

## Ασκήσεις 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο

1. Δίνεται το παρακάτω ασυνεχές γονίδιο ευκαρυωτικού οργανισμού, στο οποίο με έντονο χρώμα υπογραμμίζεται το εσώνιο που περιέχει:

5' TTTTGTCTATATGCACTCGGGAAGTATATCCGAACGTGCACACTAGGCATTTGG 3'  
3' AAAACAGATATACGTGAGCCCTTCATATAGGCTTGCACGTGTGATCCGTAAACC 5'

α) να προσδιορίσετε ποια είναι η κωδική και ποια είναι η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

β) να γράψετε το πρόδρομο mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του γονιδίου αυτού και να αναφέρετε τις περιοχές από τις οποίες αποτελείται.

γ) να γράψετε το ώριμο mRNA που θα προκύψει μέσω της διαδικασίας της ωρίμανσης και να αναφέρετε τις περιοχές από τις οποίες αποτελείται.

δ) να γράψετε τα αντικωδικόνια των tRNA με τη σειρά που παίρνουν μέρος στη μετάφραση του παραπάνω mRNA. Πόσοι δεσμοί υδρογόνου διασπώνται μεταξύ κωδικονίων και αντικωδικονίων, από την έναρξη της μετάφρασης μέχρι τη στιγμή που το ριβόσωμα συναντά το κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης;

ε) με τη βοήθεια του γενετικού κώδικα, να γράψετε την αλληλουχία αμινοξέων στο ολιγοπεπτίδιο που προκύπτει από τη μετάφραση του ώριμου mRNA. Από πόσους πεπτιδικούς δεσμούς αποτελείται;

2. Ένα γονίδιο ευκαρυωτικού κυττάρου αποτελείται από 6485 ζεύγη βάσεων. Στο πρόδρομο mRNA αυτού, εντοπίζεται το 5'αμετάφραστο άκρο με μήκος 835 νουκλεοτίδια, το 3'αμετάφραστο άκρο με μήκος 1047 νουκλεοτίδια, και 2 εσώνια με μήκος 1185 και 589 νουκλεοτίδια. Εάν η παραγόμενη πολυπεπτιδική αλυσίδα υφίσταται μεταμεταφραστική τροποποίηση, για να καταστεί βιολογικά λειτουργική, κατά την οποία αφαιρούνται 64 αμινοξέα, να βρείτε από πόσα αμινοξέα αποτελείται η τελική λειτουργική πρωτεΐνη που παράγεται από το γονίδιο αυτό.

3. Να βρείτε για τα κωδικόνια έναρξης και λήξης της μετάφρασης, ποια είναι η αντίστοιχη αλληλουχία νουκλεοτιδίων στην κωδική και μη κωδική αλυσίδα του DNA, τα αντικωδικόνια των tRNA που συνδέονται με αυτά, και τα αμινοξέα που κωδικοποιούνται σε κάθε περίπτωση.

4. Δίνονται τα παρακάτω αμινοξέα και οι τριπλέτες του γενετικού κώδικα που κωδικοποιούν τα αμινοξέα αυτά: tyr-UAU, phe-UUU, pro-CCC.

α) αξιοποιώντας τα κωδικόνια αυτά, να δώσετε το mRNA που κωδικοποιεί το ακόλουθο τμήμα πολυπεπτιδικής αλυσίδας

...- phe – phe – pro – tyr – tyr – pro -...

β) να γράψετε την κωδική αλυσίδα του DNA και τη συμπληρωματική της, προσδιορίζοντας το 3' και το 5' άκρο κάθε μιας από αυτές.

γ) πόσοι είναι οι δεσμοί υδρογόνου που σταθεροποιούν τις δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες στο παραπάνω μόριο του DNA;

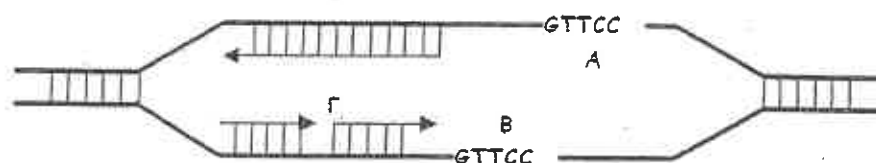
5. Μια πρωτεΐνη αποτελείται από 987 αμινοξέα. Εάν η πρωτεΐνη αυτή έχει προέλθει από την έκφραση ενός γονιδίου, το πρόδρομο mRNA του οποίου

περιέχει ένα 5'αμετάφραστο άκρο με μήκος 468 νουκλεοτίδια, ένα 3'αμετάφραστο άκρο με μήκος 354 νουκλεοτίδια και 1 εσώνιο μήκους 1588 νουκλεοτιδίων, να βρείτε το μήκος σε nm του γονιδίου αυτού. Δίνεται ότι το μήκος ενός νουκλεοτιδίου είναι 0,34 nm.

6. Ένα γονίδιο ευκαρυωτικού οργανισμού αποτελείται από 15250 ζεύγη νουκλεοτιδίων. Εάν το μόριο mRNA που σχηματίζεται περιέχει στα 5'και 3'αμετάφραστα άκρα του 5820 και 4585 νουκλεοτίδια αντίστοιχα, ενώ η παραγόμενη πρωτεΐνη αποτελείται από 824 αμινοξέα, να βρείτε κατά πόσο το γονίδιο αυτό περιέχει τουλάχιστον ένα εσώνιο.

7. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η αντιγραφή σε μία θηλιά.

- να σημειώσετε τα άκρα των πέντε νουκλεοτιδικών αλυσίδων
  - ποιο ένζυμο θα δράσει στη θέση Γ και με ποια κατεύθυνση;
  - σε ποια περιοχή (Α, Β ή και στις δύο) μπορεί να συνδεθεί το πρωταρχικό τμήμα RNA: 5'CAAGG' κατά την αντιγραφή;
  - με ποιο τρόπο (συνεχώς ή ασυνεχώς) και με ποια κατεύθυνση επιμηκύνονται οι θυγατρικές αλυσίδες σε κάθε πλευρά της θηλιάς αντιγραφής;
- Σε όλα τα παραπάνω ερωτήματα να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



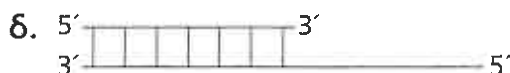
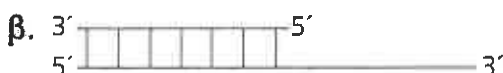
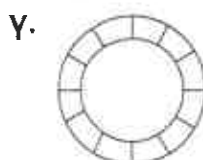
8. Πάνω σε ένα μόριο ώριμου mRNA που περιέχει 142 κωδικόνια βρίσκονται ταυτόχρονα 4 ριβοσώματα. Έστω ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή απομακρύνονται ταυτόχρονα: από το 1<sup>ο</sup> ριβόσωμα το 94<sup>ο</sup> tRNA, από το 2<sup>ο</sup> ριβόσωμα το 69<sup>ο</sup> tRNA, από το 3<sup>ο</sup> ριβόσωμα το 44<sup>ο</sup> tRNA και από το 4<sup>ο</sup> ριβόσωμα το 9<sup>ο</sup> tRNA,

- να υπολογίσετε το συνολικό αριθμό των αμινοξέων που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τη στιγμή αυτή για τη σύνθεση των πολυπεπτιδικών αλυσίδων.
- πόσα μόρια tRNA θα πρέπει ακόμα να χρησιμοποιηθούν για την ολοκλήρωση της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας από το 4<sup>ο</sup> ριβόσωμα;

9. Από τη μετάφραση ενός μορίου mRNA προκύπτουν τρία διαφορετικά πολυπεπτίδια: το Κ με 89 αμινοξέα, το Λ με 67 αμινοξέα και το Μ με 72 αμινοξέα. Με βάση τα δεδομένα αυτά, να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:

- Σε τι είδους κύτταρο (προκαρυωτικό ή ευκαρυωτικό) και από ποιο τμήμα του γονιδιώματος του κυττάρου αυτού μπορεί να γίνεται η σύνθεση αυτού του μορίου mRNA; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- Ποιο είναι το μήκος αυτού του μορίου mRNA; Είναι δυνατό να είναι αυτό το πραγματικό μήκος του; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

10. Σε ένα διάλυμα DNA πολυμεράσης που περιέχει όλα τα απαραίτητα δεοξυριβονουκλεοτίδια, τοποθετούμε τα παρακάτω μόρια DNA. Σε ποιο από τα μόρια αυτά μπορεί να δράσει η DNA πολυμεράση; Να αιτιολογήσετε.



11. Διαθέτουμε οκτώ στελέχη βακτηρίων *E. coli* τα οποία φέρουν στο κύριο μόριο DNA τους το οπερόνιο της λακτόζης. Τα βακτήρια μετασχηματίζονται με πλασμίδια τα οποία φέρουν, επίσης, το οπερόνιο της λακτόζης. Το ρυθμιστικό γονίδιο (P), ο χειριστής (X) και το πρώτο δομικό γονίδιο (Z) όταν είναι λειτουργικά έχουν εκθέτη (+), διαφορετικά έχουν εκθέτη (-) και είναι μεταλλαγμένα. Η μετάλλαξη στο P δεν επιτρέπει τη σύνδεση του καταστολέα στο χειριστή. Τα υπόλοιπα στοιχεία των οπερονίων θεωρούμε ότι είναι φυσιολογικά. Να τοποθετήσετε ✓ στον παρακάτω πίνακα όταν παράγεται β γαλακτοζιδάση, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

|   | Μεταλλαγμένα στελέχη          |                               | Παραγωγή β γαλακτοζιδάσης |                          |
|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|   | κύριο DNA                     | πλασμίδιο                     | απουσία λακτόζης          | παρουσία λακτόζης (μόνο) |
| 1 | X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> | X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |
| 2 | X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> | X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |
| 3 | P <sup>-</sup> Z <sup>-</sup> | P <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |
| 4 | P <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> | P <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |
| 5 | X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> | X <sup>+</sup> Z <sup>-</sup> |                           |                          |
| 6 | X <sup>-</sup> Z <sup>-</sup> | X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |
| 7 | X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> | X <sup>-</sup> Z <sup>-</sup> |                           |                          |
| 8 | P <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> | P <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> |                           |                          |

12. Ένα γραμμικό δίκλωνο μόριο DNA διαθέτει τρεις ΘΕΑ. Η κεντρική ΘΕΑ (θηλιά) απέχει  $6 \cdot 10^6$  ζεύγη βάσεων από τις άλλες δύο ακραίες ΘΕΑ (διχάλες).  
 α. εάν κατά την επιμήκυνση η DNA πολυμεράση τοποθετεί 1000 νουκλεοτίδια ανά sec, να υπολογίσετε πόσο διαρκεί η αντιγραφή του μορίου DNA.  
 β. πόσα μόρια DNA θα παραχθούν και ποιο θα είναι το μήκος τους;  
 γ. που μπορεί να εντοπίστηκε αυτό το μόριο DNA;  
 δ. κατά την αντιγραφή θα μπορούσε να παρατηρηθεί μια μόνο παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας;

13. Κατά την αντιγραφή ενός δίκλωνου κυκλικού μορίου DNA με μήκος 36000 ζεύγη βάσεων δημιουργούνται 8 πρωταρχικά τμήματα τα οποία βρίσκονται συμμετρικά τοποθετημένα κατά μήκος του μορίου.  
 α. να σχεδιάσετε τη συνεχή και την ασυνεχή αντιγραφή στο μόριο του DNA  
 β. πόσο περίπου μπορεί να απέχουν τα πρωταρχικά τμήματα μεταξύ τους;  
 γ. πόσες φορές και σε ποια σημεία θα δράσει η DNA δεσμάση;  
 δ. που μπορεί να εντοπίστηκε αυτό το μόριο DNA και τι είδους πληροφορίες μπορεί να διαθέτει;

14. Διαθέτουμε πέντε στελέχη βακτηρίων *E. coli* τα οποία φέρουν στο κύριο μόριο DNA τους το οπερόνιο της λακτόζης. Τα δύο από τα βακτήρια αυτά (4,5) μετασχηματίζονται με πλασμίδια τα οποία φέρουν, επίσης, το οπερόνιο της λακτόζης. Τα δύο πρώτα δομικά γονίδια Z (για τη β γαλακτοζιδάση) και Y (για την περμεάση) το ρυθμιστικό γονίδιο (P), και ο χειριστής (X) όταν είναι λειτουργικά έχουν εκθέτη (+), διαφορετικά έχουν εκθέτη (-) και είναι μεταλλαγμένα. Η μετάλλαξη στο P δεν επιτρέπει τη σύνδεση του καταστολέα στο χειριστή. Για τα υπόλοιπα στοιχεία των δύο οπερονίων θεωρούμε ότι είναι φυσιολογικά.

Να τοποθετήσετε ✓ στον παρακάτω πίνακα όταν παράγεται β γαλακτοζιδάση ή περμεάση, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

|   | Μεταλλαγμένα στελέχη                                        |                                                             | Παραγωγή β<br>γαλακτοζιδάσης |                                | Παραγωγή<br>περμεάσης |                                |
|---|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
|   | κύριο DNA                                                   | πλασμίδιο                                                   | παρουσία<br>γλυκόζης         | παρουσία<br>λακτόζης<br>(μόνο) | παρουσία<br>γλυκόζης  | παρουσία<br>λακτόζης<br>(μόνο) |
| 1 | P <sup>+</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>+</sup> |                                                             |                              |                                |                       |                                |
| 2 | P <sup>-</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>+</sup> |                                                             |                              |                                |                       |                                |
| 3 | P <sup>-</sup> X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>-</sup> |                                                             |                              |                                |                       |                                |
| 4 | P <sup>+</sup> X <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>+</sup> | P <sup>+</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>+</sup> |                              |                                |                       |                                |
| 5 | P <sup>-</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> Y <sup>+</sup> | P <sup>+</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>-</sup> Y <sup>+</sup> |                              |                                |                       |                                |

**15.** Διαθέτουμε τέσσερα στελέχη βακτηρίων E. coli τα οποία φέρουν στο κύριο μόριο DNA τους το οπερόνιο της λακτόζης. Τα δύο από τα βακτήρια αυτά (3,4) μετασχηματίζονται με πλασμίδια τα οποία φέρουν, επίσης, το οπερόνιο της λακτόζης. Το πρώτο δομικό γονίδιο Z (για τη β γαλακτοζιδάση), το τρίτο δομικό γονίδιο A (για την τρανσακετυλάση), το ρυθμιστικό γονίδιο (P), ο κοινός υποκινητής K των τριών δομικών γονιδίων και ο χειριστής (X) όταν είναι λειτουργικά έχουν εκθέτη (+), διαφορετικά έχουν εκθέτη (-) και είναι μεταλλαγμένα. Η μετάλλαξη στο P δεν επιτρέπει τη σύνδεση του καταστολέα στο χειριστή. Για τα υπόλοιπα στοιχεία των δύο οπερονίων θεωρούμε ότι είναι φυσιολογικά.

Να τοποθετήσετε √ στον παρακάτω πίνακα όταν παράγεται β γαλακτοζιδάση ή τρανσακετυλάση, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

| Μεταλλαγμένα στελέχη |                                                                            | Παραγωγή β<br>γαλακτοζιδάσης                                               |                     | Παραγωγή<br>τρανσακετυλάσης    |                     |                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|                      | κύριο DNA                                                                  | πλασμίδιο                                                                  | απουσία<br>λακτόζης | παρουσία<br>λακτόζης<br>(μόνο) | απουσία<br>λακτόζης | παρουσία<br>λακτόζης<br>(μόνο) |
| 1                    | P <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> A <sup>+</sup>                               |                                                                            |                     |                                |                     |                                |
| 2                    | P <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> A <sup>-</sup>                               |                                                                            |                     |                                |                     |                                |
| 3                    | P <sup>-</sup> Z <sup>-</sup> A <sup>-</sup>                               | P <sup>-</sup> Z <sup>+</sup> A <sup>+</sup>                               |                     |                                |                     |                                |
| 4                    | P <sup>-</sup> K <sup>+</sup> X <sup>+</sup> Z <sup>+</sup> A <sup>+</sup> | P <sup>+</sup> K <sup>+</sup> X <sup>-</sup> Z <sup>-</sup> A <sup>-</sup> |                     |                                |                     |                                |

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

### 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. Ποιοι πρότειναν και ποιοι απέδειξαν τον μηχανισμό αντιγραφής του DNA;
2. Γιατί ο μηχανισμός αντιγραφής του DNA χαρακτηρίζεται ημισυντηρητικός;
3. Σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου πραγματοποιείται η αντιγραφή;
4. Τι είναι οι θέσεις έναρξης αντιγραφής;
5. Τι είναι το πριμόσωμα και ποιος είναι ο ρόλος του;
6. Τι είναι οι DNA ελικάσες και ποιος είναι ο ρόλος τους;
7. Τι είναι οι DNA πολυμεράσες και ποιος είναι ο ρόλος τους;
8. Γιατί όταν η μία αλυσίδα του DNA αντιγράφεται συνεχώς η συμπληρωματική της αντιγράφεται ασυνεχώς;
9. Τι είναι η DNA δεσμάση και ποιος ο ρόλος της στην αντιγραφή του DNA;
10. Τι είναι τα επιδιορθωτικά ένζυμα; Πόσα είναι τα λάθη των DNA πολυμερασών τα οποία διορθώνονται από τα ένζυμα αυτά, κατά την αντιγραφή του ανθρώπινου γονιδιώματος;
11. Ποιες διαδικασίες περιλαμβάνει η έκφραση της γενετικής πληροφορίας;
12. Ποια ένζυμα καταλύουν το σχηματισμό και ποια τη διάσπαση φωσφοδιεστερικών δεσμών;
13. Από ποια τμήματα αποτελείται η κωδική αλυσίδα ενός ευκαρυωτικού ασυνεχούς γονιδίου;
14. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται τα γονίδια με κριτήριο το προϊόν της μεταγραφής;
15. Υπάρχει μη κωδική αλυσίδα γονιδίου η οποία δεν περιέχει το  $3'TAC^5'$ ;
16. Ποιο μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της μεταγραφής ενός γονιδίου;
17. Τι είναι η RNA πολυμεράση και ποιος είναι ο ρόλος της;
18. Τι είναι ο υποκινητής και ποιος είναι ο ρόλος του;
19. Τι είναι οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής και ποιος είναι ο ρόλος τους;
20. Να περιγράψετε τη διαδικασία μεταγραφής ενός γονιδίου που κωδικοποιεί rRNA.
21. Ποια ονομάζουμε κωδική και ποια μη κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου;
22. Ποια γονίδια ονομάζονται ασυνεχή και σε ποιους οργανισμούς υπάρχουν;
23. Τι είναι τα εσώνια και τι τα εξώνια;
24. Τι είναι το πρόδρομο mRNA και ποιες περιοχές περιλαμβάνει;
25. Τι είναι το ώριμο mRNA και ποιες περιοχές περιλαμβάνει;
26. Πού πραγματοποιούνται οι διαδικασίες της αντιγραφής, μεταγραφής και μετάφρασης σε ένα κύτταρο;
27. Τι είναι ο γενετικός κώδικας; Περιγράψτε τα χαρακτηριστικά του; Ποια είναι η σημασία του εκφυλισμού του;
28. Τι είναι τα συνώνυμα κωδικόνια; Να δώσετε ένα ορισμό για το γονίδιο.
29. Ποια τμήματα του γενετικού υλικού των ευκαρυωτικών κυττάρων α) δεν μεταγράφονται και β) δεν μεταφράζονται;
30. Τι είναι το ριβόσωμα και από τι αποτελείται;
31. Ποιες θέσεις σύνδεσης με άλλα μόρια έχει ένα μόριο tRNA;
32. Για ποιο λόγο κατά την αντιγραφή του DNA πραγματοποιείται και σύνθεση RNA; Ποια ένζυμα πραγματοποιούν αυτή τη σύνθεση;
33. Τι είναι το σύμπλοκο έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης;
34. Να περιγράψετε το δεύτερο στάδιο της πρωτεϊνοσύνθεσης.
35. Τι είναι το πολύσωμα; Τι επιτυγχάνει; Σε ποια κύτταρα το συναντάμε;
36. Γιατί είναι απαραίτητη η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς;

37. Τι είναι το σπερονόιο; Ποια είναι η δομή του σπερονόιου της λακτόζης; Ποιες περιοχές του σπερονόιου μεταγράφονται;

38. Τι είναι το ρυθμιστικό γονίδιο και τι η πρωτεΐνη καταστολέας;

39. Να αναφέρετε το παράδειγμα γονιδίου της *E. coli* το οποίο εκφράζεται συνεχώς και γονιδίου που εκφράζεται σε ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

40. Σε ποια επίπεδα γίνεται η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς και με ποιο τρόπο;

41. Να αναφέρετε μια περίπτωση όπου από ένα μόριο mRNA δημιουργούνται περισσότερα από ένα είδη πολυπεπτιδικών αλυσίδων.

42. Που οφείλεται ο προσανατολισμός της αντιγραφής και της μεταγραφής;

43. Ποιες από τις παρακάτω αλληλουχίες θα συναντήσουμε σε γονίδιο που κωδικοποιεί ένα μόριο snRNA;

A. υποκινητής    B. 5' και 3' άκρο    Γ. εσώνια    Δ. κωδικόνια

E. κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνιο λήξης της μετάφρασης

ΣΤ. 5' και 3' αμετάφραστη περιοχή    Ζ. εξώνια

H. αλληλουχία λήξης της μεταγραφής    Θ. κωδική αλυσίδα

ΙΑ. θέση έναρξης της αντιγραφής    ΙΒ. μη κωδική αλυσίδα

44. Να συγκρίνετε τη θηλιά αντιγραφής με τη θηλιά μεταγραφής.

45. Ποια είναι τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής για όλα τα είδη των οργανισμών; Ποια είναι τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής που θα συναντήσουμε μόνο στους προκαρυωτικούς οργανισμούς;

46. Για ποιο λόγο το ρυθμιστικό γονίδιο εκφράζεται συνεχώς και παράγει λίγα μόνο μόρια του καταστολέα;

47. Ένα γονίδιο κωδικοποιεί μόριο tRNA μήκους 90 νουκλεοτιδίων. Πόσα είναι τα κωδικόνια που θα συναντήσουμε στην κωδική του αλυσίδα; Ποιο είναι το μήκος του συγκεκριμένου γονιδίου;

48. Ποιες είναι οι διαδικασίες του Κεντρικού Δόγματος της Βιολογίας οι οποίες δεν λαμβάνουν χώρα, φυσιολογικά, μέσα σε ένα κύτταρο;

49. Σε ποιες διαδικασίες του Κεντρικού Δόγματος της Βιολογίας εφαρμόζεται η συμπληρωματικότητα των βάσεων;

50. Σε ποιες περιπτώσεις τα μόρια του DNA προκειμένου να αποκτήσουν το βιολογικό τους ρόλο, συνδυάζονται με πρωτεΐνες;

51. Σε ποιες περιπτώσεις τα μόρια του RNA προκειμένου να αποκτήσουν το βιολογικό τους ρόλο, συνδυάζονται με πρωτεΐνες;

52. Ποιος είναι ο στόχος της αντιγραφής του γενετικού υλικού;

53. Να συγκρίνετε τον αριθμό των γονιδίων του κυττάρου ενός πολυκύτταρου ευκαρυωτικού οργανισμού με τον αριθμό των διαφορετικών πολυπεπτιδικών αλυσίδων που παράγονται σε όλη τη διάρκεια της ζωής του κυττάρου αυτού.

54. Για ποιους λόγους διαφέρει ο αριθμός των νουκλεοτιδίων ενός γονιδίου από τον αριθμό των αμινοξέων της πολυπεπτιδικής αλυσίδας που παράγεται από αυτό;

55. Να συγκρίνετε τον αριθμό των γονιδίων με τον αριθμό των υποκινητών σε ευκαρυωτικούς και σε προκαρυωτικούς οργανισμούς.

56. Ποια είναι η σημασία της διαδικασίας της μεταγραφής;

57. Ποιες διαδικασίες απεικονίζουν τα βέλη που συμπεριλαμβάνονται στο Κεντρικό Δόγμα της Βιολογίας;

58. Να αναφέρετε είδη πρωτεϊνών που βρίσκονται στον πυρήνα του κυττάρου

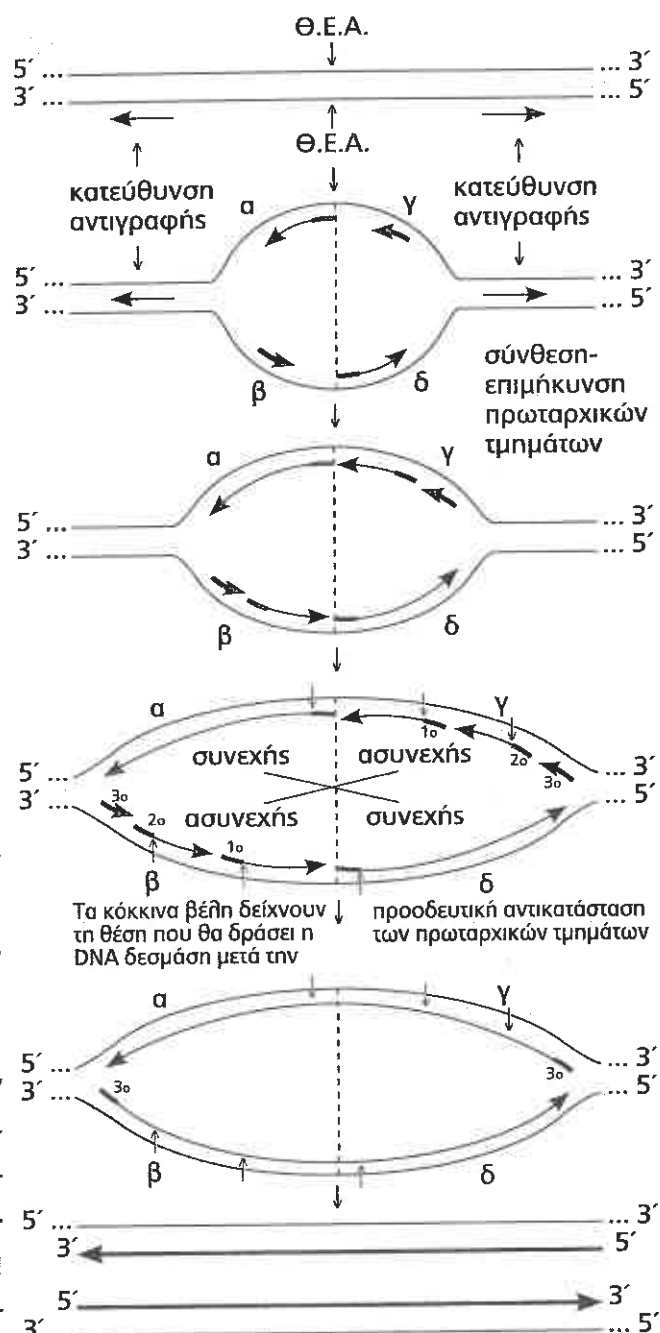
59. Να αναφέρετε περιπτώσεις γονιδίων που εκφράζονται σε κάθε κυτταρικό τύπο, ανεξάρτητα από την κυτταρική διαφοροποίηση

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

### Α. ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ DNA

#### Ι. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

- Γίνεται με ημισυντηρητικό τρόπο.
- Ξεκινάει πάντα από συγκεκριμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων που ονομάζεται θέση έναρξης της αντιγραφής (Θ.Ε.Α.). Στο DNA των προκαρυωτικών κυττάρων υπάρχει μία Θ.Ε.Α., ενώ στο DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων υπάρχουν πολυάριθμες Θ.Ε.Α.
- Σε κάθε Θ.Ε.Α. δημιουργείται μια θηλιά αντιγραφής η οποία αναπτύσσεται σταδιακά και ταυτόχρονα προς δύο αντίθετες κατευθύνσεις, δηλαδή και προς τα αριστερά και προς τα δεξιά, με αφετηρία τη Θ.Ε.Α. Επομένως, σε κάθε θηλιά αντιγραφής διακρίνουμε δύο διχάλες αντιγραφής στις οποίες η αντιγραφή πραγματοποιείται ταυτόχρονα εκατέρωθεν της Θ.Ε.Α. και προς τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις.
- Σε κάθε θηλιά αντιγραφής, όπως ακριβώς γίνεται η αντιγραφή στη μία διχάλη, το ίδιο γίνεται χιαστί και στην άλλη.
- Επειδή οι DNA πολυμεράσες δεν μπορούν να ξεκινήσουν από μόνες τους την αντιγραφή, εκατέρωθεν της Θ.Ε.Α., συντίθενται από το πριμόσωμα τα πρωταρχικά τμήματα.
- Οι DNA πολυμεράσες δρουν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση: τοποθετούν και συνδέουν ένα ένα τα συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια στο 3' ελεύθερο άκρο της πε-

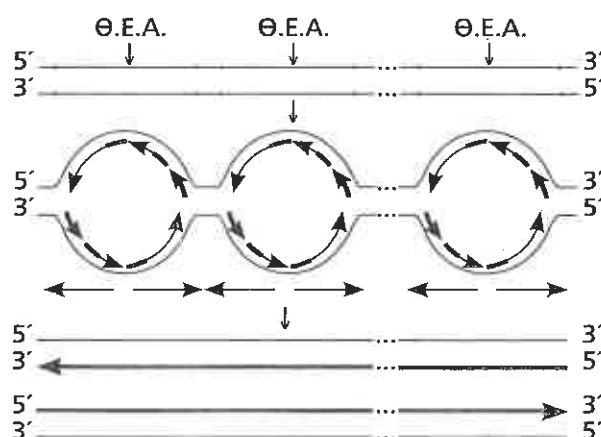


ντόξης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας με 3'-5' φ.δ. Επομένως η αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3'.

- Η όλη δράση των DNA πολυμερασών, που συνίσταται στην επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων, στην αντικατάσταση των ριβονουκλεοτιδίων των πρωταρχικών τμημάτων και στην επιδιόρθωση των τυχόν λαθών, **στηρίζεται** στους κανόνες της συμπληρωματικότητας και της αντιπαράλληλητας. Επομένως, για να δράσουν απαιτούν αλυσίδα DNA ως καλούπι και τμήμα νουκλεϊκού οξέως συμπληρωματικό με το καλούπι και με ελεύθερο υδροξύλιο, δηλαδή αδυνατούν πλήρως να δράσουν σε μία μονόκλινη πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα.
- Για να μπορούν οι DNA πολυμεράσες να δράσουν σε κάθε διχάλα αντιγραφής, η μία αλυσίδα (το ένα τμήμα της μητρικής αλυσίδας) αντιγράφεται με συνεχή τρόπο, ενώ η άλλη με ασυνεχή τρόπο. Στην παραπάνω θηλιά αντιγραφής τα μητρικά τμήματα α και δ αντιγράφονται με συνεχή τρόπο, ενώ τα β και γ με ασυνεχή.
- Με **συνεχή** τρόπο αντιγράφεται πάντα το τμήμα της μητρικής αλυσίδας (α, δ στο σχήμα) που έχει το 5' άκρο του προς τη μεριά που ανοίγει η διχάλα αντιγραφής. Δηλαδή, το πρωταρχικό τμήμα της νεοσυντιθέμενης αλυσίδας ξεκινάει (ακριβώς) από τη Θ.Ε.Α. και επιμηκύνεται προς την ίδια κατεύθυνση με την οποία ανοίγει η διχάλα αντιγραφής.
- Με **ασυνεχή** τρόπο αντιγράφεται πάντα το τμήμα της μητρικής αλυσίδας (β, γ στο παραπάνω σχήμα) που έχει το 3' άκρο του προς τη μεριά που ανοίγει η διχάλα αντιγραφής. Δηλαδή, το **πρώτο** πρωταρχικό τμήμα ξεκινάει πάντα **πριν** από τη Θ.Ε.Α. και επιμηκύνεται με κατεύθυνση προς τη Θ.Ε.Α., δηλαδή αντίθετα προς το άνοιγμα της διχάλας.
- Σε κάθε διχάλα αντιγραφής κάθε συνεχές ή ασυνεχές νεοσυντιθέμενο τμήμα είναι πάντα συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την αντίστοιχη αλυσίδα καλούπι. Όταν η DNA δεσμάση συνενώσει μεταξύ τους με 3'-5' φ.δ. όλα τα νεοσυντιθέμενα τμήματα που έχουν δημιουργηθεί κατά μήκος του αρχικού μορίου στις διάφορες Θ.Ε.Α., η καθεμία από τις δύο νεοσυντιθέμενες αλυσίδες στα δύο πανομοιότυπα θυγατρικά μόρια που θα προκύψουν θα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με τη μητρική αλυσίδα.

## II. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ

- Σε κάθε θηλιά αντιγραφής, η αντιγραφή γίνεται **ταυτόχρονα** και στις δύο διχάλες, με αντίθετη όμως κατεύθυνση.
- Τα ένζυμα της αντιγραφής δρουν ταυτόχρονα και με την **ίδια** ταχύτητα σε κάθε διχάλα αντιγραφής στην ή



στις θηλιές αντιγραφής οι οποίες θεωρούμε ότι δημιουργούνται ταυτόχρονα κατά μήκος του μορίου DNA που αντιγράφεται, στην ή στις διάφορες Θ.Ε.Α.

Επομένως:

- Ο συνολικός χρόνος ( $t_{\text{οη}}$ ) που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η αντιγραφή σε όλο το μήκος ενός μορίου DNA, στο οποίο έστω ότι αναπτύσσονται  $\Theta$  θηλιές και  $\Delta$  διχάλες ( $\Delta = 2\Theta$ ), είναι ο ίδιος με τον χρόνο που απαιτείται για να γίνει η αντιγραφή σε μία διχάλα αντιγραφής. Δηλαδή ό,τι συμβαίνει σε μία διχάλα αντιγραφής συμβαίνει και στην άλλη ή στις άλλες διχάλες αντιγραφής. Για να ισχύουν τα παραπάνω θεωρούμε ότι, όταν δημιουργούνται πολυάριθμες θηλιές αντιγραφής, οι διαφορετικές Θ.Ε.Α. ισαπέχουν μεταξύ τους και δεν είναι ακραίες. Με βάση τα παραπάνω, για ένα μόριο DNA που έχει μήκος  $L$  ζεύγη νουκλεοτιδίων,  $\Delta$  διχάλες και ταχύτητα αντιγραφής  $U$  ζεύγη νουκλεοτιδίων/sec, και άρα τα ζεύγη νουκλεοτιδίων σε κάθε διχάλα είναι  $\frac{L}{\Delta}$ , ο συνολικός χρόνος ( $t_{\text{οη}}$ ) που απαιτείται για την αντιγραφή του θα είναι:  
 Στο 1 sec αντιγράφονται  $U$  ζεύγη νουκλεοτιδίων στη 1 διχάλα αντιγραφής  
 Στο  $t_{\text{οη}}$  αντιγράφονται  $\frac{L}{\Delta}$  ζεύγη νουκλεοτιδίων στη 1 διχάλα αντιγραφής }  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow t_{\text{οη}} = \frac{L}{\Delta \cdot U} \text{ sec}$  Δηλαδή όσος χρόνος απαιτείται για να αντιγραφούν σε μία διχάλα αντιγραφής τα  $L/\Delta$  ζεύγη, τόσος είναι και ο χρόνος για να αντιγραφεί όλο το μόριο DNA με μήκος  $L$  ζεύγη βάσεων.

### III. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΡΙΩΝ DNA ( $N_v$ ) ΜΕΤΑ ΑΠΟ $n$ ΑΥΤΟΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥΣ DNA

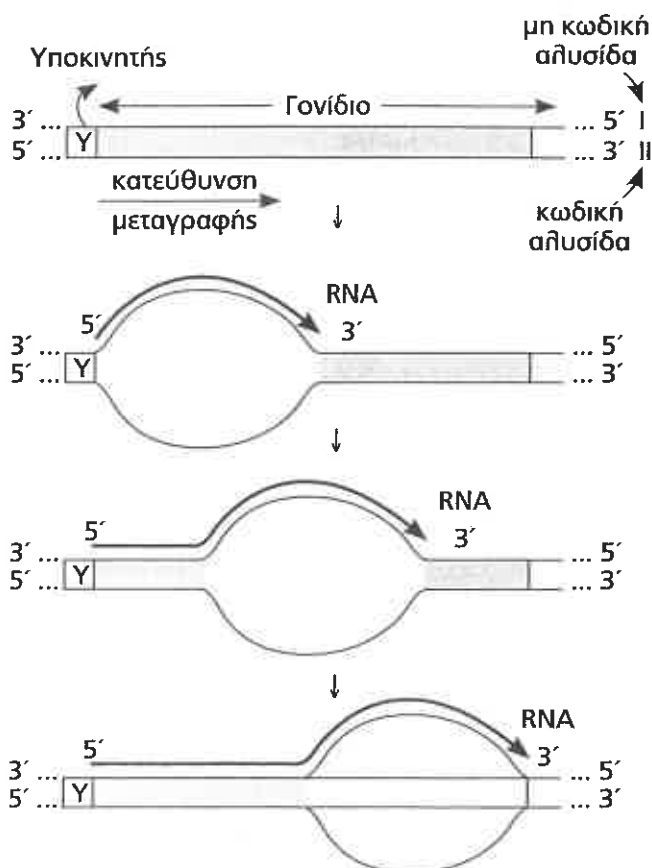
- Για 1 μόριο DNA ισχύει:  
 Σε 1 αυτοδιπλασιασμό σχηματίζονται  $2^1 = 2$  μόρια DNA  
 Σε 2 αυτοδιπλασιασμούς σχηματίζονται  $2^2 = 4$  μόρια DNA  
 Σε 3 αυτοδιπλασιασμούς σχηματίζονται  $2^3 = 8$  μόρια DNA  
 .....  
 Σε  $n$  αυτοδιπλασιασμούς σχηματίζονται  $2^n$  μόρια DNA }  $\Rightarrow N_v = 2^n$
- Επομένως για  $N_0$  αρχικά μόρια DNA ισχύει:  $N_v = N_0 \times 2^n$ . Αν  $t$  ο χρόνος για έναν αυτοδιπλασιασμό και  $t_{\text{οη}}$  ο συνολικός χρόνος, τότε  $n = \frac{t_{\text{οη}}}{t}$ .
- Εάν η αντιγραφή γίνεται σε περιβάλλον με ραδιενεργά νουκλεοτίδια, τότε ο αριθμός των ραδιενεργών αλυσίδων που δημιουργούνται μετά από  $n$  αυτοδιπλασιασμούς είναι:  $2 \times (N_0 \times 2^n - N_0)$ . Αν το μήκος ενός μορίου DNA είναι  $L$  ζεύγη βάσεων, τότε ο αριθμός των ραδιενεργών νουκλεοτιδίων είναι:  $2 \times (N_0 \times 2^n - N_0) \times L$ .

### B. ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ ΓΟΝΙΔΙΩΝ

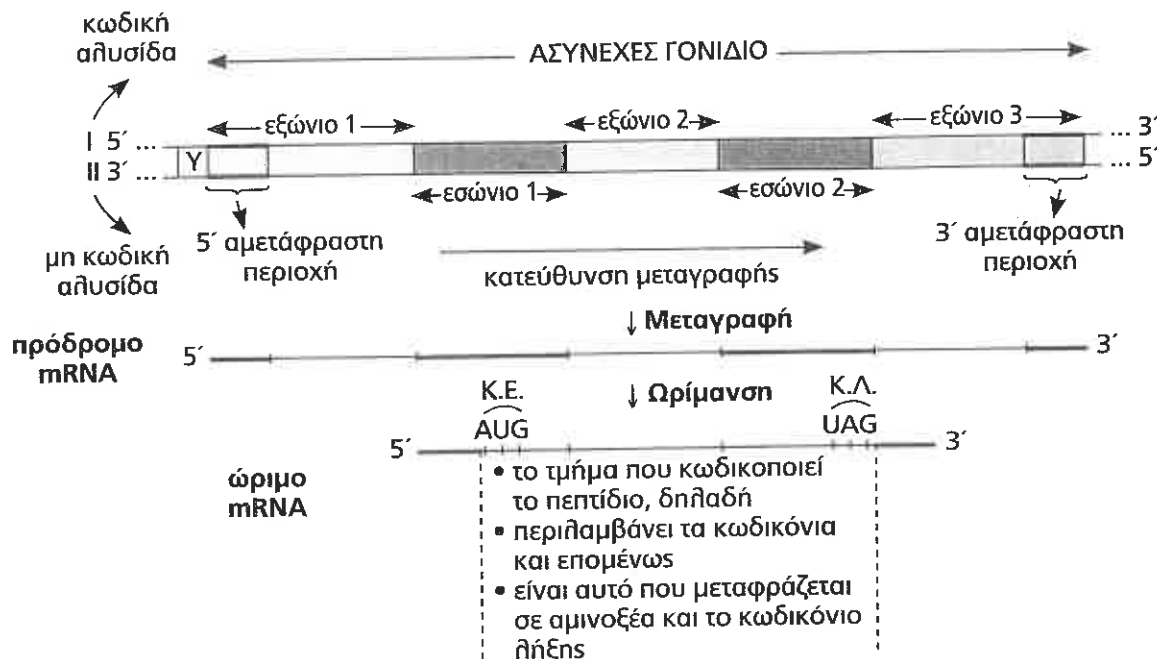
#### I. ΓΕΝΙΚΑ

- Σε όλα τα κύτταρα, προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά, το γονίδιο είναι δίκλωνο τμήμα DNA με συγκεκριμένη αλληλουχία βάσεων που μπορεί να μεταγράφεται σε RNA.

- Με εξαίρεση την περίπτωση των οπερονίων, κάθε γονίδιο έχει τον δικό του υποκινητή.
- Ο υποκινητής (Y) είναι δίκλωνη αλληλουχία DNA που βρίσκεται πάντα πριν από την αρχή του γονιδίου. Δεν αποτελεί μέρος του γονιδίου και επομένως δε μεταγράφεται. Ο ρόλος του είναι αποκλειστικά η ρύθμιση της μεταγραφής.
- Οι δύο αλυσίδες ενός γονιδίου είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες.
- Η αλυσίδα του γονιδίου που μεταγράφεται ονομάζεται μεταγραφόμενη ή μη κωδική και έχει το 3' άκρο της από τη μεριά του Y.
- Η αλυσίδα του γονιδίου που δε μεταγράφεται ονομάζεται κωδική και έχει το 5' άκρο της από τη μεριά του Y.
- Η κατεύθυνση της μεταγραφής καθορίζεται πάντα από τη θέση του Y και είναι πάντα 5' → 3', διότι η RNA πολυμεράση ξεκινάει τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας από το 3' άκρο της και τοποθετεί και συνδέει τα συμπληρωματικά νουκλεοτίδια με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό.
- Η κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου και το RNA που αυτό κωδικοποιεί:
  - είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου
  - έχουν τα ίδια 5' και 3' άκρα αλλήλα και την ίδια αλληλουχία βάσεων, με τη διαφορά ότι το RNA έχει στη θέση της θυμίνης (T) την ουρακίλη (U)
- Το RNA που παράγεται από τη μεταγραφή ενός γονιδίου:
  - έχει το 1/2 των αζωτούχων βάσεων του γονιδίου που το κωδικοποιεί, αφού μεταγράφεται η μία αλυσίδα του γονιδίου (για ασυνεχές γονίδιο το πρόδρομο mRNA)
  - έχει ίδιο ποσοστό (%) αζωτούχων βάσεων με εκείνο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου, με τη διαφορά ότι στη θέση της T υπάρχει U
  - έχει το ίδιο ποσοστό (%) A + U, C + G με εκείνο της κωδικής και του γονιδίου που το κωδικοποιεί, με τη διαφορά ότι στη θέση της T υπάρχει U.



## II. ΑΣΥΝΕΧΗ ΓΟΝΙΔΙΑ ΠΟΥ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΟΥΝ mRNA



- Αν ο αριθμός των εσώνιων στο γονίδιο είναι  $n$ , τότε ο αριθμός των εξώνιων είναι  $n + 1$  (διότι τα εσώνια βρίσκονται πάντα ανάμεσα στα εξώνια).
- Κατά την ωρίμανση του πρόδρομου mRNA, όταν απομακρύνονται  $n$  εσώνια, διασπώνται  $2n$  φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και καταναλώνονται  $2n$  μόρια νερού, ενώ κατά τη συρραφή των  $n + 1$  εξωνίων δημιουργούνται  $n$  φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και απελευθερώνονται  $n$  μόρια νερού (συνολικά ξοδεύονται  $n$  μόρια νερού).
- Στο mRNA (ώριμο ή πρόδρομο) οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές ανήκουν στο πρώτο και το τελευταίο εξώνιο αντίστοιχα.

## III. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΩΔΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΚΩΔΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ 5' ΚΑΙ 3' ΑΚΡΩΝ ΤΟΥΣ

- α. Σε γονίδιο που κωδικοποιεί mRNA και μας δίδεται η αλληλουχία των βάσεων στο γονίδιο (χωρίς τα 5' και 3' άκρα):
- Στην **αιτιολόγηση** για τον προσδιορισμό της κωδικής και μη κωδικής αλυσίδας αναφέρουμε τα ακόλουθα:
    - Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και την κωδική αλυσίδα του γονιδίου που το κωδικοποιεί, με τη διαφορά ότι το mRNA αντί για θυμίνη έχει ουρακίλη.
    - Το τμήμα του mRNA και της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου που κωδικοποιεί ένα πεπτίδιο ή μια πολυπεπτιδική αλυσίδα ξεκινά πάντα με το Κ.Ε. και τελειώνει με ένα από τα τρία Κ.Λ.
  - Συνεπώς ελέγχουμε και τις δύο αλυσίδες και από τα δύο τους άκρα για εντοπισμό κωδικονίου έναρξης (Κ.Ε.) 5' ATG 3'. Συνεχίζοντας από το Κ.Ε.

με βήμα τριπλήτας, με συνεχή και μη επικαλυπτόμενο τρόπο (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η περιοχή του ή των εσωνίων αν το γονίδιο είναι ασυνεχές), αν καταλήξουμε σε κωδικόνιο λήξης (Κ.Λ.) (ένα από τα τρία πιθανά 5' TAA 3', 5' TAG 3' ή 5' TGA 3'), τότε η συγκεκριμένη αλυσίδα μπορεί να θεωρηθεί ως **κωδική**. Η αλληληλουχία των κωδικονίων προσδιορίζει και τα 5' και 3' άκρα της κωδικής αλυσίδας και επομένως και τα άκρα της μη κωδικής αλυσίδας, αφού οι δύο αλυσίδες του γονιδίου είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες.

- Στην περίπτωση που τα παραπάνω εφαρμόζονται και στη μία και στην άλλη αλυσίδα του γονιδίου, τότε θα πρέπει στηριζόμενοι σε επιπλέον δεδομένα να απορρίψουμε τη μία από τις δύο λύσεις. Τα δεδομένα αυτά που μπορεί να κατευθύνουν τον παραπάνω έλεγχο είναι:
  - Η αλληληλουχία των αμινοξέων στο πεπτίδιο που συντίθεται με το αμινικό και καρβοξυλικό της άκρο ή μόνο ο αριθμός των αμινοξέων.
  - Η θέση του υποκινητή (Υ) ή η κατεύθυνση της μεταγραφής.
  - Η αλληληλουχία ενός ή και η σειρά όλων των αντικωδικονίων με τα 3' και 5' άκρα τους.
  - Η αλληληλουχία του rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας με τα 5' και 3' άκρα της που εμφανίζει συμπληρωματικότητα με τμήμα της 5' αμετάφραστης περιοχής του mRNA.
  - Οι αλληληλουχίες λήξης της μεταγραφής.
  - Η αλληληλουχία που αναγνωρίζεται από μια περιοριστική ενδονουκλεάση.
  - Η αλληληλουχία ανιχνευτή με τα 5' και 3' άκρα του.
  - Η αλληληλουχία πρωταρχικού τμήματος στη Θ.Ε.Α., καθώς και ο τρόπος που αντιγράφεται η μία από τις δύο αλυσίδες του γονιδίου.
- Όταν το γονίδιο που ελέγχεται είναι **ασυνεχές**, το εσώνιο μπορεί να δίνεται άμεσα ή έμμεσα. Στη δεύτερη περίπτωση η αλληληλουχία του εσωνίου μπορεί να προσδιοριστεί από δεδομένα όπως είναι:
  - η αλληληλουχία των αμινοξέων στο πεπτίδιο, η σειρά των αντικωδικονίων ή του ανιχνευτή που υβριδοποιεί τη μία αλυσίδα του εσωνίου.
  - το προϊόν (πεπτίδιο) της έκφρασης του ασυνεχούς γονιδίου σε βακτήριο (μετά από κλωνοποίησή του) και αντίστοιχα σε ευκαρυωτικό κύτταρο. Στην πρώτη περίπτωση μεταφράζεται και το εσώνιο, ενώ στη δεύτερη όχι, λόγω ωρίμανσης.
- Στην **αιτιολόγηση** για τον προσδιορισμό των 5' και 3' άκρων της κωδικής και μη κωδικής αλυσίδας, αναφέρουμε επιπλέον τα ακόλουθα:
  - Σε μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, τα νουκλεοτίδια συνδέονται μεταξύ τους με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό.
  - Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που έχει μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο νουκλεοτίδιο έχει στο 5' άτομο άν-

θρακα της πεντόζης του ελεύθερη φωσφορική ομάδα, ενώ στο τελευταίο έχει ελεύθερο υδροξύλιο που είναι συνδεδεμένο στο 3' άτομο άνθρακα της πεντόζης του. Οι δύο αλυσίδες του γονιδίου (κωδική και μη κωδική) είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες.

β. Σε γονίδιο που κωδικοποιεί rRNA, tRNA ή snRNA και μας δίνεται η αλληλουχία του γονιδίου:

- Ο προσδιορισμός δε στηρίζεται στην εύρεση Κ.Ε. και Κ.Λ., αφού κανένα από τα παραπάνω RNA δε μεταφράζεται.

Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- Αν δίνονται τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων του γονιδίου, τότε δίνεται και η θέση του υποκινητή.
- Αν δε δίνονται τα 5' και 3' άκρα, τότε ο εντοπισμός της κωδικής (ή μη κωδικής) αλυσίδας στηρίζεται:
  - αν πρόκειται για tRNA, στην αλληλουχία του αντικωδικονίου του με τα 5' και 3' άκρα του
  - αν πρόκειται για rRNA, στην αλληλουχία του rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας με τα 5' και 3' άκρα της, που εμφανίζει συμπληρωματικότητα με τμήμα της 5' αμετάφραστης περιοχής του mRNA.

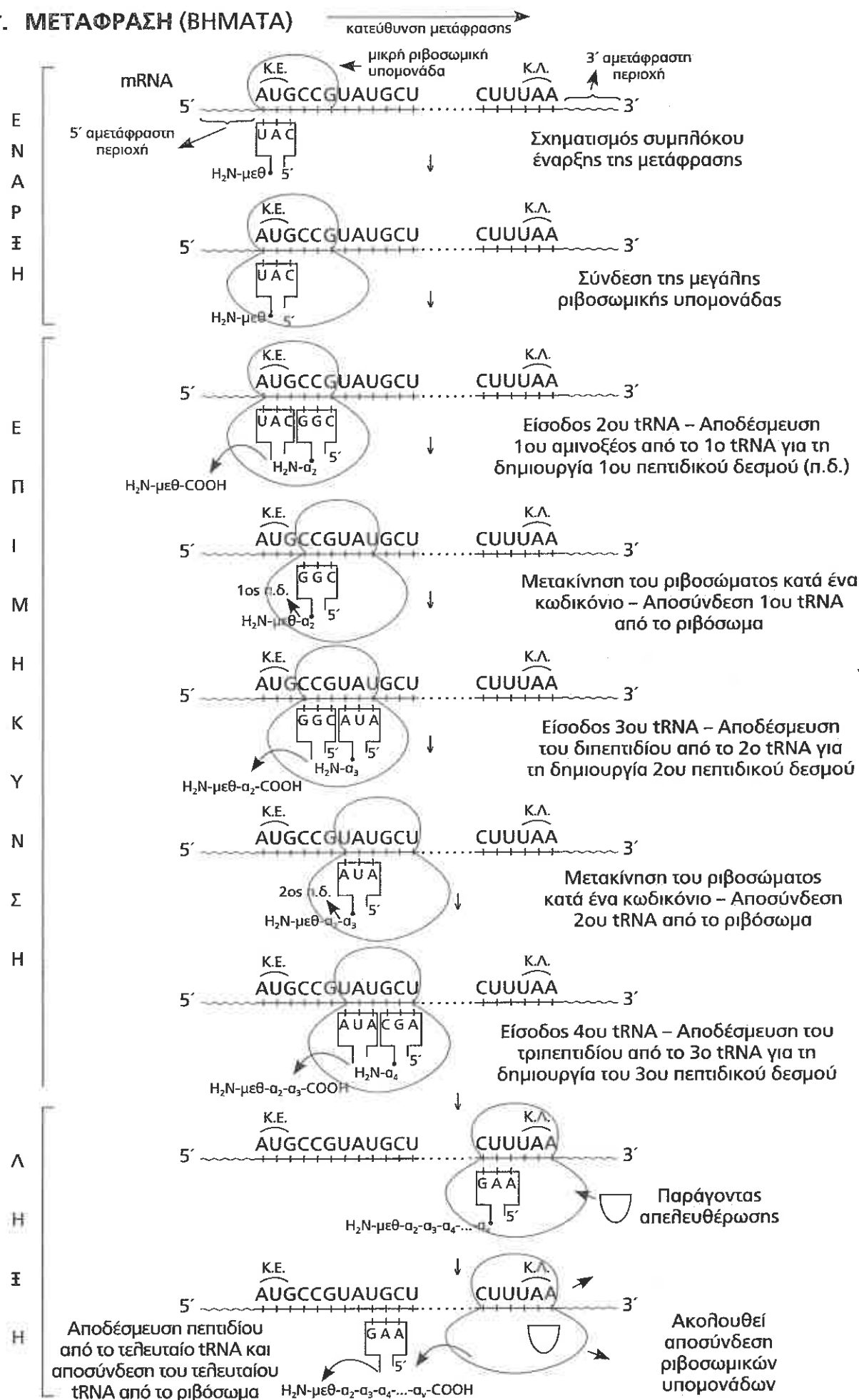
#### IV. ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ ΟΠΕΡΟΝΙΟΥ ΛΑΚΤΟΖΗΣ

- Όταν βρίσκεται σε **καταστολή** (απουσία λακτόζης ή παρουσία γλυκόζης και λακτόζης ή μόνο γλυκόζης), παράγεται μόνο το mRNA που κωδικοποιεί το ρυθμιστικό γονίδιο το οποίο εκφράζεται συνέχεια αλλή με βραδύ ρυθμό.
- Όταν βρίσκεται σε **επαγωγή** (απουσία γλυκόζης και παρουσία λακτόζης), παράγεται επιπλέον και το κοινό mRNA από τη μεταγραφή των τριών δομικών γονιδίων του οπερονίου (Z, Y, A). Το mRNA αυτό φέρει:
  - Μία 5', δύο ενδιάμεσες και μία 3' αμετάφραστη περιοχή
  - Μία περιοχή λήξης της μεταγραφής
  - Τρία Κ.Ε. και τρία Κ.Λ.

#### V. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΗΛΙΑΣ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΘΗΛΙΑΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ

- Η θηλιά αντιγραφής ξεκινάει και αναπτύσσεται εκατέρωθεν της Θ.Ε.Α., ενώ η θηλιά μεταγραφής ξεκινάει αμέσως μετά τον υποκινητή, από την αρχή του γονιδίου, και μετατοπίζεται τοπικά (χωρίς να αυξάνεται) έως το τέλος του γονιδίου, οπότε σηματοδοτείται η λήξη της μεταγραφής από τις αντίστοιχες αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής.
- Στη θηλιά αντιγραφής αντιγράφονται ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις οι δύο αλυσίδες του DNA, ενώ στη θηλιά μεταγραφής μεταγράφεται μόνο η μη κωδική αλυσίδα προς μία κατεύθυνση.
- Στη θηλιά αντιγραφής και σε κάθε δικάλη, η μία αλυσίδα του DNA αντιγράφεται με συνεχή τρόπο και η άλλη με ασυνεχή, ενώ στη θηλιά μεταγραφής η σύνθεση του RNA γίνεται με συνεχή τρόπο.

### Γ. ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ (ΒΗΜΑΤΑ)



**Επιστημάνσεις στη διαδικασία της μετάφρασης**

- Η πορεία της μετάφρασης γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα: κώδικας τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος, με κωδικόνιο έναρξης (5' AUG 3') και λήξης (5' UAG 3', 5' UGA 3', 5' UAA 3').
- Ένα τμήμα του rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας συνδέεται με μια ειδική αλληλουχία της 5' αμετάφρασης περιοχής του mRNA.
- Το κωδικόνιο 5' AUG 3' μπορεί να μη βρίσκεται μόνο στην αρχή του γονιδίου αλλά και σε επόμενη θέση στην αλληλουχία βάσεων του mRNA. Συνήθως ως κωδικόνιο έναρξης αναγνωρίζεται το πρώτο.
- Το ριβόσωμα κινείται από το 5' άκρο του mRNA (αρχή) προς το 3' άκρο, δηλαδή η μετάφραση γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3' (όπως γίνεται η αντιγραφή και η μεταγραφή).
- Όσο πιο κοντά στο 5' άκρο του mRNA βρίσκεται το ριβόσωμα, τόσο λιγότερα αμινοξέα φέρει το πεπτίδιο που συντίθεται.
- Στο διάστημα που η πρωτεϊνοσύνθεση βρίσκεται σε εξέλιξη, το πρώτο αμινοξύ της συντιθέμενης πολυπεπτιδικής αλυσίδας έχει ελεύθερη αμινομάδα ( $H_2N-$ ). Κάθε φορά, ο πεπτιδικός δεσμός δημιουργείται ανάμεσα στην ελεύθερη αμινομάδα του αμινοξέος που μεταφέρει το νεοεισερχόμενο tRNA και στην καρβοξυλομάδα του πεπτιδίου το οποίο υποχρεωτικά έχει αποσυνδεθεί από το προηγούμενο tRNA.
- Όταν τελικά ολοκληρωθεί η σύνθεση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας και αυτή αποδεσμευτεί από το τελευταίο tRNA, τότε το πρώτο αμινοξύ θα έχει ελεύθερη αμινομάδα ( $H_2N-$ ) ενώ το τελευταίο αμινοξύ θα έχει ελεύθερη καρβοξυλομάδα ( $-COOH$ ).
- Εάν ο αριθμός των αμινοξέων στο πεπτίδιο/πολυπεπτιδική αλυσίδα είναι  $n$ , τότε ο αριθμός των κωδικονίων στο mRNA είναι  $n + 1$  αφού το Κ.Λ. δε μεταφράζεται.
- Πάντα το νεοεισερχόμενο tRNA συνδεδεμένο με το αμινοξύ που μεταφέρει τοποθετείται στη θέση εισδοχής της μεγάλης υπομονάδας του ριβοσώματος που είναι προς τη μεριά του 3' άκρου του mRNA. Αντίθετα, το tRNA από το οποίο αποσυνδέθηκε το αμινοξύ που μετέφερε εξέρχεται και απομακρύνεται από το ριβόσωμα από τη θέση εισδοχής της μεγάλης υπομονάδας του ριβοσώματος που είναι προς τη μεριά του 5' άκρου του mRNA.
- Αν το tRNA που εισέρχεται στο ριβόσωμα μεταφέρει το  $\alpha_n$  αμινοξύ, τότε αυτό που αποχωρεί είχε μεταφέρει το  $\alpha_{n-2}$  αμινοξύ.
- Αν το tRNA που αποχωρεί από το ριβόσωμα είχε μεταφέρει το  $\alpha_n$  αμινοξύ, τότε αυτό που εισέρχεται μεταφέρει το  $\alpha_{n+2}$  αμινοξύ, δηλαδή το μεθεπόμενο στη σειρά αμινοξύ.
- Κάθε tRNA που βρίσκεται σε ριβόσωμα συνδεδεμένο με πολυπεπτιδική αλυσίδα  $n$  αμινοξέων μεταφέρει το  $\alpha_n$  αμινοξύ, ενώ το tRNA που αποχώρησε μετέφερε το  $\alpha_{n-1}$  αμινοξύ και αυτό που θα εισέλθει στο ριβόσωμα θα μεταφέρει το  $\alpha_{n+1}$  αμινοξύ.

- Όταν το ριβόσωμα συναντήσει το Κ.Λ., τότε στη μία θέση εισδοχής («πρώτη») της μεγάλης ριβοσωμικής υπομονάδας βρίσκεται το τελευταίο tRNA (που μετέφερε το τελευταίο αμινοξύ), πάνω στο οποίο είναι συνδεδεμένη ολόκληρη η πολυπεπτιδική αλυσίδα που σχηματίστηκε. Η θέση εισδοχής που αντιστοιχεί στο Κ.Λ. καταλαμβάνεται από τον **παράγοντα απελευθέρωσης**, μια πρωτεΐνη που προκαλεί την υδρόλυση του δεσμού του τελευταίου αμινοξέος της πολυπεπτιδικής αλυσίδας από το τελευταίο tRNA.
- Για το Κ.Λ. δεν υπάρχει tRNA με αντίστοιχο αντικωδικόνιο.
- Αν ο αριθμός των κωδικονίων στο mRNA είναι  $n$  και ο αριθμός των αμινοξέων στην πολυπεπτιδική αλυσίδα είναι μετά την ολοκλήρωση της παραγωγής της  $< n - 1$ , τότε πιθανότατα έχει γίνει κάποια μετα-μεταφραστική τροποποίησή της προκειμένου αυτή να καταστεί λειτουργική (π.χ. αποκοπή από το αμινικό άκρο ενός ή περισσότερων αμινοξέων, αποκοπή ενδιάμεσου πεπτιδίου κ.ά.).
- Για να σχηματιστεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα που αποτελείται από  $n$  αμινοξέα, δημιουργούνται  $n - 1$  **πεπτιδικοί δεσμοί** και ελευθερώνονται αντίστοιχα  $n - 1$  **μόρια νερού** (συμπύκνωση), ενώ κάθε φορά που αποδεσμεύεται ένα πεπτίδιο από το ένα tRNA για να ενωθεί με το αμινοξύ που μεταφέρει το επόμενο tRNA καταναλώνεται ένα μόριο νερού (υδρόλυση). Αν σε μια πρωτεΐνη ο αρμόδιος των πεπτιδικών δεσμών δεν είναι  $n - 1$ , τότε αυτή αποτελείται από περισσότερες της μιας πολυπεπτιδικές αλυσίδες.
- Η αλληλουχία των κωδικονίων στο mRNA ή αντίστοιχα στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου που το κωδικοποιεί καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στην παραγόμενη πολυπεπτιδική αλυσίδα σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα.
- Στους **προκαρυωτικούς** οργανισμούς, η μετάφραση ξεκινά πριν από την ολοκλήρωση της μεταγραφής.
- Σχηματισμός **πολυσώματος** γίνεται τόσο στα κύτταρα των προκαρυωτικών όσο και στα κύτταρα των ευκαρυωτικών οργανισμών. Σε ένα πολύσωμα:
  - Το ριβόσωμα που βρίσκεται πλησιέστερα στο 3' άκρο του mRNA φέρει πολυπεπτιδική αλυσίδα με τον μεγαλύτερο αριθμό αμινοξέων σε σχέση με τα προηγούμενα απ' αυτό ριβοσώματα. Αντίθετα, το ριβόσωμα που βρίσκεται πλησιέστερα στο 5' άκρο του mRNA φέρει πεπτίδιο με τον μικρότερο αριθμό αμινοξέων σε σχέση με τα υπόλοιπα. Αυτό οφείλεται στο ότι η μετάφραση γίνεται με κατεύθυνση  $5' \rightarrow 3'$ .
  - Όταν από το 5' προς το 3' άκρο του δεν παρατηρείται προοδευτική αύξηση στο μήκος όλη των παραγόμενων πολυπεπτιδικών αλυσίδων καθώς τα αντίστοιχα ριβοσώματα πλησιάζουν το 3' άκρο του mRNA και μετά από ριβόσωμα στο οποίο βρίσκεται συνδεδεμένη πολυπεπτιδική αλυσίδα με μεγάλο μήκος προηγείται ριβόσωμα από το οποίο παράγεται πεπτίδιο με μικρότερο μήκος κ.ο.κ., τότε το mRNA του συγκεκριμένου πολυσώματος έχει προκύψει από τη μεταγραφή δομικών γονιδίων οπερονίου σε **προκαρυωτικό κύτταρο**.

**Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου**  
**Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής - Κεφάλαιο 2**

1. Ο μηχανισμός αντιγραφής του DNA είναι  
α. ημισυντηρητικός      β. συντηρητικός      γ. διάσπαρτος
2. Η αντιγραφή του DNA αρχίζει από  
α. τις θέσεις έναρξης της αντιγραφής  
β. τα σημεία START  
γ. το τρινουκλεοτίδιο ATG  
δ. ένα τυχαίο σημείο στο μόριο του DNA
3. Ποιο ένζυμο είναι υπεύθυνο για το ξεδίπλωμα της διπλής έλικας κατά την αντιγραφή του DNA;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
4. Ποιο ένζυμο είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του πρωταρχικού τμήματος νουκλεοτιδίων κατά την αντιγραφή του DNA;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
5. Ποιο ένζυμο είναι υπεύθυνο για την επιμήκυνση της νεο-συντιθέμενης αλυσίδας κατά την αντιγραφή του DNA;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
6. Ποιο ένζυμο είναι υπεύθυνο για τη σύνδεση των τμημάτων DNA μεταξύ τους, κατά την αντιγραφή του DNA;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
7. Ποιο ένζυμο διενεργεί την αφαίρεση των πρωταρχικών τμημάτων;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
8. Ποιο από τα παρακάτω ένζυμα παρουσιάζει επιδιορθωτική δράση;  
α. το πριμόσωμα      β. DNA ελικάση  
γ. DNA πολυμεράση      δ. DNA δεσμάση
9. Τι από τα παρακάτω δεν μπορούν να κάνουν οι DNA πολυμεράσες;  
α. επιμηκώνουν τα πρωταρχικά τμήματα  
β. επιδιορθώνουν λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής  
γ. αφαιρούν τα πρωταρχικά τμήματα  
δ. συνδέουν τα τμήματα DNA της ασυνεχούς αλυσίδας
10. Η αντιγραφή έχει κατεύθυνση  
α. 5' - 3'      β. 3' - 5'
11. Πόσες θέσεις έναρξης της αντιγραφής έχει ένα βακτηριακό κύτταρο;  
α. 1      β. 5      γ. 10-15      δ. >50
12. Πόσες θέσεις έναρξης της αντιγραφής έχει ένα ανθρώπινο κύτταρο;  
α. 1      β. 5      γ. 10-15      δ. >50
13. Κατά τη μεταγραφή πραγματοποιείται σύνθεση  
α. DNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
β. RNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
γ. DNA από ένα μητρικό μόριο RNA  
δ. πρωτεϊνών από ένα μόριο mRNA

14. Κατά τη μετάφραση πραγματοποιείται σύνθεση  
 α. DNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
 β. RNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
 γ. DNA από ένα μητρικό μόριο RNA  
 δ. πρωτεϊνών από ένα μόριο mRNA
15. Κατά την αντίστροφη μεταγραφή πραγματοποιείται σύνθεση  
 α. DNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
 β. RNA από ένα μητρικό μόριο DNA  
 γ. DNA από ένα μητρικό μόριο RNA  
 δ. πρωτεϊνών από ένα μόριο mRNA
16. Όλα τα γονίδια το ανθρώπου, που μεταγράφονται, κωδικοποιούν πρωτεΐνες;  
 α. Σωστό β. Λάθος
17. Ο μηχανισμός της μεταγραφής είναι ίδιος μεταξύ ευκαρυωτικών και προκαρυωτικών οργανισμών;  
 α. Ναι β. Όχι
18. Το ένζυμο που καταλύει την μεταγραφή του DNA σε RNA ονομάζεται  
 α. DNA-RNA μεταγραφάση β. RNA μεταγραφάση  
 γ. DNA-RNA πολυμεράση δ. RNA πολυμεράση
19. Η μεταγραφή έχει κατεύθυνση  
 α. 5' - 3' β. 3' - 5'
20. Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός που δημιουργείται κατά την αντιγραφή και την μεταγραφή ονομάζεται  
 α. 5' - 3' φωσφοδιεστερικός δεσμός β. 3' - 5' φωσφοδιεστερικός δεσμός
21. Ποιο από τα παρακάτω μόρια RNA, σχηματίζει τα ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σύμπλοκα που είναι υπεύθυνα για την ωρίμανση του mRNA;  
 α. mRNA β. tRNA γ. rRNA δ. snRNA
22. Ποιο από τα παρακάτω μόρια RNA, μεταφέρει τη γενετική πληροφορία για την σύνθεση των πρωτεϊνών;  
 α. mRNA β. tRNA γ. rRNA δ. snRNA
23. Ποιο από τα παρακάτω μόρια RNA, συμμετέχει στο σχηματισμό του ριβοσώματος;  
 α. mRNA β. tRNA γ. rRNA δ. snRNA
24. Ποιο από τα παρακάτω μόρια RNA, είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των αμινοξέων κατά τη πρωτεϊνοσύνθεση;  
 α. mRNA β. tRNA γ. rRNA δ. snRNA
25. Πόσα είδη RNA πολυμερασών υπάρχουν στον άνθρωπο;  
 α. ένα β. δύο γ. τρία δ. τέσσερα
26. Ο υποκινητής ενός γονιδίου είναι  
 α. η αλληλουχία του DNA στην οποία προσδένεται η DNA πολυμεράση για να ξεκινήσει την αντιγραφή του DNA  
 β. η αλληλουχία του DNA στην οποία προσδένεται η RNA πολυμεράση για να ξεκινήσει την μεταγραφή του γονιδίου  
 γ. η αλληλουχία του DNA που συνδέονται οι μεταγραφικοί παράγοντες  
 δ. η αλληλουχία του DNA στην οποία τερματίζει η μεταγραφή
27. Ένας υποκινητής ενός γονιδίου βρίσκεται  
 α. πριν το γονίδιο β. μέσα στο γονίδιο γ. μετά το γονίδιο
28. Η κωδική αλυσίδα του DNA, είναι η  
 α. μεταγραφόμενη β. μη μεταγραφόμενη

**29. Το μόριο RNA που συντίθεται κατά τη μεταγραφή είναι συμπληρωματικό με την**

- α. κωδική αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA
- β. μη-κωδική αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA

**30. Η μη κωδική αλυσίδα του DNA, είναι η**

- α. μεταγραφόμενη
- β. μη μεταγραφόμενη

**31. Ποιο αμινοξύ αντιστοιχεί στα κωδικόνια λήξης;**

- α. η ισολευκίνη
- β. η προλίνη
- γ. η κυστεΐνη
- δ. κανένα

**32. Ποιο από τα παρακάτω δεν υπάρχει στο σύμπλοκο έναρξης της μετάφρασης;**

- α. η μικρή ριβοσωμική υπομονάδα
- β. το mRNA
- γ. το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη
- δ. η μεγάλη ριβοσωμική υπομονάδα

**33. Το ριβοσωμικό RNA (rRNA) μεταφράζεται από τα ριβοσώματα;**

- α. ναι
- β. όχι

**34. Τι είδους δεσμός είναι ο πεπτιδικός;**

- α. ομοιοπολικός
- β. ιοντικός
- γ. δεσμός ιόντος-διπόλου
- δ. δεσμός υδρογόνου

**35. Η τριπλέτα του κωδικονίου βρίσκεται στο**

- α. rRNA
- β. mRNA
- γ. snRNA
- δ. tRNA

**36. Η τριπλέτα του αντικωδικονίου βρίσκεται στο**

- α. rRNA
- β. mRNA
- γ. snRNA
- δ. tRNA

**37. Στα κωδικόνια λήξης αντιστοιχεί κάποιο tRNA;**

- α. ναι
- β. όχι

**38. Μπορεί ένα μόριο mRNA να μεταφράζεται από περισσότερα του ενός ριβοσώματα;**

- α. ναι
- β. όχι

**39. Ένα μυϊκό κύτταρο εκφράζει συνεχώς τις ίδιες πρωτεΐνες με ένα**

- α. νευρικό κύτταρο
- β. επιδερμικό κύτταρο
- γ. πρόδρομο γαμετικό κύτταρο
- δ. κανένα από τα παραπάνω

**40. Στον άνθρωπο, τα γονίδια οργανώνονται σε οπερόνια.**

- α. Σωστό
- β. Λάθος

**41. Σε ποιους οργανισμούς η μετάφραση μπορεί να ξεκινήσει χωρίς προηγουμένως να έχει τελειώσει η μεταγραφή;**

- α. στους ευκαρυωτικούς
- β. στους προκαρυωτικούς

**42. Ωρίμανση πραγματοποιείται στα mRNA των**

- α. ευκαρυωτικών οργανισμών
- β. προκαρυωτικών οργανισμών

**43. Οι αλληλουχίες που αντιστοιχούν σε αμινοξέα, βρίσκονται στα**

- α. εξώνια
- β. εσώνια

**44. Ένα mRNA αναγνωρίζεται από το ριβόσωμα από**

- α. την 5' αμετάφραστη περιοχή
- β. στην 3' αμετάφραστη περιοχή
- γ. τα εξώνια
- δ. τα εσώνια

**45. Πόσα αμινοξέα χρησιμοποιεί ένα ανθρώπινο κύτταρο για την σύνθεση των πρωτεϊνών του;**

- α. 10
- β. 15
- γ. 20
- δ. 25

**46. Πόσα νουκλεοτίδια αποτελούν ένα κωδικόνιο;**

- α. δύο
- β. τρία
- γ. τέσσερα

**47. Ποιο από τα παρακάτω δεν αποτελεί χαρακτηριστικό του γενετικού κώδικα;**

- α. είναι κώδικας τριπλέτας
- β. είναι μη επικαλυπτόμενος
- γ. είναι σχεδόν καθολικός
- δ. δεν είναι εκφυλισμένος

**48. Ποιο από τα παρακάτω είναι κωδικόνιο έναρξης;**

- α. AUG
- β. UGA
- γ. UAG
- δ. UAA

**49. Ποιο αμινοξύ αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης;**

- α. η λυσίνη
- β. η βαλίνη
- γ. η μεθειονίνη
- δ. η φαινυλαλανίνη

**50. Ποια από τα παρακάτω είναι κωδικόνιο λήξης;**

- α. AGU, AUG, AAA
- β. UGA, UAG, UAA
- γ. UGA, AAU, UGG
- δ. UGA, UGC, CCC

**51. Στο οπερόνιο της λακτόζης και τα τρία γονίδια έχουν τον**

- α. δικό τους υποκινητή και χειριστή
- β. δικό τους υποκινητή αλλά τον ίδιο χειριστή
- γ. ίδιο υποκινητή και χειριστή
- δ. ίδιο υποκινητή και διαφορετικό χειριστή

**52. Στο οπερόνιο της λακτόζης, ο χειριστής βρίσκεται**

- α. πριν το ρυθμιστικό γονίδιο
- β. μετά το ρυθμιστικό γονίδιο αλλά πριν τον υποκινητή
- γ. μετά τον υποκινητή αλλά πριν τα δομικά γονίδια
- δ. μετά τα δομικά γονίδια

**53. Απουσία λακτόζης, τα δομικά γονίδια του οπερονίου της λακτόζης**

- α. μεταγράφονται και μεταφράζονται
- β. μεταγράφονται αλλά δεν μεταφράζονται
- γ. δεν μεταγράφονται
- δ. δεν μεταγράφονται αλλά μεταφράζονται

**54. Απουσία λακτόζης στο οπερόνιο εκφράζεται συνεχώς...**

- α. το ρυθμιστικό γονίδιο
- β. το πρώτο δομικό γονίδιο
- γ. το δεύτερο δομικό γονίδιο
- δ. το τρίτο δομικό γονίδιο

**55. Στο οπερόνιο της λακτόζης, πόσα διαφορετικά mRNA συνθέτονται για την παραγωγή των τριών δομικών πρωτεϊνών;**

- α. ένα
- β. δύο
- γ. τρία
- δ. τέσσερα

**56. Στο παράδειγμα του οπερονίου της λακτόζης, όταν υπάρχει λακτόζη στο περιβάλλον, αυτή που συνδέεται;**

- α. στο ρυθμιστικό γονίδιο
- β. στον υποκινητή
- δ. στην πρωτεΐνη καταστολέα
- γ. στον χειριστή

**57. Σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο, ένας μεταγραφικός παράγοντας, σε ποιο επίπεδο συμμετέχει στον έλεγχο της έκφρασης των γονιδίων;**

- α. στο επίπεδο πριν τη μεταγραφή
- β. στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή
- γ. στο επίπεδο της μετάφρασης
- δ. στο επίπεδο μετά τη μετάφραση

**58. Σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο, η ωρίμανση του mRNA, σε ποιο επίπεδο ρύθμισης της έκφρασης των γονιδίων ανήκει;**

- α. στο επίπεδο πριν τη μεταγραφή
- β. στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή
- γ. στο επίπεδο της μετάφρασης
- δ. στο επίπεδο μετά τη μετάφραση

**59. Όλα τα mRNA έχουν τον ίδιο χρόνο ζωής στο κυτταρόπλασμα.**

- α. Σωστό
- β. Λάθος

**60. Όλες οι πρωτεΐνες, μετά την έξοδό τους από τα ριβοσώματα, είναι πλήρως λειτουργικές.**

- α. Σωστό
- β. Λάθος

**61. Τα ένζυμα που διορθώνουν λάθη κατά την αντιγραφή του DNA είναι**

- α. DNA ελικάσες και DNA δεσμάση
- β. RNA πολυμεράσες και πριμόσωμα
- γ. DNA δεσμάση και επιδιορθωτικά ένζυμα
- δ. DNA πολυμεράσες και επιδιορθωτικά ένζυμα

**62. Τα πρωταρχικά τμήματα κατά την αντιγραφή του DNA συντίθενται**

- α. από τη DNA πολυμεράση
- β. από το πριμόσωμα
- γ. από τη DNA δεσμάση
- δ. από το πολύσωμα

**63. Ο μηχανισμός αυτοδιπλασιασμού του DNA ονομάστηκε ημισυντηρητικός επειδή**

- α. κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μίας νέας με την οποία συνιστούν το νέο μόριο
- β. χρειάζονται τα μισά νουκλεοτίδια
- γ. αυτοδιπλασιάζεται το μισό μόριο
- δ. κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μίας νέας και μετά επανενώνεται με την άλλη μητρική

**64. Δομικό ρόλο σε ενδοκυτταρικά «σωματίδια» παίζουν**

- α. το mRNA και το rRNA
- β. το rRNA και το snRNA
- γ. το snRNA και το tRNA
- δ. το tRNA και το mRNA

**65. Κατά τη μεταγραφή του DNA συντίθεται ένα**

- α. δίκλωνο μόριο DNA
- β. μονόκλωνο μόριο DNA
- γ. δίκλωνο RNA
- δ. μονόκλωνο RNA

**66. Η ωρίμανση του RNA είναι μια διαδικασία η οποία**

- α. οδηγεί στη δημιουργία mRNA χωρίς εξώνια
- β. καταλύεται από το ένζυμο DNA ελικάση
- γ. συμβαίνει μόνο στους προκαρυωτικούς οργανισμούς
- δ. συμβαίνει μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς

**67. Η μεταγραφή του DNA καταλύεται από την**

- α. DNA δεσμάση και DNA πολυμεράση
- β. DNA πολυμεράση και RNA πολυμεράση
- γ. DNA πολυμεράση
- δ. RNA πολυμεράση

**68. Η μεταγραφή στα προκαρυωτικά κύτταρα πραγματοποιείται:**

- α. στον πυρήνα
- β. στο κυτταρόπλασμα
- γ. στα μιτοχόνδρια
- δ. στο κυτταρικό τοίχωμα

**69. Οι αλληλουχίες του πρόδρομου mRNA που δεν περιέχονται στο ώριμο είναι**

- α. οι 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές
- β. τα εξώνια
- γ. τα εσώνια
- δ. όλες οι προηγούμενες

**70. Η ωρίμανση του mRNA γίνεται**

- α. στον πυρήνα
- β. στο κυτταρόπλασμα
- γ. στο ενδοπλασματικό δίκτυο
- δ. σε όλα τα προηγούμενα, ανάλογα με το πού παράχθηκε

**Να χαρακτηρίσεις τις προτάσεις σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ)**

1. οι θηλιές αντιγραφής αυξάνονται και προς τις δύο κατευθύνσεις ( )
2. οι DNA πολυμεράσες συντίθενται στα ριβοσώματα ( )
3. όλα τα γονίδια που μεταγράφονται στη συνέχεια μεταφράζονται ( )
4. το mRNA είναι κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου ( )
5. στα βακτήρια πάντοτε πριν το τέλος της μεταγραφής αρχίζει η μετάφραση ( )



