

Απαντήσεις:

### ΘΕΜΑ 1ο

1= γ, 2=β, 3=γ, 4=β, 5=γ

### ΘΕΜΑ 2ο

Α. 1=B, 2= B, 3=B, 4=A, 5=Γ, 6=Γ, 7=Γ, 8=B.

Β. α) Έχει 44 αυτοσωμικά και 3 φυλετικά χρωμοσώματα. Σύνολο= 47.

β) 1. Αρχή μεσόφασης: 47 μόρια DNA, 47 ινίδια χρωματίνης, 0 κεντρομερίδια, 47 χρωμοσώματα ενώ δεν υπάρχουν αδελφές χρωματίδες.

2. Τέλος μεσόφασης: 94 μόρια DNA, 94 ινίδια χρωματίνης, 47 κεντρομερίδια, 47 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, 94 αδελφές χρωματίδες.

3. Μετάφαση: 94 μόρια DNA, δεν υπάρχουν ινίδια χρωματίνης, 47 κεντρομερίδια, 47 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, 94 αδελφές χρωματίδες.

Γ.  $4 < 1 < 3 < 5 < 7 < 6 < 8 < 2$ .

Δ. α) Η RNA πολυμεράση προσδένεται σε ειδικές περιοχές του DNA, που ονομάζονται υποκινητές, με τη βοήθεια πρωτεϊνών που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Οι υποκινητές και οι μεταγραφικοί παράγοντες αποτελούν τα ρυθμιστικά στοιχεία της μεταγραφής του DNA και επιτρέπουν στην RNA πολυμεράση να αρχίσει σωστά τη μεταγραφή.

β) Στο επίπεδο της μεταγραφής. Ένας αριθμός μηχανισμών ελέγχουν ποια γονίδια θα μεταγραφούν και με ποια ταχύτητα θα γίνει η μεταγραφή. Το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων δεν οργανώνεται σε οπερόνια αλλά κάθε γονίδιο έχει το δικό του υποκινητή και μεταγράφεται αυτόνομα. Η RNA πολυμεράση λειτουργεί (όπως και στους προκαρυωτικούς οργανισμούς) με τη βοήθεια πρωτεϊνών, που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Μόνο που στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς οι μεταγραφικοί παράγοντες παρουσιάζουν τεράστια ποικιλία. Κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων. Διαφορετικός συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων ρυθμίζει τη μεταγραφή κάθε γονιδίου. Μόνο όταν ο σωστός συνδυασμός των μεταγραφικών παραγόντων προσδεθεί στον υποκινητή ενός γονιδίου, αρχίζει η RNA πολυμεράση τη μεταγραφή ενός γονιδίου.

Δ. Α) Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δε μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον.

Η ποσότητα του DNA είναι επίσης ίδια σε όλα τα είδη κυττάρων ενός οργανισμού όπως στην περίπτωση του ανθρώπου σε αυτά του σπλήνα, της καρδιάς, του ήπατος κτλ. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ποσότητα του DNA είναι σταθερή στα σωματικά κύτταρα του ανθρώπου και της μύγας.

Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή. Κάτι τέτοιο ισχύει και στον άνθρωπο και στη μύγα.

Η ποσότητα του DNA είναι, κατά κανόνα, ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού. Συνήθως, όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ο οργανισμός τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του. Όντως ο άνθρωπος έχει περισσότερο DNA από τη μύγα και η μύγα από το βακτήριο *E. coli*.

β) Αν επιδράσουμε στο DNA που απομονώθηκε με κατάλληλες χημικές ουσίες ή αυξήσουμε τη θερμοκρασία τότε σπάζουν οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των δύο συμπληρωματικών αλυσίδων και οι δύο αλυσίδες αποχωρίζονται η μία από την άλλη. Η διαδικασία αυτή λέγεται αποδιάταξη.

Η θερμοκρασία στην οποία αποδιατάσσεται ένα μόριο νουκλεϊκού οξέος εξαρτάται από το συνολικό αριθμό δεσμών υδρογόνου του. Ανάμεσα στην αδερίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου. Σύμφωνα με την αναλογία  $(A+T)/(G+C)$ , το γενετικό υλικό της μύγας έχει τη μεγαλύτερη αναλογία G-C άρα θα αποδιατάσσεται και στη μεγαλύτερη θερμοκρασία.

### ΘΕΜΑ 3ο

Γ1. 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. Συνεπώς με συνεχή τρόπο αντιγράφεται η αλυσίδα 1.

Γ2. α) 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. Συνεπώς το πρωταρχικό τμήμα θα είναι: 5'UAGUAGUC3'.

β) Ανάμεσα στην αδερίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου, ανάμεσα στην αδερίνη και την ουρακίλη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου. Άρα θα σπάσουν συνολικά 19 δεσμοί υδρογόνου.

Γ) Το ένζυμο που αντικαθιστά τα πρωταρχικά τμήματα είναι η DNA πολυμεράση. 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. DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής. Μπορούν, δηλαδή, να «βλέπουν» και να απομακρύνουν νουκλεοτίδια που οι ίδιες τοποθετούν, κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας, και να τοποθετούν τα σωστά.

Γ3. α) Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το 1952 με τα κλασικά πειράματα των Hershey και Chase οι οποίοι μελέτησαν τον κύκλο ζωής του βακτηριοφάγου (φάγου) T2. Οι ερευνητές ιχνηθέτησαν τους φάγους με ραδιενεργό <sup>35</sup>S, που ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες αλλά όχι στο DNA, και με ραδιενεργό, <sup>32</sup>P που ενσωματώνεται μόνο στο DNA και όχι στις πρωτεΐνες. Στη συνέχεια με ραδιενεργούς φάγους μόλυναν βακτήρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα και είναι ικανό να «δώσει τις απαραίτητες εντολές», για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

β) Κάθε δίκλωνο μόριο νουκλεϊκού οξέος αντιγράφεται με ημισυντηρητικό τρόπο. Σε κάθε μόριο νουκλεϊκού οξέος τα άτομα φωσφόρου είναι όσα και τα νουκλεοτίδια. Εάν ένα δίκλωνο μόριο DNA αφεθεί να αντιγραφεί σε περιβάλλον ραδιενεργού φωσφόρου τότε σε κάθε κύκλο αντιγραφής ο αριθμός των μορίων DNA διπλασιάζεται. Κάθε νέο μόριο θα αποτελείται από μία παλιά και μία καινούργια αλυσίδα.

Το ένα νέο τμήμα θα αποτελείται από 28 ραδιενεργά νουκλεοτίδια και το άλλο από 26.

#### ΘΕΜΑ 4ο

Δ1. Για να κατασκευαστεί μία cDNA βιβλιοθήκη, απομονώνεται το ολικό «ώριμο» mRNA από κύτταρα που εκφράζουν το συγκεκριμένο γονίδιο. Το mRNA χρησιμοποιείται σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας DNA (cDNA: complementary DNA). Η σύνθεση του cDNA γίνεται από το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση. Παράγονται έτσι υβριδικά μόρια cDNA-mRNA. Το mRNA διασπάται με κατάλληλες χημικές ουσίες ή αποδιατάσσεται με θέρμανση και τα cDNA χρησιμεύουν σαν καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας DNA. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία δίκλωνων μορίων DNA. Τα ένζυμα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η αντίστροφη μεταγραφάση και η DNA πολυμεράση.

Το δίκλωνο μόριο DNA θα είναι:

5' GAATTCATGGGACCCGATTGAGAATTC 3'

3' CTTAAGTACCCTGGGCTAACTCTTAAG5'

Δ2. Η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli* όποτε συναντά την αλληλουχία:

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

3'-C T T A A G-5' στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα

αυτά μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τις συμπληρωματικές βάσεις άλλων κομματιών DNA που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο.

Άρα το μόριο που προκύπτει θα είναι:

5' AATTCATGGGACCCGATTGAG 3'  
3' GTACCCTGGGCTAACTCTTAA5'

Δ3.

.....3' GGGCACCTTAA GG 5'.....

.....5'CCCGTGG AATTC3' .....

ΥΠΟΚΙΝΗΤΗΣ

Δ4. Το τμήμα DNA μπορεί να ενσωματωθεί στο πλασμίδιο είτε όπως δίνεται παραπάνω είτε ανεστραμμένο

Ανασυνδυασμένο πλασμίδιο 1:

.....3' GGGCACCTTAAGTACCCTGGGCTAACTCTTAAGG 5'.....

.....5'CCCGTGGAATTCATGGGACCCGATTGAGAATTC3' .....

Ανασυνδυασμένο πλασμίδιο 2:

.....3' GGGCACCTTAAGAGTTAGCCCAGGGTACTTAAGG5'...

.....5'CCCGTGGAATTCCTCAATCGGGTCCCATGAATTC3' .....

Το γονίδιο θα εκφραστεί μόνο στο ανασυνδυασμένο πλασμίδιο 1 διότι σε αυτό η κωδική αλυσίδα του γονιδίου βρίσκεται στην κωδική αλυσίδα του πλασμιδίου με βάση τον υποκινητή.

Τα αντικωδικόνια των tRNA θα είναι: 3' UAC5', 3'CCU5', 3'GGG5', 3'CUA5'.

Επιμέλεια: Χάλκος Δημήτριος