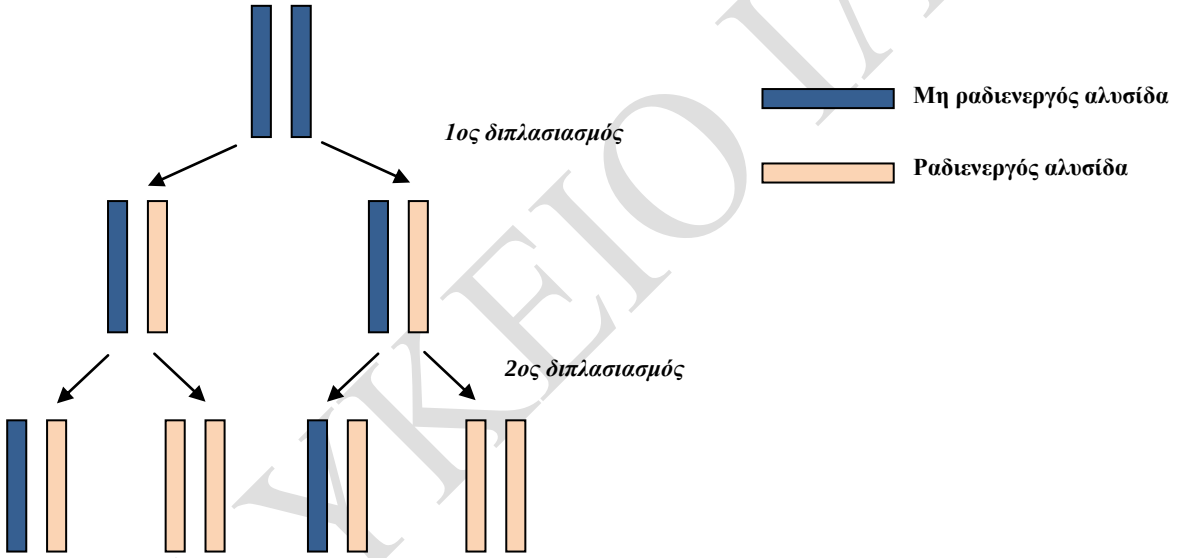
## Κατηγορίες ασκήσεων για το 2ο Κεφάλαιο

**1.** *Ασκήσεις στις οποίες ένα μόριο DNA μεταφέρεται και διπλασιάζεται μία ή περισσότερες φορές σε περιβάλλον ραδιενεργού $^{32}P$ ή ραδιενεργού $^{15}N$. Συνήθως ζητείται ο προσδιορισμός του αριθμού των αλυσίδων ή των νουκλεοτιδίων με ραδιενεργά στοιχεία έπειτα από έναν αριθμό αντιγραφών.*

***Για την επίλυσή τους πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:***

- Το DNA αντιγράφεται με ημισυντηρητικό τρόπο.
- Τα νουκλεοτίδια του αρχικού μορίου δεν περιέχουν ραδιενεργά στοιχεία, φώσφορο ή άζωτο.
- Αντιγραφή του DNA σε περιβάλλον με ραδιενεργό $^{32}P$ή ραδιενεργό $^{15}N$ σημαίνει ότι κάθε θυγατρική αλυσίδα που σχηματίζεται αποτελείται από νουκλεοτίδια με ραδιενεργά στοιχεία.
- Ένα νουκλεοτίδιο περιέχει ένα άτομο φωσφόρου.

Χρήσιμα στην επίλυση αυτών των ασκήσεων είναι σχήματα που υποδεικνύουν τον ημισυντηρητικό τρόπο αντιγραφής, όπως αυτό που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.




Μετά το τέλος των αντιγραφών που πραγματοποιούνται από ένα μόριο DNA, ο αριθμός των αλυσίδων που φέρουν ραδιενεργά στοιχεία είναι ίσος με τον αριθμό των συνολικών αλυσίδων πλην 2. Οι αλυσίδες που φέρουν μη ραδιενεργά στοιχεία είναι 2, όσες δηλαδή ήταν αρχικά.
Προσοχή! Απαραίτητη προϋπόθεση για τα παραπάνω είναι να υπάρχει συνεχής τροφοδότηση του περιβάλλοντος με ραδιενεργά νουκλεοτίδια.

**2.** *Ασκήσεις στις οποίες δίνεται ένα τμήμα γονιδίου και ζητείται το πεπτίδιο που κωδικοποιείται από αυτό.*
***Για την επίλυσή τους πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:***

- Το mRNA συντίθεται με προσανατολισμό 5’ → 3’ και η RNA πολυμεράση «διαβάζει» τη μη κωδική (μεταγραφόμενη) αλυσίδα του DNA από το 3’ προς το 5’ άκρο της.
  Η κωδική αλυσίδα (η μη μεταγραφόμενη) του DNA έχει την ίδια αλληλουχία βάσεων και τον ίδιο προσανατολισμό με το mRNA. (Προσοχή! T στο DNA και U στο RNA)



50ΑΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

Για να εντοπίσουμε ποια από τις δύο αλυσίδες ενός γονιδίου είναι η μη κωδική ή η κωδική υπάρχουν δυο τρόποι:

1ος τρόπος: Για να εντοπίσουμε ποια από τις δύο αλυσίδες ενός γονιδίου είναι η κωδική πρέπει να αναζητήσουμε στην αλληλουχία της το τμήμα που μεταφράζεται, «διαβάζοντάς» την από το 5' προς το 3' άκρο της, το οποίο αρχίζει με 5' ATG 3' και σταματά αμέσως πριν από το κωδικόνιο λήξης που είναι 5' TGA 3' ή 5' TAG 3' ή 5' TAA 3'.

2ος τρόπος: Για να εντοπίσουμε ποια από τις δύο αλυσίδες ενός γονιδίου είναι η μη κωδική πρέπει να αναζητήσουμε στην αλληλουχία της το τμήμα που μεταφράζεται, «διαβάζοντάς» την από το 3' προς το 5' άκρο της, το οποίο αρχίζει με 3' TAC 5' και σταματά αμέσως πριν από το κωδικόνιο λήξης που είναι 3' ACT 5' ή 3' ATC 5' ή 3' ATT 5'.

- Το τμήμα που μεταφράζεται στο μόριο του mRNA αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης, το οποίο είναι 5' AUG 3', και σταματά αμέσως πριν από το κωδικόνιο λήξης, το οποίο είναι 5' UGA 3' ή 5' UAG 3' ή 5' UAA 3'.

- Αν ζητείται να γράψουμε τα αντικωδικόνια των tRNA που συμμετέχουν στη μετάφραση, γράφουμε τριπλέτες βάσεων ριβονουκλεοτιδίων συμπληρωματικών των βάσεων των κωδικονίων, τις οποίες και χωρίζουμε με κόμματα ή κάθετες γραμμές, για να δείξουμε ότι είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Δεν γράφουμε αντικωδικόνιο για το κωδικόνιο λήξης.

- Το πρώτο αμινοξύ κάθε πεπτιδικής αλυσίδας έχει ελεύθερο αμινικό άκρο και το τελευταίο έχει ελεύθερο καρβοξυλικό άκρο.

Παράδειγμα

Για το τμήμα DNA που κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο:

5' GATATTGGGC**TCA**AACGCAAGTTCCGAA**CAT**TATTAATAT 3'

3' CTATAACCCG**AGT**TTGCGTTCAAGGCTT**GTA**ATAATTATA 5'

Η μη μεταγραφόμενη αλυσίδα (κωδική) είναι η κάτω καθώς φέρει το κωδικόνιο έναρξης 5' ATG 3' και το κωδικόνιο λήξης 5' TGA 3'.

Η μεταγραφόμενη αλυσίδα (μη κωδική) είναι η επάνω, καθώς φέρει το κωδικόνιο έναρξης 3' TAC 5' και το κωδικόνιο λήξης 3' ACT 5'.

Για να γράψουμε την αλληλουχία βάσεων στο mRNA μπορούμε:

είτε να γράψουμε την κωδική (μη μεταγραφόμενη) αλυσίδα με την ίδια αλληλουχία βάσεων και τον ίδιο προσανατολισμό (T στο DNA και U στο RNA).

είτε να αντιστρέψουμε τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA, ώστε να τη «διαβάσουμε» από το 3' προς το 5' άκρο της, εφαρμόζοντας τον κανόνα της συμπληρωματικότητας:

mRNA:

5' AUAUUAAUA**AUG**UUCGGAACUUGCGUU**UGA**GCCCAAUAUC 3'

Το τμήμα που μεταφράζεται είναι: 5' AUG-UUC-GGA-ACU-UGC-GUU 3'

και το πεπτίδιο που προκύπτει: $NH_2$ - met - phe - gly - thr - cys - val – COOH

50ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

**3.** *Ασκήσεις στις οποίες ζητείται ο αριθμός των αζωτούχων βάσεων στο τμήμα του γονιδίου που κωδικοποιεί αμινοξέα, αν είναι γνωστός ο αριθμός των αμινοξέων της πεπτιδικής αλυσίδας που κωδικοποιεί.*

***Για την επίλυση των ασκήσεων αυτού του τύπου πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:***

- Από ένα mRNA μπορούν να κωδικοποιηθούν πολλά πεπτίδια
- Σε πολλές πρωτεΐνες το πρώτο αμινοξύ, η μεθειονίνη, δεν υπάρχει στο τελικό προϊόν, λόγω τροποποίησης της πρωτεΐνης
- Ένα αμινοξύ κωδικοποιείται από τρεις αζωτούχες βάσεις. Άρα αν x είναι τα αμινοξέα της πεπτιδικής αλυσίδας, τότε είναι 3x ο αριθμός των βάσεων που κωδικοποιούν αμινοξέα στο τμήμα του mRNA που μεταφράζεται και 3x τα ζεύγη βάσεων (ή 6x βάσεις) στο γονίδιο.
- Στη λήξη δεν κωδικοποιείται αμινοξύ υπάρχει όμως το κωδικόνιο λήξης Άρα αν x είναι τα αμινοξέα της πεπτιδικής αλυσίδας, τότε ο αριθμός των βάσεων στο μεταφραζόμενο τμήμα είναι 3x+3, λόγω του κωδικονίου λήξης ή 3x+6, αν η μεθειονίνη δεν υπάρχει στο τελικό προϊόν, λόγω τροποποίησης της πρωτεΐνης.

**Παράδειγμα**
Αριθμός αμινοξέων στην πεπτιδική αλυσίδα: 20.
Αριθμός νουκλεοτιδίων στο τμήμα που μεταφράζεται 20 · 3+3 = 63.
Αριθμός νουκλεοτιδίων στο αντίστοιχο τμήμα του γονιδίου: 63 ζεύγη.

Σημείωση: Πάντα πρέπει να αναφέρουμε αν στο μεταφραζόμενο τμήμα υπολογίζουμε ή όχι το κωδικόνιο λήξης.

**4.** *Ασκήσεις στις οποίες ζητείται ο αριθμός των αμινοξέων που κωδικοποιείται από γονίδιο που περιέχει εσώνια.*
***Για την επίλυσή τους πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:***

- Τα εσώνια μεταγράφονται στο πρόδρομο mRNA. Άρα καταμετρούνται στο σύνολο των βάσεών του, ενώ κατά την ωρίμανση απομακρύνονται.
- Το ώριμο mRNA αποτελείται από το τμήμα που μεταφράζεται, το οποίο κωδικοποιεί αμινοξέα και από τις 5’ και 3’ αμετάφραστες περιοχές.

| | |
|---|---|
| Γονίδιο | 2γ βάσεις |
| Πρόδρομο mRNA | γ βάσεις |
| Ώριμο mRNA | Βάσεις πρόδρομου mRNA - βάσεις εσωνίων |
| Μεταφραζόμενο τμήμα | Βάσεις ώριμου - βάσεις 5’ και 3’ αμετάφραστων περιοχών |
| Αμινοξέα | Βάσεις μεταφραζόμενου τμήματος - 3 : 3 |

Παράδειγμα
Αν x είναι τα αμινοξέα που κωδικοποιούνται στην πολυπεπτιδική αλυσίδα, τότε ισχύει:
**1)** Στην περίπτωση που υπολογίζουμε και το κωδικόνιο λήξης
**Βάσεις ώριμου mRNA = βάσεις 5’ αμετάφραστης περιοχής + 3x +3 + βάσεις 3’ αμετάφραστης περιοχής**
**2)** Στην περίπτωση που η μεθειονίνη, δεν υπάρχει στο τελικό προϊόν, λόγω τροποποίησης της πρωτεΐνης.
**Βάσεις ώριμου mRNA = βάσεις 5’ αμετάφραστης περιοχής + 3x +6 + βάσεις 3’ αμετάφραστης περιοχή**ς

50 ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ