

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ 2<sup>ΟΥ</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

### ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2000

#### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

Έστω ένα τμήμα μεταγραφόμενου κλώνου DNA με την ακόλουθη αλληλουχία βάσεων :

5'-TCA-CGG-AAT-TTC-TAG-CAT-3'

A) Με δεδομένο ότι δε μεσολαβεί στάδιο ωρίμανσης , να γράψετε το mRNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του παραπάνω τμήματος DNA, σημειώνοντας ταυτόχρονα τη θέση 5' και 3' άκρου του mRNA.

B) Να γραφούν τα αντικωδικόνια των tRNA με τη σειρά που συμμετέχουν στη μετάφραση του παραπάνω mRNA.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Το m-RNA που θα παραχθεί , θα είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με το τμήμα του μεταγραφόμενου κλώνου. Δεδομένου ότι δεν μεσολαβεί ωρίμανση, δεν θα απομακρυνθεί κανένα νουκλεοτίδιο του mRNA, το οποίο θα είναι : 3' AGU-GCC-UUA-AAG-AUG-GUA-5'

B) Το πρώτο κωδικόνιο από το άκρο 5' είναι το κωδικόνιο έναρξης, ενώ το τελευταίο κωδικόνιο, από δεξιά προς τα αριστερά , είναι το κωδικόνιο λήξης. Τα μεταφραζόμενα κωδικόνια είναι 5, ενώ δεν μεταφράζεται το κωδικόνιο λήξης. Η σειρά που μεταφράζονται τα κωδικόνια είναι :

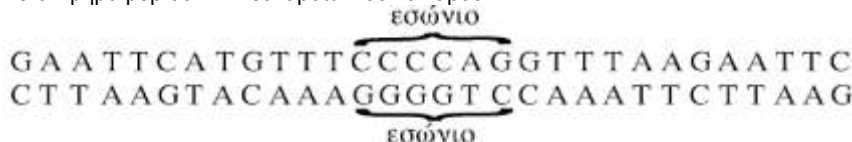
5' AUG 3' 5' GUA 3' 5' GAA 3' 5' AUU 3' 5' CCG 3'

Τα αντικωδικόνια θα είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα των κωδικονίων. Επομένως θα είναι κατά σειρά:  
3' UAC 5' 3' CAU 5' 3' CUU 5' 3' UAA 5' 3' GGC 5'

### ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2005

#### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

Δίνεται τμήμα μορίου DNA ευκαρυωτικού κυττάρου



που περιέχει ασυνεχές γονίδιο, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του παρακάτω πεπτιδίου, που δεν έχει υποστεί καμιά τροποποίηση:

H<sub>2</sub>N -Μεθειονίνη - φαινυλαλανίνη - βαλίνη -COOH

Να γράψετε , την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, το πρόδρομο και το ώριμο m-RNA (Μονάδες 4) και να ορίσετε τα 3' και 5' άκρα των παραπάνω νουκλεοτιδικών αλυσίδων αιτιολογώντας την απάντησή σας.

(Μονάδες 8). Να αναφέρετε τις διαδικασίες κατά την πορεία από το γονίδιο στο πεπτίδιο και τις περιοχές του κυττάρου τις οποίες πραγματοποιούνται ( Μονάδες 6 ).

Δίνονται οι παρακάτω αντιστοιχίσεις αμινοξέων και κωδικονίων από το γενετικό κώδικα:

Μεθειονίνη → AUG Φαινυλαλανίνη → UUU Βαλίνη → GUU

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

5' GAA TTC ATG TTT CCCCAG GTT TAA GAATTC 3' I κωδική αλυσίδα

3' CT T AAG TACAAA GGGGTC CAAATT CT T AAG 5' II μη κωδική αλυσίδα

Η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA, με τη διαφορά ότι , όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει T στο m-RNA υπάρχει U. Επιπλέον , η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι αντιπαράλληλες προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA.

Για να κωδικοποιεί η κωδική αλυσίδα ένα τριπεπτίδιο, θα πρέπει να έχει κωδικόνιο έναρξης (ATG) και να μεσολαβούν δύο κωδικόνια μέχρι να εμφανισθεί κάποιο από τα κωδικόνια λήξης, χωρίς να συμπεριλαμβάνουμε τα νουκλεοτίδια του εσωνίου.

Η αλυσίδα I , είναι η κωδική γιατί έχει αυτές τις προϋποθέσεις, δηλαδή υπάρχει σε αυτήν η αλληλουχία :

5'ATG TTT CCCCAG GTT TAA 3' στην οποία εμπεριέχονται τα κωδικόνια που κωδικοποιούν τα τρία αμινοξέα, το εσώνιο και ένα από τα κωδικόνια λήξης. Κάτι τέτοιο δεν υπάρχει στην αλυσίδα II που είναι η μη κωδική.

Το πρόδρομο m- RNA προκύπτει από τη μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας και είναι :

5' GAA UUC AUG UUU CCCCAG GUU UAA GAAUUC 3' πρόδρομο m-RNA

Το ώριμο m-RNA που προκύπτει μετά την απομάκρυνση του εσωνίου από το πρόδρομο m-RNA είναι :

5' GAA UUC AUG UUU GUU UAA GAAUUC 3' ώριμο m-RNA

Οι παραπάνω διαδικασίες, δηλαδή η μεταγραφή και η ωρίμανση πραγματοποιούνται στον πυρήνα του ευκαρυωτικού κυττάρου. Το πεπτίδιο θα σχηματισθεί με την μετάφραση του ώριμου m-RNA, που γίνεται στα ριβοσώματα του κυτταροπλάσματος.

## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2006

### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

Δίνεται το πεπτίδιο

H<sub>2</sub>N – Μεθειονίνη – Αλανίνη – Τυροσίνη – Προλίνη – Σερίνη – COOH,  
που κωδικοποιείται από το παρακάτω τμήμα μορίου DNA ευκαρυωτικού κυττάρου :

5' C A A A T G G C C T A T A A C T G G A C A C C C A G C T G A C G A 3'  
3' G T T T A C C G G A T A T T G A C C T G T G G G T C G A C T G C T 5'

Να γράψετε την αλληλουχία του πρόδρομου mRNA, την αλληλουχία του ώριμου mRNA που προκύπτει , μετά την μεταγραφή του παραπάνω τμήματος DNA και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 9). Να γράψετε την αλληλουχία του εσωνίου που βρίσκεται στο παραπάνω τμήμα του μορίου DNA (μονάδες 8).

Δίνονται οι παρακάτω αντιστοιχίσεις αμινοξέων και κωδικονίων:

Αλανίνη GCC Μεθειονίνη AUG Προλίνη CCC Σερίνη AGC Τυροσίνη UAU

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το πρόδρομο m-RNA είναι :

5' C A A A U G G C C U A U A A C U G G A C A C C C A G C U G A C G A 3'

Η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι αντιπαράλληλες προς τη μη κωδική αλυσίδα του DNA, επομένως θα έχουν τον ίδιο προσανατολισμό.

Η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA, με τη διαφορά ότι , όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει T στο m-RNA υπάρχει U.

Η κωδική αλυσίδα θα πρέπει κατά την κατεύθυνση 5' →3' να έχει κωδικόνιο έναρξης (ATG) τις ακολουθίες που κωδικοποιούν τα 5 αμινοξέα και είναι κατά σειρά : ATG , GCC , TAT , CCC , AGC , την αλληλουχία του εσωνίου και ένα από τα κωδικόνια λήξης ( TAA , TAG , TGA ) Τις προϋποθέσεις αυτές έχει μόνο η πάνω αλυσίδα.

Το τμήμα του ώριμου m-RNA που μεταφράζεται θα πρέπει να περιέχει την ακολουθία :

5' ... A U G G C C U A U C C C A G C κωδικόνιο λήξης ... 3'

Συγκρίνοντας την παραπάνω ακολουθία με το πρόδρομο m-RNA βγάζουμε το συμπέρασμα ότι το εσώνιο είναι:

A A C U G G A C A

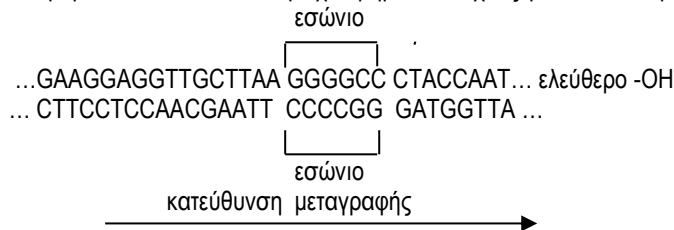
Το ώριμο m-RNA επομένως θα είναι :

5' C A A A U G G C C U A U C C C A G C U G A C G A 3'

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2009

### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

Δίνεται δίκλωνο μόριο DNA , το οποίο περιέχει τμήμα ασυνεχούς γονιδίου που μεταγράφεται σε mRNA.



α. Πού συναντάμε ασυνεχή γονίδια ; ( μονάδες 2 ).

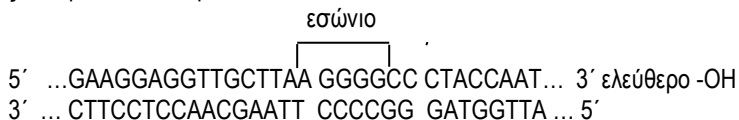
β. Να προσδιορίσετε τα 3' και 5' άκρα του παραπάνω μορίου DNA. ( μονάδες 2 ) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. ( μονάδες 4 )

γ. Να γράψετε το τμήμα του πρόδρομου mRNA και του ώριμου m-RNA που προκύπτουν από τη μεταγραφή του παραπάνω μορίου DNA, χωρίς αιτιολόγηση. ( μονάδες 2 ).

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Ασυνεχή γονίδια υπάρχουν μόνο στα ευκαρυωτικά κύτταρα.

β. Ελεύθερο -OH υπάρχει στο άκρο 3' , κάθε αλυσίδας του DNA. Με δεδομένο ότι οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, οι προσανατολισμοί θα είναι :



γ. Η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι αντιπαράλληλες προς τη μη κωδική αλυσίδα του DNA, επομένως θα έχουν τον ίδιο προσανατολισμό. Αν πάρουμε υπόψη μας και την κατεύθυνση της μεταγραφής καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι κάτω είναι η μη κωδική αλυσίδα και πάνω η κωδική.

( Σχόλια : 1. Η αιτιολόγηση θα μπορούσε και θα έπρεπε να έχει ζητηθεί. 2. Η αλληλουχία που δίνεται είναι τμήμα ενός γονιδίου και επομένως είναι δυνατόν να μην περιέχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνιο λήξης. )

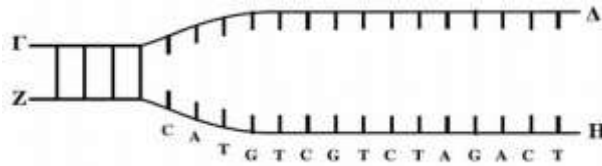
5' ...GAAGGAGGUUGCUUAA GGGGCC CUACCAAU... 3' πρόδρομο m-RNA

5' ...GAAGGAGGUUGCUUCC CUACCAAU... 3' πρόδρομο m-RNA

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2011

### ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται το παρακάτω τμήμα DNA, το οποίο αντιγράφεται. Στον κλώνο ZH, η αντιγραφή γίνεται με ασυνεχή τρόπο. Τα σημεία Δ και Η υποδεικνύουν τη θέση έναρξης της αντιγραφής.



Δ1. Να σχεδιάσετε τα συνεχή και ασυνεχή τμήματα των νέων κλώνων με βέλη υποδεικνύοντας τους προσανατολισμούς των νέων και των μητρικών κλώνων. (μονάδες 2)

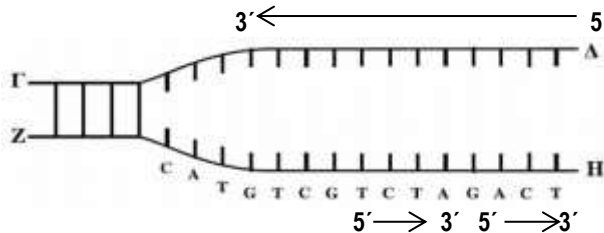
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

Δ2. Στον κλώνο που αντιγράφεται με συνεχή τρόπο, να γράψετε την αλληλουχία των νουκλεοτιδίων και τον προσανατολισμό του πρωταρχικού τμήματος, το οποίο αποτελείται από 8 (οκτώ) νουκλεοτίδια (μονάδες 2).

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Με βάση το γεγονός ότι ασυνεχώς αντιγραφεί γίνεται στον κλώνο ZH :



Ο λόγος για τον οποίο γίνεται ασυνεχώς αντιγραφή του κλώνου ZH είναι ότι κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα έχει προσανατολισμό  $5' \rightarrow 3'$  και επιπλέον είναι αντιπαράλληλη της μητρικής. Το ξεκίνημα λοιπόν της αντιγραφής δεν θα ξεκινήσει ακριβώς από το σημείο Η, αλλά το πρώτο από τα ασυνεχή τμήματα θα καταλήξει εκεί όπου και θα έχει άκρο  $3'$ . Συνεπώς στο Η, υπάρχει άκρο  $5'$  και φυσικά στο Ζ άκρο  $3'$ .

Η συνεχή αλυσίδα ξεκινά απέναντι από το Δ και αντιγράφεται προς την κατεύθυνση αυτή, ώστε να καταλήξει σε άκρο  $3'$ . Το τμήμα ΓΔ που είναι αντιπαράλληλο θα έχει  $5'$  άκρο στο Γ και  $3'$  άκρο στο Δ.

Δ2. Το πρωταρχικό τμήμα θα είναι :  $5' \text{ UCAGAUCU } 3'$

Το παραπάνω τμήμα είναι συμπληρωματικό με τον κλώνο ΔΓ άρα θα έχει την ίδια αλληλουχία με τον ΗΖ, με τη διαφορά ότι θα αποτελείται από ριβονουκλεοτίδια, επομένως αντί της Τ θα υπάρχει U.

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2012

### ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται το παρακάτω τμήμα βακτηριακού DNA, το οποίο κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο.

**Αλυσίδα 1: GTTGAATTCTTAG CTTAAGTCGGGCATGAATTCTC**

**Αλυσίδα 2: CAACCTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAAGAG**

Δ1. Να προσδιορίσετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του παραπάνω τμήματος DNA, επισημαίνοντας τα  $5'$  και  $3'$  άκρα των αλυσίδων του (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 5)

Δ2. Το παραπάνω τμήμα DNA αντιγράφεται, και κατά τη διαδικασία της αντιγραφής δημιουργούνται τα παρακάτω πρωταρχικά τμήματα:

i)  $5' \text{ -GAGAAUUC-} 3'$

ii)  $5' \text{ -UUAAAGCUA-} 3'$

iii)  $5' \text{ -GUUGAAUU-} 3'$

Να προσδιορίσετε ποια αλυσίδα αντιγράφεται, με συνεχή και ποια με ασυνεχή τρόπο (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Γνωρίζουμε ότι τόσο η κωδική αλυσίδα του DNA όσο και το m-RNA, είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA, με τη διαφορά ότι όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει Τ στο m-RNA υπάρχει U.

Εφόσον το κωδικόνιο έναρξης του m-RNA είναι το AUG με κατεύθυνση  $5' \text{ AUG } 3'$ , το αντίστοιχο κωδικόνιο στην κωδική αλυσίδα του DNA θα είναι το ATG και θα έχει κατεύθυνση  $5' \text{ ATG } 3'$ . Επίσης, εφόσον τα κωδικόνια λήξης του m-RNA είναι τα  $5' \text{ UAG } 3'$  ή  $5' \text{ UGA } 3'$  ή  $5' \text{ UAA } 3'$ , τα αντίστοιχα κωδικόνια στην κωδική αλυσίδα του DNA θα είναι τα  $5' \text{ TAG } 3'$  ή  $5' \text{ TGA } 3'$  ή  $5' \text{ TAA } 3'$ .

Το γονίδιο ανήκει σε προκαρυωτικό κύτταρο συνεπώς δεν περιέχει εσώνιο.

Οι βάσεις ανάμεσα στο κωδικόνιο έναρξης και το κωδικόνιο λήξης, θα πρέπει να διαβάζονται ανά τριάδες ( κώδικας τριπλέτας ), συνεχόμενα χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο (συνεχής), καθώς κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε μία μόνο τριπλέτα (μη επικαλυπτόμενος). Σε κάθε διπλή έλικα οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες άρα αν απέναντι από το 5' άκρο της κωδικής θα βρίσκεται το 3' άκρο της μη κωδικής αλυσίδας και αντίστροφα.

Αλυσίδα 1<sup>η</sup>: 5'-GTTGAATTCCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC-3'

Αλυσίδα 2<sup>η</sup>: 3'-CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG-5'

Δ2. Με συνεχή τρόπο αντιγράφεται η 2<sup>η</sup> αλυσίδα και με ασυνεχή τρόπο η 1<sup>η</sup>. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας, επιμηκύνοντας τα πρωταρχικά τμήματα RNA. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5' → 3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες.

Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Επειδή οι DNA πολυμεράσες, δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα.

Αφού η αντιγραφή γίνεται με φορά 5' → 3' και το πρωταρχικό τμήμα τοποθετείται στη θέση έναρξης της αντιγραφής, συνεπώς και αυτό θα έχει κατεύθυνση 5' → 3'. Τα πρωταρχικά τμήματα (i) και (ii) έχουν συμπληρωματικές αλληλουχίες στην 1<sup>η</sup> αλυσίδα ενώ στη 2<sup>η</sup> αλυσίδα, υπάρχει μόνο μία συμπληρωματική αλληλουχία πρωταρχικού τμήματος (iii), έτσι συμπεραίνουμε ότι η 1<sup>η</sup> αλυσίδα αντιγράφεται με ασυνεχή και η 2<sup>η</sup> αλυσίδα με συνεχή τρόπο.

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

### ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται τμήμα DNA το οποίο κωδικοποιεί τα οκτώ πρώτα αμινοξέα, του πρώτου δομικού γονιδίου του οπερονίου της λακτόζης.

AGCTATGACCATGATTACGGATTCACTG αλυσίδα I

TCGATACTGGTACTAATGCCTAAGTGAC αλυσίδα II

Δ1. Να εντοπίσετε τη κωδική αλυσίδα. (μονάδα 1) Να σημειώσετε τον προσανατολισμό των αλυσίδων. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

Δ2. Να γράψετε το τμήμα του m-RNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του παραπάνω τμήματος του γονιδίου

και να ορίσετε τα 5' και 3' άκρα του. (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

Δ3. Να γράψετε το τμήμα του mRNA στο οποίο θα συνδεθεί η μικρή ριβοσωμική υπομονάδα κατά την έναρξη της μετάφρασης. Μονάδες 2

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Η κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα I. Ο προσανατολισμός των αλυσίδων είναι ο παρακάτω:

5' AGCTATGACCATGATTACGGATTCACTG 3' αλυσίδα I.

3' TCGATACTGGTACTAATGCCTAAGTGAC 5' αλυσίδα II

Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' → 3'.

Το m-RNA που κωδικοποιεί τα 8 πρώτα αμινοξέα με προσανατολισμό 5' → 3' θα έχει κωδικόνιο έναρξης, το AUG. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το m-RNA αλλά και το γονίδιο από το οποίο παράγεται. Το κωδικόνιο έναρξης AUG αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της κωδικής αλυσίδα του γονιδίου ATG.

Στο παραπάνω τμήμα DNA η αλυσίδα I που με προσανατολισμό 5' → 3' έχει κωδικόνιο έναρξης ATG και ακολουθούν 7 κωδικόνια που κωδικοποιούν αμινοξέα, είναι η κωδική αλυσίδα.

Δ2. Το μόριο RNA που συντίθεται και η κωδική αλυσίδα, είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα προς τη μη κωδική αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Επομένως, το RNA θα έχει τον ίδιο προσανατολισμό με την κωδική αλυσίδα του DNA του γονιδίου και την ίδια αλληλουχία βάσεων, με τη διαφορά, ότι όπου υπάρχει T στο DNA, θα υπάρχει U στο RNA. Το γονίδιο ανήκει σε προκαρυωτικό κύτταρο, άρα είναι συνεχές.

Η αλληλουχία βάσεων του m-RNA που θα προκύψει από τη μεταγραφή του παραπάνω τμήματος του γονιδίου είναι η εξής: 5' AGCUAUGACCAUGAUUACGGAUUCACUG 3'

Δ3. Κατά την έναρξη της μετάφρασης το m-RNA προσδένεται μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τον κανόνα συμπληρωματικότητας των αζωτούχων βάσεων. Άρα, το τμήμα του m-RNA στο οποίο θα συνδεθεί η μικρή ριβοσωμική υπομονάδα κατά την έναρξη της μετάφρασης, είναι η 5' αμετάφραστη περιοχή του, δηλαδή η αλληλουχία πριν το κωδικόνιο έναρξης που είναι η 5' AGCU 3'.

## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2015

### ΘΕΜΑ Δ

Στην εικόνα 2 απεικονίζεται ένα ασυνεχές γονίδιο ανθρώπινου ηπατικού κυττάρου. Το γονίδιο αυτό είναι υπευθύνο για την παραγωγή του ολιγοπεπτιδίου της εικόνας 3.

5' GCTCAGCAGTAGGCAATTCTGCTTCCACATCT 3'  
3' CGAGTTCGTCATCCGTTAAGACGAAGGTGTAGA 5'

Εικόνα 2

H<sub>2</sub>N-trp-lys-pro-tyr-cys-COOH

Εικόνα 3

Δ1. Να εντοπίσετε και να γράψετε την αλληλουχία βάσεων του εσωνίου του γονιδίου της εικόνας 2 (μονάδες 2).

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Δ2. Να γράψετε το πρόδρομο μόριο του m-RNA που δημιουργείται από την μεταγραφή του γονιδίου της εικόνας 2 (μονάδα 1). Να γράψετε το ώριμο m-RNA που προκύπτει από τη διαδικασία της ωρίμανσης (μονάδες 2).

Δίνονται :

Κωδικόνια	5' UGG 3'	5' CCC 3'	5' UGC 3'	5' AAG 3'	5' UAC 3'
Αμινοξέα	trp	pro	cys	lys	tyr

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1 Το κάθε πεπτίδιο που δημιουργείται έχει σαν πρώτο αμινοξύ την μεθειονίνη, η οποία όμως στη συνέχεια απόκοπεται κατά κανόνα, από το πεπτίδιο. Η μεθειονίνη έχει ελεύθερο αμινικό άκρο και το τελευταίο αμινοξύ του πεπτιδίου ελεύθερο καρβοξύλιο. Αν απομακρυνθεί η μεθειονίνη (ενδεχομένως και άλλα αμινοξέα) τότε ελεύθερο αμινικό άκρο θα έχει το πρώτο από τα αμινοξέα που θα μείνουν. Συνεπώς, με βάση την εικόνα 3, το πρώτο αμινοξύ του πεπτιδίου που συντέθηκε και έχει μείνει στο πεπτίδιο είναι η τρυπτοφάνη και τελευταίο η κυστεΐνη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα κωδικόνια του ώριμου mRNA που κωδικοποιούν το συγκεκριμένο πεπτίδιο είναι τα εξής: 5' UGG AAG CCC UAC UGC 3'

Η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA, με τη διαφορά ότι, όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει T στο m-RNA υπάρχει U. Επιπλέον, η κωδική αλυσίδα του DNA και το m-RNA είναι αντιπαράλληλες προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA. Με βάση αυτά, στο συγκεκριμένο γονίδιο τα παραπάνω κωδικόνια αντιστοιχούν στο τμήμα:

3' ACC TTC GGG ATG ACG 5' (μη κωδική αλυσίδα)

5' TGG AAG CCC TAC TGC 3' (κωδική αλυσίδα)

Συγκρίνοντας το παραπάνω τμήμα με αυτό που μας δίνεται στην εκφώνηση, διαπιστώνουμε ότι εσώνιο στο γονίδιο αποτελεί το τμήμα:

5' AGAATTG 3'

3' TCTTAAC 5'

Δ2 Το πρόδρομο mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του συγκεκριμένου γονιδίου είναι το εξής:

εσώνιο

5' AGAUGUGGAAG C AGAAUUG CCUACUGCUGAGC 3'

Το ώριμο mRNA που προκύπτει μετά την αφαίρεση του εσωνίου είναι το εξής:

5' AGAUGUGGAAGCCUACUGCUGAGC 3'

↓  
Κωδικόνιο έναρξης

↓  
Κωδικόνιο λήξης

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016

### ΘΕΜΑ Δ

Στην εικόνα 2, το τμήμα του DNA περιλαμβάνει ασυνεχές γονίδιο ευκαρυωτικού κυττάρου, που κωδικοποιεί μικρό πεπτίδιο. Μέσα στην αγκύλη, φαίνεται η αλληλουχία της αμετάφραστης περιοχής, που ενώνεται με το r-RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος.

Αλυσίδα Α I [ ACAGT . . . ] ATGTGAATCATAGTTTCCCTATGTGGGTTTAAGCAT II  
Αλυσίδα Β III [ TGTCA . . . ] TACACTTAGTATCAAAGGATACACCCAAATTCGTA IV

Εικόνα 2

Τα t-RNAs που χρησιμοποιήθηκαν κατά σειρά στην παραγωγή του πεπτιδίου, είχαν τα αντικωδικόνια 5' CAU 3', 5' CCA 3', 5' AAA 3', 5' AGG 3', 5' CAU 3', 5' CCA 3', 5' AAC 3'.

Δ1. Να σημειώσετε ποια από τις αλυσίδες Α ή Β είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου (μονάδες 3). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Να χαρακτηρίσετε ως 5' ή 3' τα άκρα στα σημεία I, II, III, IV (μονάδες 2).

Δ2. Να γράψετε το εσώνιο που υπάρχει στο παραπάνω γονίδιο. Μονάδα 1

Δ3. Να γράψετε, την αλληλουχία των βάσεων του m-RNA, που θα χρησιμοποιηθεί κατά τη μετάφραση της πληροφορίας του γονιδίου της εικόνας 2.

**Δ4.** Στην εικόνα 3, η αλληλουχία είναι τμήμα του γονιδίου που μεταγράφεται στο r-RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, που χρησιμοποιείται στη μετάφραση του ευκαρυωτικού γονιδίου της εικόνας 2

Αλυσίδα Γ ...ACAGT...  
Αλυσίδα Δ ...TGTCΑ...

**Εικόνα 3**

Ποια είναι η μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου που μεταγράφεται στο r-RNA; (μονάδα 1) Να γραφεί ο προσανατολισμός της (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας (μονάδες 2).

#### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

**Δ1. Διαπίστωση :** Σύμφωνα με την εκφώνηση , το κύτταρο είναι ευκαρυωτικό και το ασυνεχές γονίδιο , κωδικοποιεί πεπτιδίο συνεπώς κατά τη μεταγραφή παράγεται πρόδρομο m-RNA που υφίσταται ωρίμανση.

**Σχέση κωδικής αλυσίδας –πρόδρομου m-RNA.**

Οι αλυσίδες A και B ( κωδική και μη κωδική ) του DNA, είναι συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες. Το πρόδρομο m-RNA που παράγεται από την μεταγραφή του γονιδίου , είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο , της μη κωδικής αλυσίδας. Συνεπώς, η κωδική αλυσίδα και το πρόδρομο m-RNA θα έχουν τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια αλληλουχία βάσεων , με τη διαφορά ότι στο m-RNA αντί της θυμίνης (T) θα υπάρχει ουρακίλη (U).

(μονάδα 1)

**Το άκρο 5' της κωδικής αλυσίδας βρίσκεται αριστερά**

Η μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος , συνδέεται στην 5' αμετάφραστη περιοχή, του ώριμου m-RNA. Επομένως στην εικόνα 2 , το άκρο 5' της κωδικής αλυσίδας βρίσκεται αριστερά.

(μονάδα 1)

**Ποια αλυσίδα έχει κωδικόνιο έναρξης – κωδικόνιο λήξης**

Στο ώριμο m-RNA θα έχει κωδικόνιο έναρξης (AUG) και ένα από τα κωδικόνια λήξης (UAA , UGA , UAG) , συνεπώς η κωδική αλυσίδα θα έχει αντίστοιχα ως κωδικόνιο έναρξης το ATG και ως κωδικόνιο λήξης ένα από τα :

TAA , TGA , TAG. Ακόμα το ώριμο m-RNA πρέπει να περιέχει 7 κωδικόνια ( όσα και τα αντικωδικόνια ).

Ελέγχοντας την αλυσίδα B με κατεύθυνση από αριστερά προς τα δεξιά δεν βρίσκουμε τίποτα από τα παραπάνω. Αντίθετα η αλυσίδα A κατά την ίδια κατεύθυνση έχει το κωδικόνιο ATG (δύο φορές) και τα TAG και TAA.

[ACAGT] ... ATG TGAATCATAGTTTCCTATGTGGGTT TAA GCAT

(μονάδες 2)

Επομένως κωδική αλυσίδα είναι η **A** και μη κωδική η **B**.

(μονάδες 3)

**Σχόλιο**

Δεν είναι απαραίτητο , ο αριθμός των νουκλεοτιδίων μεταξύ κωδικονίου έναρξης και κωδικονίου λήξης , να είναι πολλαπλάσιο του 3, δεδομένου ότι υπάρχει και εσώνιο.

Επειδή υπάρχουν 6 κωδικόνια μεταξύ κωδικονίου έναρξης και κωδικονίου λήξης, το πρώτο ATG είναι κωδικόνιο έναρξης και το TAA κωδικόνιο λήξης.

Τα σημεία I και IV είναι τα άκρα 5' , ενώ τα II και III τα άκρα 3' (επειδή οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες).

(μονάδες 2)

Τα t-RNAs που χρησιμοποιήθηκαν κατά σειρά , στην παραγωγή του πεπτιδίου, είχαν τα αντικωδικόνια :

5' CAU 3' , 5' CCA 3' , 5' AAA 3' , 5' AGG 3' , 5' CAU 3' , 5' CCA 3' , 5' AAC 3'.

Επειδή τα αντικωδικόνια αυτά , είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα , των κωδικονίων του ώριμου m-RNA που μεταφράστηκαν συμπεραίνουμε ότι το τμήμα του ώριμου m-RNA που μεταφράστηκε είναι:

5' AUGUGGUUCCUAUGUGGGUU λήξη 3'.

Τα κωδικόνια της κωδικής που κωδικοποιούν το πεπτιδίο είναι:

5' ATGTGGTTTCCTATGTGGGTT λήξη 3'.

Συγκρίνοντας το παραπάνω τμήμα, με το μόριο DNA βρίσκω ότι το τμήμα περιέχεται στην αλυσίδα A

5' ... ATG TGAATCATAGTTTCCTATGTGGGTT 3'

που είναι η κωδική και προφανώς το μη υπογραμμισμένο τμήμα είναι το εσώνιο .

**Δ2.** Το εσώνιο που υπάρχει στο γονίδιο είναι : 5' AATCATA 3'

3' TTAGTAT 5'

**Δ3.** Το mRNA που θα χρησιμοποιηθεί κατά τη μετάφραση της πληροφορίας του γονιδίου, υπολογίζοντας και τη 5' αμετάφραστη περιοχή είναι:

5' ACAGU...AUGUGGUUCCUAUGUGGGUUUAAGCAU 3'

**Δ4.** Η μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου που μεταγράφεται στο rRNA είναι η Γ.

Ο προσανατολισμός της είναι 5' ACAGT 3'.

Το r-RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA. Άρα το rRNA θα έχει προσανατολισμό 3' UGUCA 5'. Το rRNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου, που την παράγει. Άρα μεταγραφόμενη αλυσίδα είναι η 5' ACAGT 3'.

## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2016

### ΘΕΜΑ Γ

Γ3. Στην Εικόνα 1 δίνεται ένα τμήμα δίκλωνου DNA που περιέχει δύο ( 2 ) γονίδια (χωρίς εσώνια) τα οποία έχουν την πληροφορία για τη σύνθεση δύο (2) μικρών πεπτιδίων.

**TATGCAATGGTACACCCATATATGGAGTACCAGCATTCTTGG**

**Γ**

**Δ**

**ATACGTTACCATGTGGGTATATACCTCATGGTCGTAAGAACC**

Εικόνα 1

i) Να γράψετε , την αλληλουχία των βάσεων της κωδικής αλυσίδας αυτών των γονιδίων , οι οποίες αντιστοιχούν στις 5' αμετάφραστες περιοχές των μορίων m-RNA τα οποία προκύπτουν , από την μεταγραφή αυτών των γονιδίων. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

ii) Να δηλώσετε σε ποια από τις θέσεις Γ, Δ της Εικόνας 1, θα προσδεθεί η RNA πολυμεράση, με τη βοήθεια μεταγραφικών παραγόντων κατά τη μεταγραφή της γενετικής πληροφορίας αυτών των γονιδίων (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας. (μονάδες 2)

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

i) Εφόσον το τμήμα που δίνεται κωδικοποιεί το σύνολο της γενετικής πληροφορίας του γονιδίου, θα πρέπει, διαβάζοντας τον κωδικό κλώνο με κατεύθυνση 5' → 3' να ανιχνεύουμε την τριπλέτα 5' - ATG -3' απέναντι από την αντίστοιχη τριπλέτα 3' TAC 5' μεταγραφόμενου κλώνου η οποία θα μεταγραφεί στο κωδικόνιο έναρξης 5' AUG 3' του ώριμου m-RNA που κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη.

Επιπλέον, με βήμα τριπλέτας από την τριπλέτα 5' ATG 3', θα πρέπει να συναντούμε και κάποια από τις τριπλέτες 5' TGA 3', 5' -TAG 3', 5' TAA 3', απέναντι από τις συμπληρωματικές τους 3' ACT 5', 5' ATC 3', 5' ATT 3' στη μεταγραφόμενη μη κωδική αλυσίδα, οι οποίες θα μεταγραφούν σε ένα από τα κωδικόνια λήξης της μετάφρασης 5' UGA 3', 5' UAG 3' ή 5' UAA 3' αντίστοιχα.

Επειδή δεν γνωρίζουμε τα άκρα της αλληλουχίας, θα πρέπει να ψάξουμε για τις αλληλουχίες αυτές και στις δύο αλυσίδες και με τις δύο πιθανές φορές, ώστε να βρούμε, σε ποια περίπτωση άκρων ανιχνεύονται οι κωδικές αλληλουχίες και των δύο γονιδίων. Έτσι προκύπτει ότι οι κωδικές αλυσίδες των δυο γονιδίων θα είναι:

1: 5' -ATACGTTACC -ATG -TGG -GTA -TAT -ACC -TCA -TGG -TCG -TAA -GAACC -3' και

2: 5' -GGTTCCTACGACC -ATG -AGG -TAT -ATA -CCC -ACA -TGG -TAA -CGTAT -3'

Η 5' αμετάφραστη περιοχή της κωδικής αλυσίδας του κάθε γονιδίου θα αποτελεί την αλληλουχία από το 5' άκρο της κωδικής αλυσίδας, μέχρι αμέσως πριν την τριπλέτα 5' ATG 3' που αντιστοιχεί στο m-RNA, στο κωδικόνιο έναρξης 5' - AUG -3' και σηματοδοτεί την αρχή της κωδικής περιοχής, των εξωνίων δηλαδή του ώριμου m-RNA . Έτσι για το κάθε γονίδιο θα είναι:

Γονίδιο 1: 5'-ATACGTTACC-3' Γονίδιο 2: 5'- GGTTCCTACGACC-3'

ii) Η RNA πολυμεράση πραγματοποιεί την μεταγραφή του μεταγραφόμενου, μη κωδικού κλώνου του γονιδίου με κατεύθυνση 5' → 3' στο παραγόμενο m-RNA. Εφόσον το m-RNA, είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με τον μεταγραφόμενο κλώνο η RNA πολυμεράση προσδένεται με τη βοήθεια μεταγραφικών παραγόντων στον υποκινητή του γονιδίου ο οποίος εντοπίζεται στο 3' άκρο, του μεταγραφόμενου κλώνου. Με βάση τις κωδικές αλυσίδες που ταυτοποιήθηκαν και γράφηκαν παραπάνω, τα άκρα της δοθείσας αλληλουχίας θα είναι:

3'-TATGCAATGGTA.....CCAGCATTCTTGG-5' ( Κλώνος 1 )

5'-ATACGTTACC.....GTCGTAAGAACC-3' ( Κλώνος 2 )

Ο κλώνος 2, θα είναι ο κωδικός κλώνος του γονιδίου 1, ενώ ο κλώνος 1, ο κωδικός κλώνος του γονιδίου 2.

Αντίστοιχα, ο κλώνος 1, θα είναι ο μεταγραφόμενος κλώνος του γονιδίου 1 και ο κλώνος 2, ο μεταγραφόμενος κλώνος του γονιδίου 2.

Έτσι, για τη μεταγραφή του γονιδίου 1, η RNA πολυμεράση θα πρέπει να προσδεθεί στο 3' άκρο του κλώνου 1, δηλαδή στη θέση Γ, ενώ για τη μεταγραφή του γονιδίου 2 στο 3' άκρο του κλώνου 2, δηλαδή στη θέση Δ.