

## Θέμα 1ο

1.α 2.δ 3.δ 4.γ 5.δ

## Θέμα 2ο

1.α Μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.

Β. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ύστερα από ειδική επεξεργασία, τα ινίδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες. Κάθε «χάντρα» ονομάζεται νουκλεόσωμα και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από κτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών

Γ. Το γενετικό υλικό ενός κυττάρου αποτελεί το γονιδίωμά του. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες. Συνήθως όμως ο όρος γονιδίωμα αναφέρεται στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα.

Δ. Ιχνηθέτηση. Είναι η σήμανση χημικών μορίων με τη χρήση ραδιενεργών ισωτόπων, φθοριζουσών ουσιών, κτλ. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι η χρήση ραδιενεργού φωσφόρου  $^{32}\text{P}$  στα νουκλεοτίδια για την ιχνηθέτηση του DNA.

Ε. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο.

2. Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών κυττάρων έχει μεγαλύτερο μήκος από αυτό των προκαρυωτικών. Το συνολικό DNA που υπάρχει σε κάθε ευκαρυωτικό κύτταρο δεν είναι ένα ενιαίο μόριο, αλλά αποτελείται από πολλά γραμμικά μόρια, ο αριθμός και το μήκος των οποίων είναι χαρακτηριστικά για τα διάφορα είδη των οργανισμών. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Το συνολικό DNA σε κάθε διπλοειδές κύτταρο του ανθρώπου έχει μήκος περίπου 2 m και συσπειρώνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε να χωράει στον πυρήνα, που έχει διάμετρο δέκα εκατομμυριοστά του μέτρου!

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους

Το μιτοχονδριακό DNA στους περισσότερους οργανισμούς είναι κυκλικό μόριο. Κάθε μιτοχόνδριο περιέχει δύο έως δέκα αντίγραφα του κυκλικού μορίου DNA. Σε ορισμένα όμως κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό. Το DNA των χλωροπλαστών είναι κυκλικό μόριο και έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το μιτοχονδριακό DNA.

3. Το 1928 ο Griffith χρησιμοποίησε δύο στελέχη του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος (*Diplococcus pneumoniae*), τα οποία ξεχωρίζουν μορφολογικά, όταν καλλιεργηθούν σε θρεπτικό υλικό, λόγω της παρουσίας ή μη ενός προστατευτικού καλύμματος. Το στέλεχος που είχε κάλυμμα σχημάτιζε "λείες" αποικίες και ήταν παθογόνο, δηλαδή σκότωνε τα ποντίκια που μόλυνε, ενώ εκείνο που δεν είχε κάλυμμα σχημάτιζε "αδρές" αποικίες και δεν ήταν παθογόνο. Ο Griffith χρησιμοποίησε υψηλή θερμοκρασία, για να σκοτώσει τα λεία βακτήρια και με αυτά μόλυνε ποντικούς, οι οποίοι παρέμεναν ζωντανοί. Όταν όμως ανέμιξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά και με το μείγμα μόλυνε ποντικούς, τότε αυτοί πέθαναν. Στο αίμα των νεκρών ποντικών βρέθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια. Ο Griffith συμπέρανε ότι μερικά αδρά βακτήρια "μετασχηματίστηκαν" σε λεία παθογόνα ύστερα από αλληλεπίδραση με τα νεκρά λεία βακτήρια, αλλά δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό

Τα πειράματα του Griffith έδειξαν ότι ένας "ειδικός παράγοντας" που υπάρχει στα παθογόνα βακτήρια μετασχηματίζει τα μη παθογόνα σε παθογόνα ακόμη και αν τα παθογόνα βακτήρια έχουν σκοτωθεί λόγω θέρμανσης

### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

1.α. Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια δομούν το DNA ενώ το ριβονουκλεοτίδια το RNA.

β. Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια αποτελούνται από δεοξυριβόζη ενώ τα ριβονουκλεοτίδια τη ριβόζη. Η δεοξυριβόζη ο 2' C συνδέεται μόνο με 2 υδρογόνα ενώ στη ριβόζη συνδέεται με υδρογόνο και υδροξύλιο.

γ. Στα δεοξυριβονουκλεοτίδια συναντάμε την αζωτούχο βάση θυμίνη ενώ στα ριβονουκλεοτίδια την αζωτούχο βάση ουρακίλη.

2.α. Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Επομένως ισχύει  $A=T=Zεύγη$   $A-T=\chi$  και  $G=C=Zεύγη$   $G-C=\gamma$ .

Σε ένα κυκλικό μόριο DNA, κάθε νουκλεοτίδιο συνδέεται με το προηγούμενο και το επόμενο με 3'5' Φωσφοδιεστερικό δεσμό. Συνεπώς, δεν υπάρχουν ελεύθερες υδροξυλομάδες και φωσφορικές ομάδες και ισχύει  $\Phi\Delta=N\omicron\lambda$

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Συνεπώς, το πρώτο νουκλεοτίδιο με το τελευταίο δεν ενώνονται με 3'5' ΦΔ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για μονόκλωνο γραμμικό ισχύει  $\Phi\Delta=N\omicron\lambda-1$  και για δίκλωνο γραμμικό ισχύει  $\Phi\Delta=N\omicron\lambda-2$

Προσθέτοντας τον αριθμό των νουκλεοτιδίων για κάθε δείγμα και συγκρίνοντάς το με τον αριθμό 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό παρατηρούμε τα εξής:

1<sup>ο</sup> Δείγμα. Ισχύει  $A=T$  και  $G=C$  και ότι  $\Phi\Delta=N\omicron\lambda$ . Συνεπώς, πρόκειται για δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA. Άρα προέρχεται από: ορισμένους ιούς, βακτήριο μιτοχόνδριο ή χλωροπλάστη.

2ο. Ισχύει A=T και G=C και ότι ΦΔ=Νολ-2. Συνεπώς, πρόκειται για δίκλωνο γραμμικό μόριο DNA. Μπορεί να προέρχεται από ορισμένους ιούς, πυρηνικό DNA ανώτερου ευκαρυωτικού κυττάρου και μιτοχονδριακό DNA κατώτερων πρωτοζώων.

3ο Δείγμα: Ισχύει G≠C. Επιπλέον, ισχύει ΦΔ=Νολ, οπότε πρόκειται για μονόκλωνο κυκλικό μόριο DNA. Συναντάται σε ορισμένους ιούς.

4<sup>ο</sup> Δείγμα: Ισχύει A≠T και G≠C και ΦΔ=Νολ -1. Συνεπώς πρόκειται για μονόκλωνο γραμμικό μόριο DNA. Συναντάται σε ορισμένους ιούς.

2. β. Οι δεσμοί υδρογόνου σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή δίκλωνου μορίου DNA. Μεταξύ A-T αναπτύσσονται 2 δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ G-C τρεις δεσμοί. Συνεπώς ισχύει ΔΥ=2\* ζεύγη A-T + 3 \* ζεύγη G-C= 2\*Χ + 2\*Υ

Το πρώτο μόριο έχει 2\*1500 + 3\* 1303 = 3000+ 3909=6909 δεσμοί υδρογόνου

Το δεύτερο μόριο έχει 2\* 11800 + 3 \* 12710 = 61730 δεσμοί υδρογόνου.

Άρα το δεύτερο μόριο έχει σταθερότερη δευτεροταγή δομή.

3. Παρατηρούμε πώς το πρώτο κύτταρο έχει τη μισή ποσότητα DNA σε σχέση με το δεύτερο. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο, όπως είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα και οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών, ονομάζονται **απλοειδή**. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα, όπως είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, ονομάζονται **διπλοειδή**. Με το τέλος της αντιγραφής κάθε μόριο DNA έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε μορίου συνδέονται μεταξύ τους με μία δομή που ονομάζεται **κεντρομερίδιο**.

Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

A. Απλοειδής γαμέτης ανώτερου ευκαρυωτικού οργανισμού και διπλοειδές σωματικό κύτταρο του ίδιου οργανισμού πριν την αντιγραφή.

B. Σωματικό κύτταρο πριν την αντιγραφή και σωματικό κύτταρο μετά την αντιγραφή

#### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

A.

1. Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα.

Συνεπώς, ισχύει A<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>=A<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>=G<sub>2</sub>

Επιπλέον, T<sub>1</sub>=100-A<sub>1</sub>-G<sub>1</sub>-C<sub>1</sub>=20%.

Κάθε κλώνος αποτελείται από 1000 βάσεις

Συνεπώς, ισχύει:

$$T_2 = A_1 = 25/100 * 1000 = 250$$

$$A_2 = T_1 = 20/100 * 1000 = 200$$

$$G_2 = C_1 = 25/100 * 1000 = 250$$

$$C_2 = G_1 = 30/100 * 1000 = 300$$

$$\%A = (A_1 + A_2) / 2000 * 100 = 22.5\% = \%T$$

$$\%G = (G_1 + G_2) / 2000 * 100 = 27.5\% = \%C$$

2. Οι δεσμοί υδρογόνου σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή δίκλωνου μορίου DNA. Μεταξύ A-T αναπτύσσονται 2 δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ G-C τρεις δεσμοί.

$$\Delta Y = 2X + 3Y = 900 + 1650 = 2550 \text{ δεσμοί υδρογόνου}$$

3.

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του

Συνεπώς, το πρώτο νουκλεοτίδιο με το τελευταίο δεν ενώνονται με 3'5' ΦΔ .

Συνεπώς, για δίκλωνο γραμμικό μόριο DNA ισχύει  $\Phi\Delta = \text{Νολ} - 2$

$\Phi\Delta = \text{Νολ} - 2 = 2000 - 2 = 1998$

	Ινίδια χρωματίνης	Χρωμοσώματα	Αδελφές Χρωματίδες	Μόρια DNA
Σωματικό κύτταρο αρχή μεσόφασης	38	38	0	38
Σωματικό κύτταρο μεσόφαση μετά την αντιγραφή	76	38	76	76
Σωματικό στη μετάφαση		38	76	76
Γαμέτης	19	0	0	19