατότητα ενός κυττάρου να αποκριθεί σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα είναι πληροφορία. Στην σχέση μεταξύ του ερεθίσματος και των αλλαγών στην έκφραση των γονιδίων ως υποσύνολο των πιθανών απαντήσεων, όταν απαντάει ένα κύτταρο στο ερέθισμα με την αλλαγή του σχεδίου του στην έκφραση των γονιδίων, είναι σαν ένα απολιθωμένο σημάδι στο DNA να ξαναζωντανεύει επιτρέποντας στο κύτταρο να απαντήσει στο ερέθισμα δηλαδή το κύτταρο μπορεί να ανακτήσει τις προηγούμενες επιτυχείς προσαρμοστικές αλληλεπιδράσεις με τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα του ίδιου είδους στα εξελικτικά γεγονότα που συνέβησαν. Το σύστημα απαντάει σε ένα ερέθισμα στο περιβάλλον του με την εσωτερική του αλλαγή – ενδοδιαμόρφωση. Οι γενετικές πληροφορίες είναι μια τριαδικώς εξαρτώμενη σημειωτική διαδικασία που περιλαμβάνει όχι μόνο τα σημεία στο DNA αλλά και τα αντικείμενα και τα ερμηνευμένα. Οι πληροφορίες είναι μια διαδικασία παρά μια οντότητα. Τα μόρια του DNA κυβερνώνται από το κύτταρο. Υπάρχει μια δημοκρατική παρά μια δικτατορική δομή ελέγχου (κατανεμημένος έλεγχος σε αντιδιαστολή με την γενετική αιτιοκρατία).

