

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΕΣΠΕΡΙΝΑ 2014****ΘΕΜΑ Α**

1. δ
2. γ
3. β
4. γ
5. β

**ΘΕΜΑ Β**

1. Η σωστή σειρά βημάτων που οδηγούν στην κατασκευή καρυότυπου είναι η παρακάτω:

4 → 2 → 1 → 6 → 3 → 5

2. Οι παρακάτω διαδικασίες καταλύονται από τα εξής ένζυμα ή σύμπλοκα ενζύμων:

α. Επιμήκυνση πρωταρχικού τμήματος κατά την αντιγραφή. → DNA πολυμεράσες.

β. Σύνθεση πρωταρχικών τμημάτων. → Πριμόσωμα.

γ. Σύνδεση των κομματιών της ασυνεχούς αλυσίδας μεταξύ τους κατά την αντιγραφή. → DNA δεσμάση.

δ. Ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA κατά την αντιγραφή. → DNA ελικάσες.

ε. Σύνδεση ριβονουκλεοτιδίων κατά τη μεταγραφή. → RNA πολυμεράση.

3. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι ότι είναι σχεδόν καθολικός. Όλοι οι οργανισμοί έχουν τον ίδιο γενετικό κώδικα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το mRNA από οποιονδήποτε

οργανισμό μπορεί να μεταφραστεί σε εκχυλίσματα φυτικών, ζωικών ή βακτηριακών κυττάρων *in vitro* και να παραγάγει την ίδια πρωτεΐνη.

4. Διαγονιδιακά ονομάζονται τα ζώα εκείνα στα οποία έχει τροποποιηθεί το γενετικό υλικό τους με την προσθήκη γονιδίων συνήθως από κάποιο άλλο είδος.
5. Με τον όρο ζύμωση εννοούμε τη διαδικασία ανάπτυξης μικροοργανισμών σε υγρό θρεπτικό υλικό κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες. Ο όρος ζύμωση παλαιότερα χρησιμοποιείτο μόνο για αναερόβιες διεργασίες αλλά σήμερα χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια και περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες, αερόβιες και αναερόβιες. Τα προϊόντα της ζύμωσης είναι είτε τα ίδια τα κύτταρα που ονομάζονται βιομάζα είτε προϊόντα των κυττάρων όπως πρωτεΐνες και αντιβιοτικά.

### ΘΕΜΑ Γ

1. Η σωστή σειρά είναι:
  - 1) Νουκλεόσωμα: Αποτελείται από 146 ζεύγη βάσεων και από οκτώ μόρια ιστονών.
  - 2) Γονίδιο: Το μέσο γονίδιο αποτελείται από 1000 ζεύγη βάσεων.
  - 3) Αδελφή χρωματίδα: Με το τέλος της αντιγραφής του DNA του κυττάρου κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Κατά τη μίτωση τα ινίδια χρωματίνης συσπειρώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό και σχηματίζουν τις δύο αδελφές χρωματίδες του χρωμοσώματος.
  - 4) Μεταφασικό χρωμόσωμα: Κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο.

2. Σύμφωνα με τα δεδομένα του σχήματος που δίνεται, τα τμήματα που αντιγράφονται συνεχώς είναι τα : Α και Γ ενώ τα τμήματα που αντιγράφονται ασυνεχώς είναι τα Β και Δ.

**Αιτιολόγηση:** Για να αρχίσει η αντιγραφή του DNA, είναι απαραίτητο να ξετυλιχθούν στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής οι δύο αλυσίδες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων, που σπάζουν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των δύο αλυσίδων. Τα ένζυμα αυτά ονομάζονται DNA ελικάσες. Όταν ανοίξει η διπλή έλικα, δημιουργείται μια «θηλιά», η οποία αυξάνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Επειδή τα ένζυμα αυτά 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. DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA. Τα νέα μόρια DNA αρχίζουν να σχηματίζονται, καθώς δημιουργούνται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών αζωτούχων βάσεων των δεοξυριβονουκλεοτιδίων.

Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 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. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση. Το ίδιο

ένζυμο συνδέει και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής.

3. Η αντιγραφή του DNA αρχίζει από καθορισμένα σημεία, που ονομάζονται θέσεις έναρξης της αντιγραφής. Το βακτηριακό DNA, που είναι κυκλικό, έχει μία μόνο θέση έναρξης της αντιγραφής και αντιγράφεται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες σε λιγότερο από 30 λεπτά. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, πριν την αντιγραφή, το DNA κάθε χρωμοσώματος είναι ένα μακρύ γραμμικό μόριο, το οποίο έχει πολυάριθμες θέσεις έναρξης της αντιγραφής. Έτσι το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων αντιγράφεται ταυτόχρονα από εκατοντάδες σημεία σε όλο το μήκος του και στη συνέχεια τα τμήματα που δημιουργούνται ενώνονται μεταξύ τους. Με αυτό τον τρόπο το DNA των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, παρ' ότι είναι περίπου 1.000 φορές μεγαλύτερο από των προκαρυωτικών, αντιγράφεται πολύ γρήγορα.

4. Τα δύο θυγατρικά μόρια που προκύπτουν είναι πανομοιότυπα με το μητρικό και καθένα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούρια αλυσίδα. Ο μηχανισμός αυτός ονομάστηκε ημισυντηρητικός.

Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές, και αυτό υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Η συμπληρωματικότητα έχει τεράστια σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, μια ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλινα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.

Η συμπληρωματικότητα των βάσεων του DNA ώθησε τους Watson και Crick, όταν περιέγραψαν το μοντέλο τους για τη δομή του γενετικού υλικού το 1953, να γράψουν: «είναι φανερό ότι το ειδικό ζευγάρι που έχουμε υποθέσει ότι δημιουργείται μεταξύ των βάσεων του DNA προτείνει έναν απλό μηχανισμό αντιγραφής του γενετικού υλικού». Οι Watson και Crick φαντάστηκαν μια διπλή

έλικα η οποία ξετυλίγεται και κάθε αλυσίδα λειτουργεί σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας νέας συμπληρωματικής αλυσίδας.

### ΘΕΜΑ Δ

1. Η κωδική αλυσίδα του βακτηριακού γονιδίου που δίνεται και κωδικοποιεί για ένα ολιγοπεπτίδιο είναι η αλυσίδα II.

Αιτιολόγηση: **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑ 2012 ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup> 1 «Αιτιολόγηση ... ο υποκινητής του γονιδίου, θα βρίσκεται πριν από το πρώτο νουκλεοτίδιο του 5' άκρου της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου.»**

Τις παραπάνω συνθήκες πληροί μόνο η αλυσίδα II, η οποία όταν διαβάζεται από τα δεξιά (5' άκρο) προς τα αριστερά (3' άκρο) διαθέτει κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης **5'ATG<sub>3</sub>'** μετά από τέσσερα νουκλεοτίδια από την αρχή της και διαθέτει και κωδικόνιο λήξης (**5'TGA<sub>3</sub>'**) ενώ μεταξύ του κωδικονίου έναρξης και λήξης παρεμβάλλεται πλήθος δώδεκα νουκλεοτιδίων, δηλαδή το γονίδιο οδηγεί αμέσως μετά τη μεταγραφή του mRNA σε ένα πενταπεπτίδιο.

2. Το μόριο mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του δοθέντος τμήματος DNA με τον προσανατολισμό του, είναι:

5'AGCC <u>AUG</u> CAGCCCGAGACA <u>UGA</u> AAA <sub>3</sub> '
κωδικόνιο                                  κωδικόνιο
έναρξης    λήξης

**Αιτιολόγηση:** Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο,

με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του. Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

«Το mRNA δημιουργείται κατά τη μεταγραφή ... από τη μεταγραφή του γονιδίου.» σελ. 539 ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΟΜΟΓΕΝΩΝ ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup> 2. Βλέπε « Τα βιβλία μου » « Τα θέματα των εξετάσεων ».

3. Το ολιγοπεπτίδιο που κωδικοποιείται από το δοθέν γονίδιο αποτελείται από πέντε αμινοξέα, αμέσως μετά τη μεταγραφή του mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή αυτού του γονιδίου.

Αιτιολόγηση: Με τη μεταγραφή, οι πληροφορίες που βρίσκονται στα γονίδια μεταφέρονται στο mRNA με βάση τη συμπληρωματικότητα των νουκλεοτιδικών βάσεων. Η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, ο οποίος ονομάζεται γενετικός κώδικας.

Από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα είναι τα εξής:

1. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
2. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο.
3. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.
4. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια

λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Για το κωδικόνιο λήξης δεν υπάρχει tRNA που να αντιστοιχεί σε αυτό.

Το τμήμα ενός γονιδίου, και του mRNA του που κωδικοποιεί μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, αρχίζει με το κωδικόνιο έναρξης και τελειώνει με το κωδικόνιο λήξης.

Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, δεδομένου ότι μεταξύ του κωδικονίου έναρξης, που μεταφράζεται και του κωδικονίου λήξης που δεν μεταφράζεται του μορίου mRNA του δοθέντος γονιδίου υπάρχουν ακόμη τέσσερα κωδικόνια συμπεραίνουμε ότι το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί άμεσα για ένα πενταπεπτίδιο.

4. Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδέεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον, κάθε μόριο tRNA διαθέτει μια ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.

Δεν υπάρχουν tRNA που να αντιστοιχούν στα κωδικόνια λήξης. Άρα τα κωδικόνια που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη μετάφραση του μορίου mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του δοθέντος γονιδίου είναι τα εξής:

