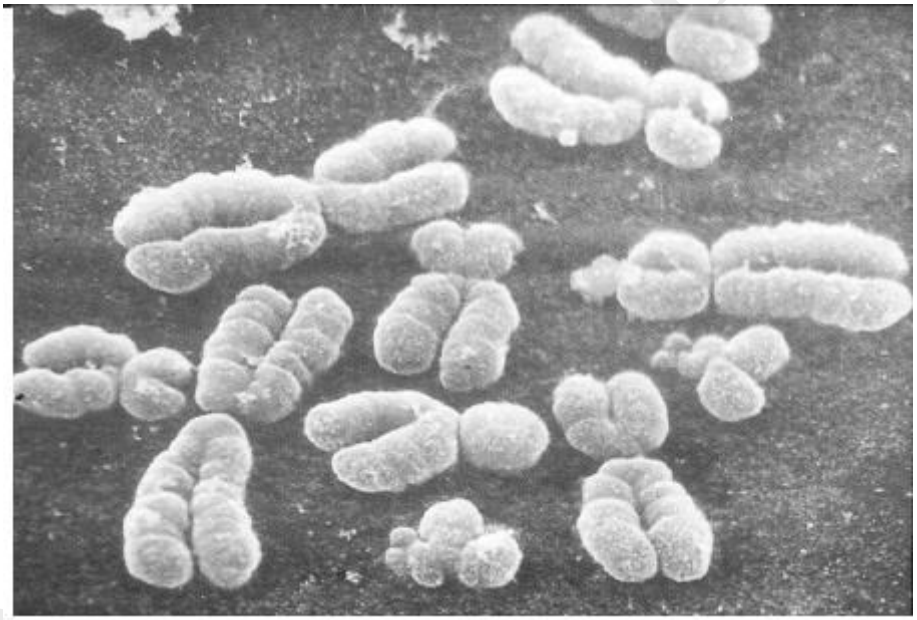
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

1^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ
ΤΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



5ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

Καθηγητής : Γ. Δαράκης

5ο ΙΛΙΟΥ

1. ΤΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το DNA είναι το γενετικό υλικό

- *Να περιγράψετε το πείραμα του Griffith*

Ο Griffith ασχολήθηκε με δύο στελέχη[1] του πνευμονόκοκκου (του βακτηρίου[2] *Diplococcus pneumoniae*) που είχαν τις ακόλουθες ιδιότητες:

Στέλεχος S:	έχει προστατευτικό κάλυμμα	σχηματίζει λείες αποικίες[3]	είναι παθογόνο
Στέλεχος R:	δεν έχει προστατευτικό κάλυμμα	σχηματίζει αδρές αποικίες	δεν είναι παθογόνο

(Στο πρώτο μορφολογικό του γνώρισμα, δηλ. την ύπαρξη ή μη προστατευτικού καλύμματος, οφείλονται και οι υπόλοιπες ιδιότητες)

Τα πειράματα που πραγματοποίησε ήταν τα ακόλουθα:

α/α	*Περιεχόμενο ένεσης*		*Επιβίωση ποντικών*
1	ζωντανά βακτήρια S	*ένεση σε ποντικούς*	ΟΧΙ
2	ζωντανά βακτήρια R		ΝΑΙ
3	βακτήρια S που προηγουμένως θανατώθηκαν με θέρμανση		ΝΑΙ
4	βακτήρια S που προηγουμένως θανατώθηκαν με θέρμανση + ζωντανά βακτήρια R		ΟΧΙ

- *Ποια είναι τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε ο Griffith μετά από τα παραπάνω πειράματα;*

Στην τελευταία περίπτωση των παραπάνω πειραμάτων (Νο 4) ο Griffith συμπέρανε ότι μερικά αδρά (μη παθογόνα) βακτήρια ύστερα από αλληλεπίδραση με υλικά των νεκρών λείων (παθογόνων) βακτηρίων μετασχηματίστηκαν σε λεία (παθογόνα) βακτήρια.

Σημείωση: στην πραγματικότητα αυτό που έγινε ήταν η μεταφορά γενετικού υλικού των νεκρών βακτηρίων στα ζωντανά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «βακτηριακή μεταμόρφωση».

- *Ποια είναι τα δεδομένα που μαζί με τα συμπεράσματα των πειραμάτων των Avery, McLeod και McCarty υποστηρίζουν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό;*

α. Η ποσότητα του DNA είναι σταθερή σε κάθε οργανισμό.

β. Το DNA των κυττάρων ενός ατόμου ενός πολυκύτταρου οργανισμού είναι ποσοτικά και ποιοτικά το ίδιο, ανεξάρτητα από ποιον ιστό προέρχονται τα κύτταρα.

---

[1] **βακτηριακό στέλεχος:** βακτήρια που πολλαπλασιάζονται επιλεκτικά και τα οποία φέρουν ένα χαρακτηριστικό που τα διακρίνει από τα υπόλοιπα βακτήρια του είδους τους.

[2] **βακτήριο:** προκαρυωτικός μικροοργανισμός του βασιλείου των *Μονήρων*. Τα βακτηριακά κύτταρα δεν έχουν σχηματισμένο πυρήνα και αποτελούν τα μικρότερα κύτταρα.

[3] **αποικία:** σύνολο από μικροοργανισμούς (βακτήρια, μύκητες, κλπ) που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό.

θρεπτικό υλικό: παρασκεύασμα θρεπτικών ουσιών για την καλλιέργεια μικροοργανισμών ή μικρών πολυκύτταρων ζώων.

ΣΟ ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΟΝ

γ. Οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα.

δ. Οι ανώτεροι οργανισμοί έχουν συνήθως περισσότερο DNA από τους κατώτερους οργανισμούς.

- *Να περιγράψετε τα πειράματα των Avery, Mac-Leod και McCarty και να τα συγκρίνετε μ' αυτά του Griffith.*

Οι Avery, Mc Leod και Mc Carty επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith χρησιμοποιώντας τα δύο στελέχη του βακτηρίου *Diplococcus pneumoniae*. Οι διαφορές ήταν οι εξής:

1) Ο Griffith έκανε τα πειράματά του *in vivo* [4], ενώ οι Avery, Mac-Leod και McCarty *in vitro* [5].

2) Οι Avery, Mac-Leod και McCarty διαχώρισαν τα συστατικά των νεκρών παθογόνων βακτηρίων (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, DNA, RNA, λιπίδια κλπ) με φυσικοχημικές μεθόδους (που ήδη είχαν αναπτυχθεί την δεκαετία του 1940) και στην συνέχεια έλεγξαν ποιο από τα παραπάνω συστατικά είχε την ικανότητα του μετασχηματισμού των βακτηρίων.

- *Να περιγράψετε τα πειράματα των Hershey και Chase.*

Οι ερευνητές ασχολήθηκαν με τους φάγους T_2 , οι οποίοι είναι ιοί που εισέρχονται στο βακτήριο και είτε αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται άμεσα, οπότε προκαλείται λύση του βακτηριακού κυττάρου, είτε το DNA τους ενσωματώνεται στο DNA του βακτηρίου και παραμένει ανενεργό μέχρις ότου κάποτε προκληθεί λύση του βακτηριακού κυττάρου (*βλέπε επίσης ερώτηση σχετική με τη μεταφορά γενετικού υλικού στους προκαρυωτικούς οργανισμούς*).

Ιχνηθέτησαν[6] τους ιούς με: α) ^{32}P που ενσωματώνεται μόνο στο DNA και, β) ^{35}S που ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες. Στη συνέχεια μόλυναν βακτήρια με τις δύο κατηγορίες ιών. Βρέθηκε ότι μόνο τα βακτήρια που είχαν μολυνθεί με ιούς ιχνηθετημένους με ^{32}P, είχαν ραδιενέργεια. Έτσι, τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι μόνο το DNA των ιών εισέρχεται στο βακτήριο και είναι ικανό να δώσει τις απαραίτητες εντολές για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

- *Πως γίνεται η μεταφορά γενετικού υλικού στους προκαρυωτικούς οργανισμούς;*

Υπάρχουν τρεις τρόποι

1) Βακτηριακός Μετασχηματισμός

2) Βακτηριακή Σύζευξη (*ο όρος δεν υπάρχει στο βιβλίο*)

3) Μεταβίβαση μέσω ιών

---

[4] ***in vivo***: όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας κατά την οποία οι κυτταρικές δομές παραμένουν άθικτες, δηλ. πραγματοποιείται μέσα σε ένα ζωντανό οργανισμό.

[5] ***in vitro***: (δηλ. στο γυαλί), όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας στην οποία χρησιμοποιούνται συστατικά του κυττάρου (ένζυμα, απομονωμένα κυτταρικά οργανίδια, διάφορα χημικά μόρια-συστατικά του κυττάρου κλπ) χωρίς να υπάρχει κυτταρική δομή. Η βιολογική διαδικασία αυτή γίνεται στο δοκιμαστικό σωλήνα.

[6] **Ιχνηθέτηση:** είναι η σήμανση των χημικών μορίων με ένα άτομο που είναι ραδιενεργό ισότοπο (π.χ. ^{3}H, ^{14}C, ^{32}P, ^{35}S, κ.α.). Με αυτόν τον τρόπο είτε παρακολουθείται η πορεία του χημικού μορίου μέσα στο κύτταρο ή ένα ζωντανό οργανισμό, είτε με ποιον τρόπο μεταβολίζεται.

50ΑΥΚΕΙΟ ΛΙΟΥ

1) Βακτηριακός Μετασχηματισμός: Μεταφέρεται γενετικό υλικό (DNA) μέσα σε βακτήρια. Είναι το φαινόμενο που παρατηρήθηκε στο πείραμα του Griffith και των Avery, Mac-Leod & McCarty. Αφορά κομμάτι ή κομμάτια DNA[7] που εισέρχονται μόνα τους στο βακτήριο.

2) Βακτηριακή Σύζευξη: Ανταλλαγή γενετικού υλικού μεταξύ βακτηρίων. Γι' αυτή τη διαδικασία είναι υπεύθυνα γονίδια σχετικά με τη μεταφορά γενετικού υλικού μεταξύ βακτηρίων[8]. Μπορεί να μεταφερθεί:

α) το πλασμίδιο ή μέρος του ή

β) μέρος ή ολόκληρο το μόριο του DNA του βακτηρίου στο οποίο έχει ενσωματωθεί μέρος ή ολόκληρο το πλασμίδιο.

3) Μεταβίβαση μέσω ιών: Περιγράφεται στο πείραμα των Hershey και Chase. Μετά την λύση ενός βακτηριακού κυττάρου από ιούς (φάγους), οι ιοί μπορεί να έχουν ενσωματώσει στο DNA τους και τμήματα DNA του βακτηρίου το οποίο είχαν μολύνει. Έτσι, κατά είσοδο αυτών των ιών σε άλλα βακτήρια, ενσωματώνονται τμήματα DNA του προηγούμενου βακτηρίου στο νέο. (*)

Το DNA των ιών χρησιμοποιείται ως φορέας κλωνοποίησης. (*Βλέπε στο 4ο Κεφάλαιο: Τεχνικές ανασυνδυασμένου DNA).*

Νουκλεϊκά οξέα

- *Ποια είναι τα νουκλεϊκά οξέα*;

Το DNA (δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ) και το RNA (ριβονουκλεϊκό οξύ).

- *Ποιοι είναι οι δομικοί λίθοι (μονομερείς ενώσεις) των νουκλεϊκών οξέων και πώς συνδέονται μεταξύ τους;*

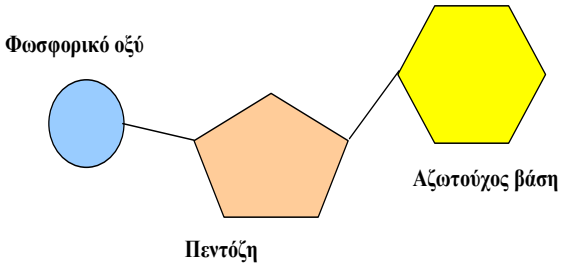
Τα νουκλεοτίδια που συνδέονται μεταξύ τους με φωσφοδιεστερικό δεσμό.

- *Ποιες είναι οι γενικές κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα νουκλεοτίδια;*

Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια και τα ριβονουκλεοτίδια. Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια είναι τα νουκλεοτίδια από τα οποία αποτελείται το DNA, ενώ τα ριβονουκλεοτίδια είναι τα μονομερή του RNA.

- *Ποια είναι γενικά η δομή των νουκλεοτιδίων;*

Το νουκλεοτίδιο αποτελείται από: ένα μόριο πεντόζης (δηλ. σάκχαρο με 5 άτομα C) +ένα μόριο αζωτούχου βάσης + ένα ως τρία μόρια φωσφορικού οξέος.



Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση νουκλεοτιδίου

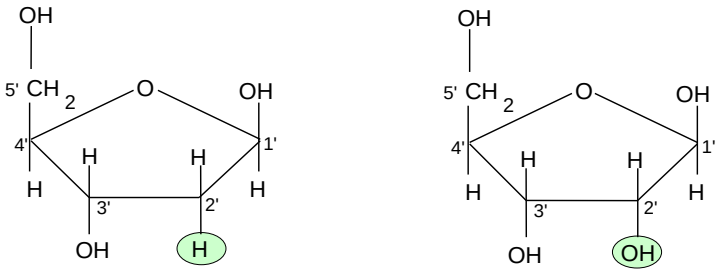
[7] Ένα μικρό κομμάτι του DNA (συνήθως περίπου 1/200 του συνολικού μορίου) προσκολλάται στα κυτταρικά τοιχώματα του βακτηρίου και κατόπιν εισέρχεται στο βακτήριο. Το DNA του βακτηρίου σπάζει σε 2 σημεία και γίνεται αντικατάσταση με το ξένο DNA. Η πιθανότητα να συμβεί βακτηριακός μετασχηματισμός με αυτόν τον τρόπο είναι περίπου 1%.

[8] Η μεταφορά τμήματος του DNA γίνεται πρώτα με το πλασμίδιο από ένα «αρσενικό» κύτταρο δότη σε ένα «θηλυκό» κύτταρο δέκτη. Για το αν ένα βακτήριο είναι δότης ή όχι εξαρτάται από τον παράγοντα F (ειδικά γονίδια) στο πλασμίδιο.

50ΑΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

- *Ποια είναι τα είδη πεντοζών που υπάρχουν στα νουκλεοτίδια;*

Είναι τα εξής δύο: δεοξυριβόζη και ριβόζη. Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια αποτελούνται αποκλειστικά από δεοξυριβόζη (ή δεσοξυριβοζη), ενώ τα ριβονουκλεοτίδια αποτελούνται αποκλειστικά από ριβόζη.



Σχήμα 2: Είδη πεντοζών

- *Ποιές είναι οι δομικές διαφορές μεταξύ των δεοξυριβοζών και των ριβοζών;*

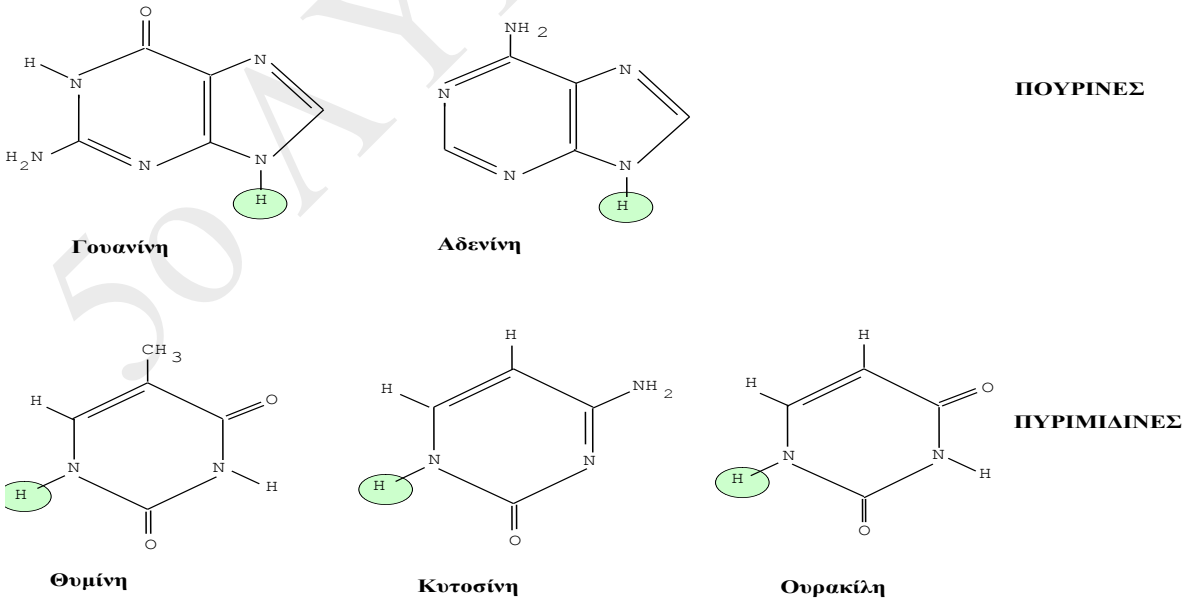
Υπάρχει μία μόνο διαφορά μεταξύ τους. Στη δεοξυριβόζη (ή δεσοξυριβοζη) το 2ο (δεύτερο) άτομο C είναι ενωμένο με υδρογόνο (H), ενώ στη ριβόζη το ίδιο άτομο C είναι ενωμένο με υδροξύλιο (-OH).

Σαν 1ο (πρώτο) άτομο C θεωρείται εκείνο που ενώνεται με το N του δακτυλίου της βάσης.

- *Ποιά είναι τα είδη αζωτούχων βάσεων που υπάρχουν στα νουκλεοτίδια;*

Είναι τα εξής πέντε: η Αδενίνη (A), η Γουανίνη (G), η Κυτοσίνη (C), η Θυμίνη (T) και η Ουρακίλη (U).

Από αυτά στα δεοξυριβονουκλεοτίδια υπάρχουν τέσσερα είδη: η A (Αδενίνη), η G (Γουανίνη), η C (Κυτοσίνη) και η T (Θυμίνη), ενώ στα ριβονουκλεοτίδια υπάρχουν επίσης τέσσερα είδη: A (Αδενίνη), η G (Γουανίνη), η C (Κυτοσίνη) και η U (Ουρακίλη).



Σχήμα 3: Αζωτούχες βάσεις

5ο ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΙΟΥ

⊕ Ποιες είναι οι δομικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών των αζωτούχων βάσεων;

Οι αζωτούχες βάσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: 1) την Αδενίνη (A) και την Γουανίνη (G) που αποτελούνται από δύο ετεροκυκλικούς δακτύλιους, ένα εξαμελή (πυριμιδινικό) και ένα πενταμέλη (ιμιδαζολικό), που περιέχουν συνολικά τέσσερα άτομα N (αζώτου) και, 2) την Κυτοσίνη (C), Θυμίνη (T) και Ουρακίλη (U) που αποτελούνται από ένα εξαμελή ετεροκυκλικό δακτύλιο (πυριμιδινικό) που περιέχει δύο άτομα N (αζώτου).

- *Πόσα είδη δεοξυριβονουκλεοτιδίων και των ριβονουκλεοτιδίων υπάρχουν;*

Επειδή υπάρχει ένα μόνο μόριο βάσης σε κάθε μόριο του νουκλεοτιδίου και τέσσερα είδη βάσεων για κάθε κατηγορία νουκλεοτιδίων, υπάρχουν τέσσερα είδη δεοξυριβονουκλεοτιδίων και τέσσερα είδη ριβονουκλεοτιδίων.

- *Ποιοι είναι οι δεσμοί που υπάρχουν μεταξύ των συστατικών μορίων του νουκλεοτιδίου;*

Είναι <u>ομοιοπολικοί δεσμοί</u>, οι οποίοι είναι πολύ ισχυροί. Πιο αναλυτικά έχουμε:

Το μόριο αζωτούχου βάσης ενώνεται με το μόριο πεντόζης με ομοιοπολικό δεσμό,

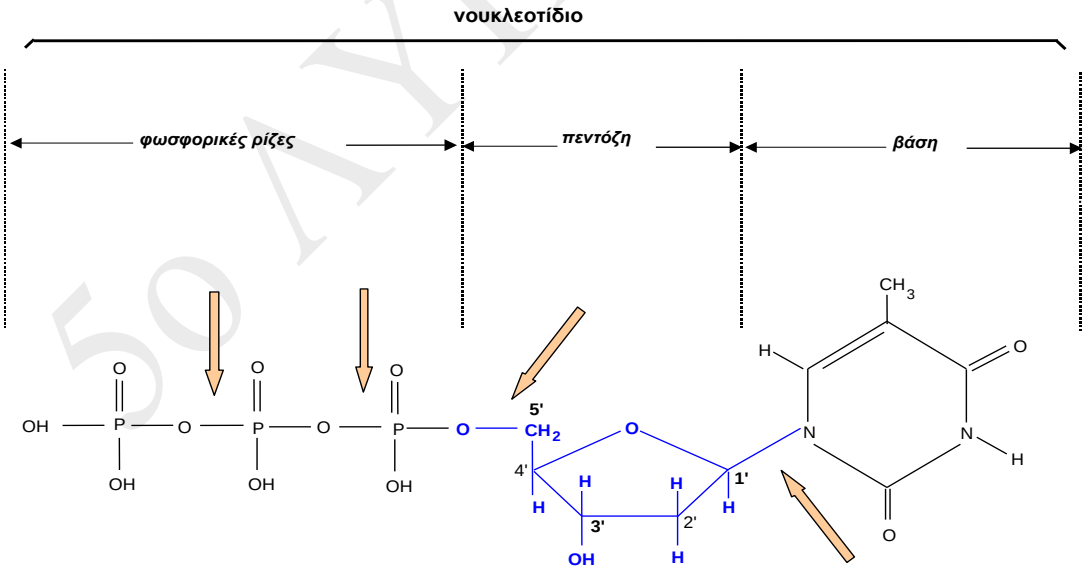
Ειδικότερα, ο δεσμός αυτός λέγεται γλυκοζιτικός.

2) το μόριο πεντόζης ενώνεται με το πρώτο μόριο φωσφορικού οξέος με ομοιοπολικό δεσμό,

Ειδικότερα, ο δεσμός αυτός λέγεται εστερικός.

3) το πρώτο μόριο φωσφορικού οξέος με το δεύτερο μόριο φωσφορικού οξέος, όπως και το δεύτερο μόριο φωσφορικού οξέος με το τρίτο μόριο, ενώνονται με ομοιοπολικούς δεσμούς.

Ειδικότερα, οι δεσμοί αυτοί λέγονται πυροφωσφορικοί δεσμοί.



Σχήμα 4: Νουκλεοτίδιο με τρεις φωσφορικές ομάδες

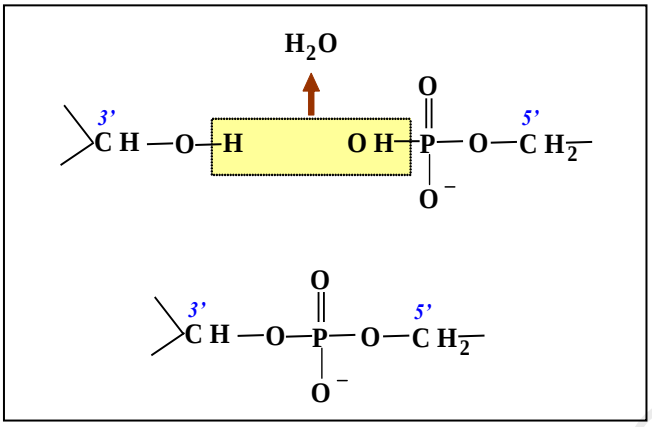
59 ΛΥΚΕΙΟ ΙΑΙΟΥ

- *Ποιες είναι οι δομικές διαφορές μεταξύ των δεοξυριβονουκλεοτιδίων και των ριβονουκλεοτιδίων;*

Οι διαφορές τους είναι δύο:

1) στα δεοξυριβονουκλεοτίδια η πεντόζη είναι δεοξυριβόζη, ενώ στα ριβονουκλεοτίδια είναι η ριβόζη,

2) στα δεοξυριβονουκλεοτίδια οι αζωτούχες βάσεις είναι: ή C (κυτοσίνη) ή G (γουανίνη) ή A (αδενίνη) ή T (θυμίνη), ενώ στα ριβονουκλεοτίδια είναι: ή C (κυτοσίνη) ή G (γουανίνη) ή A (αδενίνη) ή U (ουρακίλη). Δηλ. τα δεοξυριβονουκλεοτίδια περιέχουν T (θυμίνη) και όχι U (ουρακίλη), ενώ τα ριβονουκλεοτίδια περιέχουν U (ουρακίλη) και όχι T (θυμίνη).



Σχήμα 5: Φωσφοδιεστερικός δεσμός

- *Τι είναι φωσφοροδιεστερικός δεσμός και πως σχηματίζονται τα πολυνουκλεοτίδια;*

Είναι ο δεσμός μεταξύ του φωσφορικού οξέος του ενός νουκλεοτιδίου και της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Το άτομο H (υδρογόνου) του υδροξυλίου του τρίτου ατόμου C της πεντόζης ενός νουκλεοτιδίου ενώνεται με το υδροξύλιο (-OH) του φωσφορικού οξέος του πέμπτου ατόμου C της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Έτσι, ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.

Παράλληλα με τον σχηματισμό του 3'-5' φωσφοδιεστερικού δεσμού, δηλ. του δεσμού: $>^{3'}CH\text{-}O\text{-}(OH)P(=O)\text{-}O\text{-}^{5'}CH_2\text{-}$ μεταξύ των δύο νουκλεοτιδίων,σχηματίζεται ένα μόριο νερού.

Από τα δύο νουκλεοτίδια προκύπτει ένα δινουκλεοτίδιο, η δε προσθήκη και άλλου νουκλεοτιδίου με τον ίδιο τρόπο δίνει τρινουκλεοτίδιο κ.ο.κ. Έτσι, με αυτό τον τρόπο, σχηματίζονται τελικά αλυσίδες πολυνουκλεοτιδίων.

- *Πόσα είδη πολυνουκλεοτιδικών αλυσίδων με x νουκλεοτίδια μπορούν να δημιουργηθούν με συνδυασμούς των τεσσάρων ειδών αζωτούχων βάσεων;*

Όλες οι δυνατοί συνδυασμοί θα δίνονται από τον τύπο 4^x, όπου x ο συνολικός αριθμός των νουκλεοτιδίων της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας.

- *Πόσα μόρια νερού αποσπώνται ώστε να σχηματιστεί μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που αποτελείται από ν νουκλεοτίδια;(Τα μόρια του νερού που απαιτούνται για τον σχηματισμό των νουκλεοτιδίων να μη υπολογιστούν)*

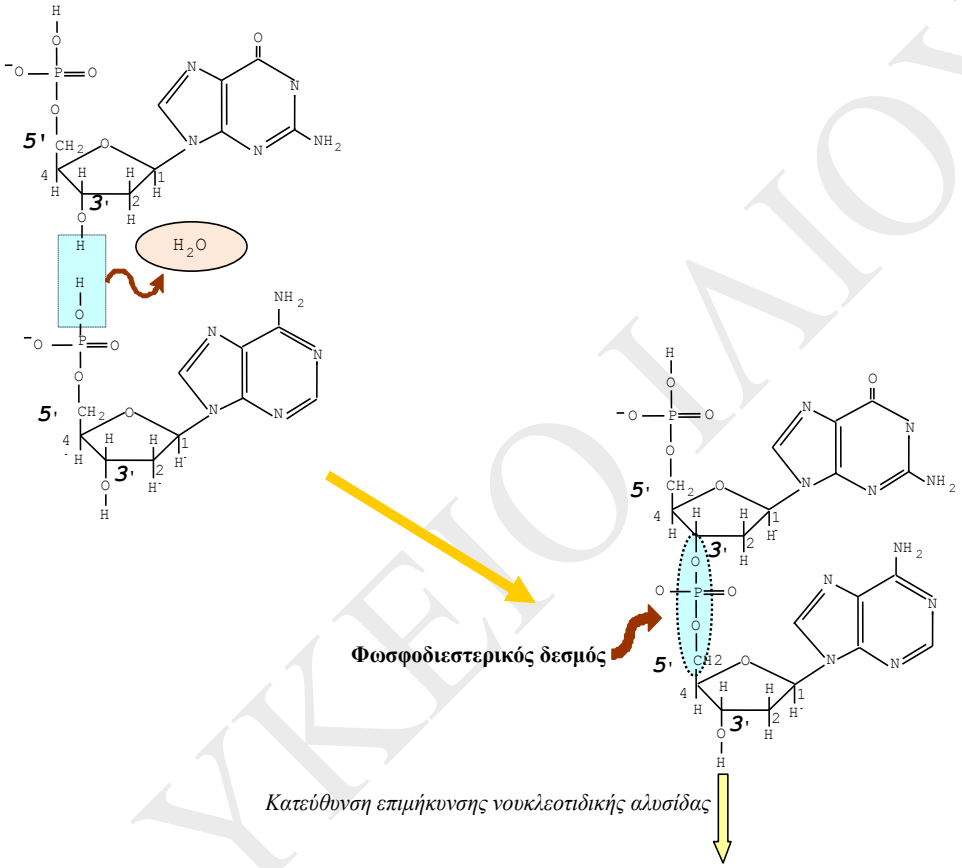
Η αντίδραση συμπύκνωσης κατά την ένωση δύο μονοφωσφορικών νουκλεοτιδίων που ενώνονται με φωσφοδιεστερικό δεσμό, γίνεται με απόσπαση ενός μορίου νερού. Αν στο σχηματιζόμενο δινουκλεοτίδιο προστεθεί ένα ακόμη νουκλεοτίδιο αποσπάται και δεύτερο μόριο νερού.

50 ΛΥΚΕΙΟ ΙΑΙΟΥ

Επομένως για ένα πολυνουκλεοτίδιο, που αποτελείται από *ν* νουκλεοτίδια θα αποσπώνται *ν-1* συνολικά μόρια νερού.

- *Γιατί αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της νουκλεοτιδικής αλυσίδας έχει προσανατολισμό 5' → 3';*

Η μια άκρη της νουκλεοτιδικής αλυσίδας, ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται, έχει μια ελεύθερη φωσφορική ομάδα ενωμένη στο 5° άτομο άνθρακα της δεοξυριβόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και η άλλη ένα ελεύθερο υδροξύλιο στο 3° άτομο άνθρακα της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου.



Σχήμα 6: Δημιουργία φωσφοδιεστερικού δεσμού μεταξύ δύο νουκλεοτιδίων.

Ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA

- *Ποια δεδομένα επέτρεψαν το προσδιορισμό της δομής του DNA στο χώρο;*

Τα δεδομένα που επέτρεψαν το προσδιορισμό της δομής του DNA στο χώρο ήταν:

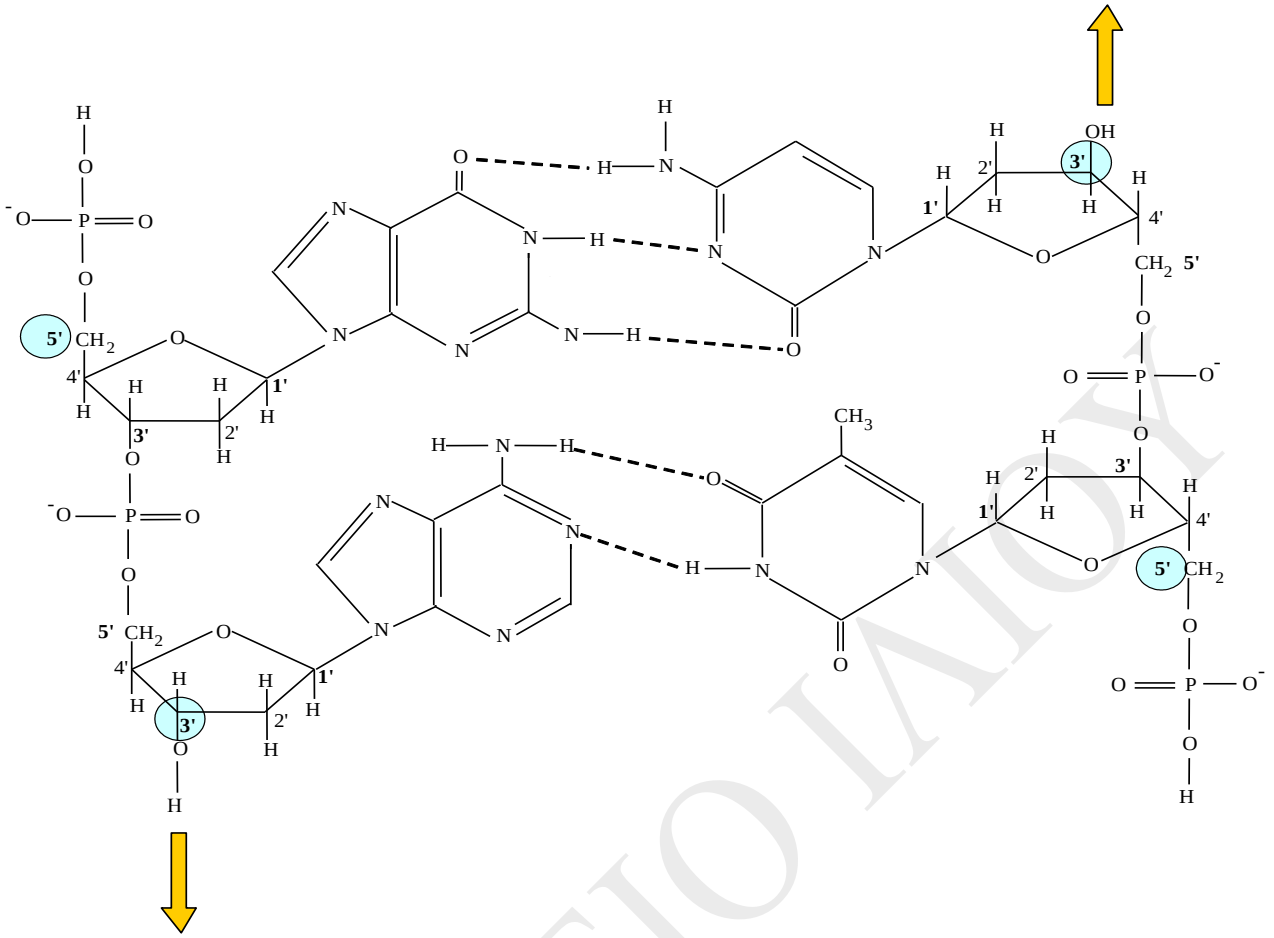
α) Σε κάθε μόριο DNA το πλήθος των Αδενινών ισούται με το πλήθος των Θυμινών και το πλήθος των Γουανινών ισούται με το πλήθος των Κυτοσινών. (δηλ. A=T, G=C).

β) Η αναλογία των αζωτούχων βάσεων (A+T/G+C) διαφοροποιείται σε κάθε είδος οργανισμού και είναι χαρακτηριστική του είδους αυτού.

γ) Η απεικόνιση του μορίου του DNA με τη χρήση ακτίνων Χ.

Έτσι το 1953 οι Watson και Crick διατύπωσαν το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA.

Το ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ



Σχήμα 7: Δομή του DNA.
Κατά την επιμήκυνση της αλυσίδας θα προστεθεί το νέο δεοξυριβονουκλεοτίδιο στο άκρο 3’ κάθε αλυσίδας

- *Ποια είναι τα βασικά στοιχεία του μοντέλου της διπλής έλικας των Watson και Crick;.*

1) Αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες που σχηματίζουν μια δεξιόστροφη διπλή έλικα

2) Ο σκελετός του μορίου αποτελείται από δύο αντιπαράλληλες αλυσίδες. Οι δύο αλυσίδες της διπλής έλικας αποτελούνται από επαναλαμβανόμενα μόρια νουκλεοτιδίων που είναι ενωμένα μεταξύ τους με φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.

3) Ο σκελετός είναι υδρόφιλος, λόγω των φωσφορικών ομάδων, και βρίσκεται στο εξωτερικό του μορίου. Το εσωτερικό του μορίου είναι υδρόφοβο, επειδή εκεί βρίσκονται οι αζωτούχες βάσεις.

4) Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων των απέναντι αλυσίδων είναι υπεύθυνες για την δευτεροταγή δομή του μορίου του DNA. Οι βάσεις ενώνονται μεταξύ τους σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας.

5) Μεταξύ A και T υπάρχουν δύο δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ C και G υπάρχουν τρεις.

6) Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές.

7) Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες δηλ., το 5’ άκρο της μιας είναι απέναντι από το 3’ άκρο της άλλης.

50 ΑΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

- *Τι σημαίνει συμπληρωματικότητα των βάσεων;*

Σημαίνει ότι κάθε μια βάση έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί μόνο με μία από τις υπόλοιπες των νουκλεϊκών οξέων. Έτσι, η συμπληρωματική της Αδενίνης είναι η Θυμίνη, στο DNA, ή η Ουρακίλη στο RNA. Συμπληρωματική της Γουανίνης είναι η Κυτοσίνη.

- *Ποια είναι η δομή του DNA, πώς διατάσσονται οι βάσεις των δύο κλώνων και τι είδους δεσμός υπάρχει μεταξύ των συμπληρωματικών βάσεων*;

Οι πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες του DNA βρίσκονται με την μορφή διπλής αλυσίδας, σύμφωνα με το μοντέλο των Watson και Crick. Απέναντι από κάθε Αδενίνη υπάρχει Θυμίνη και απέναντι από κάθε Κυτοσίνη υπάρχει Γουανίνη. Οι βάσεις Αδενίνη-Θυμίνη (A=T) και Κυτοσίνη-Θυμίνη (C≡G) λέγονται συμπληρωματικές και ενώνονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου. Μεταξύ A και T (ή U στο RNA) υπάρχουν δύο δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ C και G υπάρχουν τρεις.

- *Ποια είναι η σημασία του γεγονότος ότι οι δύο αλυσίδες είναι συμπληρωματικές;*

Σημαίνει ότι το μόριο του DNA μπορεί να αυτοδιπλασιάζεται. Η ιδιότητα αυτή το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας.

DNA και RNA

- *Ποια είναι η δομή του RNA;*

Το RNA είναι μονόκλωνο μόριο, το οποίο μπορεί να αναδιπλωθεί στο χώρο και να σχηματίσει δίκλωνες περιοχές, από ένωση συμπληρωματικών βάσεων (αδενίνη-ουρακίλη και γουανίνη-κυτοσίνη) με δεσμούς υδρογόνου.

- *Ποιες σχέσεις υπάρχουν μεταξύ του αριθμού βάσεων στο μόρια του DNA;*

1) αριθμός βάσεων = αριθμός νουκλεοτιδίων = αριθμός δεοξυριβοζών

2) *Αρ*. A/ μόριο = *Αρ*. T/ μόριο

και *Αρ*. C/ μόριο = *Αρ*. G/ μόριο

αλλά και A% / μόριο =T% / μόριο

C% / μόριο = G% / μόριο

Τα παραπάνω ισχύουν μόνο στο δίκλωνο DNA. Σ' αυτές τις σχέσεις βασιζόμαστε για να βρούμε αν ένα μόριο είναι δίκλωνο (δηλ με συμπληρωματικές βάσεις) ή μονόκλωνο.

Για το δίκλωνο RNA ισχύουν τα παραπάνω, αν αντί T υπάρχει U.

5ο ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΙΟΥ

- *Ποιες είναι οι διαφορές των DNA και RNA ;*

	DNA	RNA
α	Το DNA αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες, τους κλώνους, που σχηματίζουν διπλή έλικα.	Το RNA συνήθως μονόκλωνο.
β	Το DNA αποτελείται από νουκλεοτίδια που περιέχουν την δεοξυριβόζη (δεοξυριβονουκλεοτίδια)	Το RNA αποτελείται από νουκλεοτίδια που περιέχουν ριβόζη (ριβονουκλεοτίδια).
γ	Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων του DNA είναι η αδενίνη, η γουανίνη, η κυτοσίνη και η θυμίνη με σταθερή αναλογία μεταξύ των βάσεων $\frac{A}{T}=\frac{G}{C}=1:1$	Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων του RNA είναι η αδενίνη, η γουανίνη, η κυτοσίνη και η ουρακίλη. Μεταξύ των βάσεων δεν υπάρχει σταθερή αναλογία.
δ	Το DNA είναι το γενετικό υλικό του κυττάρου και ο ρόλος του είναι να μεταφέρει τις γενετικές πληροφορίες και να τις μεταβιβάζει από γενιά σε γενιά, καθώς επίσης να ελέγχει την κυτταρική δραστηριότητα και να επιτρέπει τη δημιουργία γενετικής ποικιλομορφίας Η αναλογία των βάσεων $\frac{A+T}{G+C}$ διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού	**Το RNA υπάρχει σε τέσσερις τύπους.** • Το αγγελιοφόρο m-RNA, που μεταφέρει τη γενετική πληροφορία στα ριβοσώματα. • Το μεταφορικό t-RNA, που μεταφέρει τα αμινοξέα στα ριβοσώματα. • Το ριβοσωμικό r-RNA, που αποτελεί δομικό συστατικό των ριβοσωμάτων και • Το μικρό πυρηνικό Sn-RNA Τέλος, το RNA μπορεί να αποτελεί το γενετικό υλικό ορισμένων ιών.
ε	Το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων βρίσκεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και τους χλωροπλάστες.	Το RNA βρίσκεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια, στους χλωροπλάστες και το κυτταρόπλασμα.
στ	Γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσοτέρων ιών	Ανάλογα με τη μορφή του και οι λειτουργίες του.
ζ	Κατά κανόνα (με εξαίρεση τους γαμέτες) έχει σταθερή ποσότητα σε όλα τα κύτταρα	Έχει διαφορετική ποσότητα σε κάθε τύπο κυττάρου ανάλογα με τη λειτουργική του διαφοροποίηση

Το γενετικό υλικό των οργανισμών

- *Ποιο είναι το γενετικό υλικό των οργανισμών;*

Όλοι οι οργανισμοί που έχουν κύτταρα έχουν ως γενετικό υλικό DNA.

Οι ιοί (μη κυτταρικές μορφές) έχουν ως γενετικό υλικό ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος: DNA ή RNA. Το DNA ή το RNA τους μπορεί να είναι μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό (το RNA είναι συνήθως γραμμικό).

- *Ποιες είναι συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού;*

Οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι οι εξής:

α) Η αποθήκευση των γενετικών πληροφοριών οι οποίες καθορίζουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού. Οι γενετικές πληροφορίες είναι οργανωμένες σε λειτουργικές μονάδες τα γονίδια.

β) Η διατήρηση και η μεταβίβαση των γενετικών πληροφοριών από κύτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό, χάρη στην ικανότητα αυτοδιπλασιασμού του.

50 ΑΥΚΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

γ) Η έκφραση των γενετικών πληροφοριών εξασκώντας έλεγχο στην σύνθεση των πρωτεϊνών.

- *Τι είναι γονίδιο*

1. Το γονίδιο είναι λειτουργική μονάδα κληρονομικότητας υπεύθυνη για την έκφραση ενός χαρακτηριστικού, το οποίο βρίσκεται στο γενετικό υλικό και μεταφέρεται από τους γονείς στους απογόνους.

2. Τα γονίδια είναι τμήματα DNA με καθορισμένη ακολουθία δεοξυριβονουκλεοτιδίων που μεταγράφονται.

- *Τι είναι το γονιδίωμα ενός κυττάρου;*

Γονιδίωμα ενός κυττάρου ονομάζεται το γενετικό υλικό του κυττάρου. Συνήθως όμως με τον όρο γονιδίωμα, σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο, εννοείται μόνο το γενετικό υλικό του πυρήνα και όχι των μιτοχονδρίων ή των χλωροπλαστών.

- *Ποια κύτταρα ονομάζονται απλοειδή;*

Απλοειδή είναι τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σ' ένα μόνο αντίγραφο.

Επομένως, στα απλοειδή κύτταρα υπάρχει ένα μόνο γονίδιο για κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα του οργανισμού.

- *Ποια κύτταρα ονομάζονται διπλοειδή;*

Διπλοειδή είναι τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα

Επομένως, στα διπλοειδή κύτταρα υπάρχουν δύο γονίδια για κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα του οργανισμού.

- *Ποια κύτταρα είναι απλοειδή;*

Απλοειδή κύτταρα είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα και οι γαμέτες των περισσότερων ευκαρυωτικών οργανισμών.

- *Ποια κύτταρα είναι διπλοειδή;*

Διπλοειδή κύτταρα είναι τα σωματικά κύτταρα των περισσότερων ευκαρυωτικών οργανισμών.

- *Πως περιγράφεται το μήκος ενός νουκλεϊκού οξέος;*

Για την περιγραφή του μήκους ή της αλληλουχίας ενός νουκλεϊκού οξέος χρησιμοποιείται ο όρος «αριθμός ή αλληλουχία βάσεων» αντίστοιχα. Και αυτό επειδή κάθε νουκλεοτίδιο φέρει μόνο μια αζωτούχο βάση που είναι το μόνο στο οποίο μπορεί να διαφέρει ένα νουκλεοτίδιο από κάποιο άλλο σε ένα κλώνο.

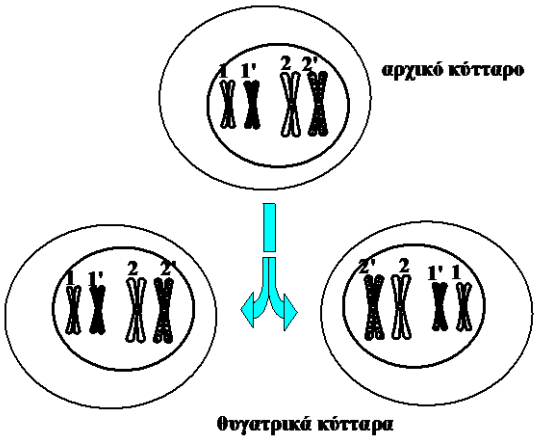
Έτσι αναφέρεται για ένα δίκλωνο μόριο ότι έχει μήκος 2.500 ζεύγη βάσεων, ενώ για ένα μονόκλωνο ότι έχει μήκος 2.500 βάσεις.

50 ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΙΟΥ

Ευκαρυωτικοί οργανισμοί

- *Ποιοι είναι οι τρόποι κυτταρικής διαίρεσης*

  Οι τρόποι κυτταρικής διαίρεσης είναι δύο: η μίτωση και η μείωση.



Σχήμα 8:
Με τη μιτωτική διαίρεση σχηματίζονται δύο νέα θυγατρικά κύτταρα που έχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και το ίδιο γενετικό υλικό με το αρχικό κύτταρο.

- *Ποια τα κυριότερα χαρακτηριστικά της Μίτωσης και Μείωσης*

  Μίτωση: διπλοειδή κύτταρα (2n) δίνουν διπλοειδή κύτταρα, (2n)

  Μείωση: διπλοειδή κύτταρα (2n) δίνουν απλοειδή κύτταρα (n)

- *Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται η μίτωση*

  Η μίτωση γίνεται κατά την αύξηση του οργανισμού και μονογονική αναπαραγωγή κατωτέρων οργανισμών.

- *Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται η μείωση*

  Η μείωση γίνεται στα άωρα γεννητικά κύτταρα οργανισμών που αναπαράγονται εγγενώς.

- *Ποιες είναι οι φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης*

  Οι φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης είναι οι εξής: πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση και τελόφαση.

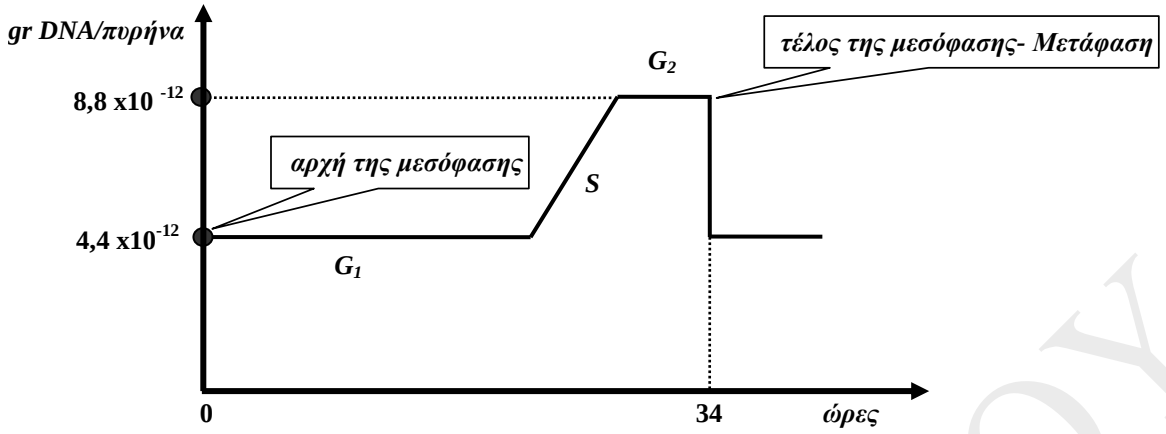
- *Τι είναι η Μεσόφαση*

Μεσόφαση είναι η φάση του κύκλου της ζωής του κυττάρου που μεσολαβεί από το τέλος κάθε κυτταρικής διαίρεσης μέχρι να αρχίσει η πρώτη φάση της επομένης διαιρέσεως. Είναι το στάδιο κατά το οποίο προπαρασκευάζεται το κύτταρο για την μίτωση.

⊕ Πόσο περίπου μέρος του κύκλου της ζωής του κυττάρου καταλαμβάνει η μεσόφαση σε σχέση με τις άλλες φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης ;

Η μεσόφαση καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του κυττάρου, 90-95% του κύκλου της ζωής του κυττάρου, ενώ τα άλλα στάδια μόνο το 5-10%.

ΣΟ ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ



Σχήμα 9:
Ποσότητα DNA ενός πυρήνα ευκαρυωτικού κυττάρου κατά τη διάρκεια του κυτταρικού του κύκλου.

⊕ Τι γίνεται κατά την μεσόφαση

Η μεσόφαση υποδιαιρείται στα στάδια: G_1, S και G_2

1) Κατά το στάδιο G_1 γίνεται αύξηση της κυτταρικής αναπνοής και βιοσύνθεση mRNA, tRNA ριβοσωμάτων και πρωτεϊνών.

2) Κατά το στάδιο S γίνεται ο διπλασιασμός του DNA.

3) Κατά το στάδιο G_2 γίνεται η προετοιμασία του κυττάρου για την διαίρεση.

- *Ποια είναι η μορφή των χρωμοσωμάτων σ' αυτή τη φάση (Μεσόφαση);*

Τα χρωμοσώματα δεν είναι ακόμα διαμορφωμένα και βρίσκονται με τη μορφή του δικτύου ινιδίων χρωματίνης.

⊕ Τι γίνεται σε κάθε φάση της μιτωτικής διαίρεσης

<u>Πρόφαση</u>

1) εξαφανίζονται πυρηνίσκος και πυρηνική μεμβράνη,

2) μορφή χρωμοσωμάτων: αδελφές χρωματίδες και κεντρομερίδιο (συσπειρωμένη μορφή),

3) διαίρεση κεντροσωματίου σε δύο θυγατρικά κεντροσωμάτια που πηγαίνουν στους δύο πόλους του κυττάρου,

4) σχηματισμός ατράκτου από μικροσωληνίσκους.

<u>Μετάφαση</u>

1) μετακίνηση χρωμοσωμάτων προς τον ισημερινό του κυττάρου,

2) τυχαία διάταξη χρωμοσωμάτων στο ισημερινό επίπεδο,

3) αντίθετη έλξη των νηματίων της ατράκτου στα κεντρομερίδια των χρωμοσωμάτων,

4) διαίρεση των κεντρομεριδίων,

5) αρχίζει ο αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων,

6) αρχίζει η μετακίνηση των χρωματίδων προς τους πόλους του κυττάρου.

<u>Ανάφαση</u>

Πραγματοποιείται η ολοκλήρωση μετακίνησης χρωματοσωμάτων προς τους πόλους

50 ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ

Τελόφαση

Λαμβάνουν χώρα διαδικασίες αντίστροφες από αυτές της πρόφασης. Δηλαδή:

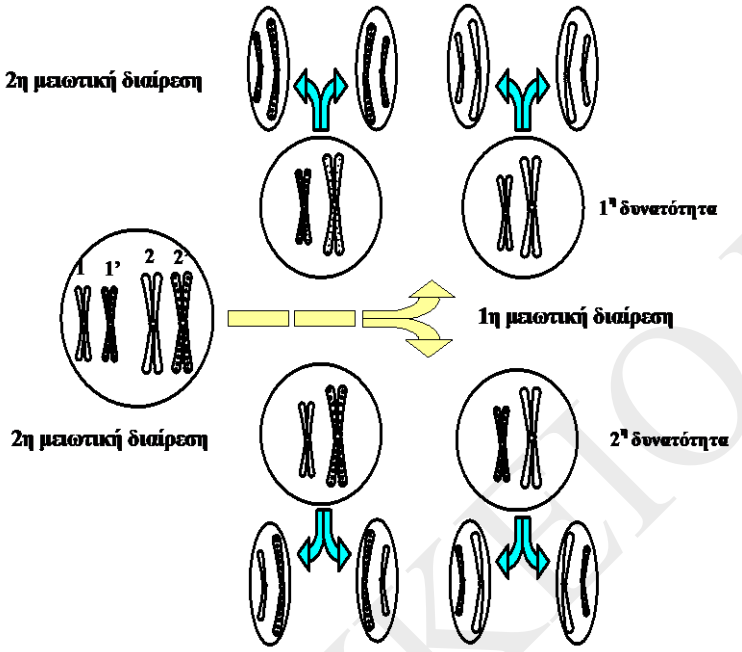
1) επανεμφανίζονται πυρηνίσκος και πυρηνική μεμβράνη,

2) μορφή χρωμοσωμάτων: αποσυσπειρωμένο λεπτό νημάτιο χρωματίνης (αποσυσπειρωμένη μορφή),

3) εξαφάνιση (διάλυση) ατράκτου,

4) περίσφιξη του κυτταροπλάσματος στο ισημερινό επίπεδο και σχηματισμός δύο θυγατρικών κυττάρων.

- *Τι περιλαμβάνει συνοπτικά η διαδικασία της μείωσης*



Σχήμα 10.
Τα κύρια στάδια της μειωτικής διαίρεσης ενός άωρου γεννητικού κυττάρου, που έχει δύο ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

Η όλη διαδικασία περιλαμβάνει δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις.

Στο τέλος της πρώτης μειωτικής διαίρεσης κάθε θυγατρικό κύτταρο περιλαμβάνει μία απλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων τα οποία αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες. Στην πιο πάνω περίπτωση, για δύο ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων έχουμε δύο πιθανές διαιρέσεις και επομένως τέσσερεις δυνατούς συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Γενικά για "n" ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων, έχουμε 2^n δυνατούς συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

Στο τέλος της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης κάθε θυγατρικό κύτταρο, που λέγεται γαμέτης, περιλαμβάνει μία απλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων τα οποία αποτελούνται μόνο από μία χρωματίδα.(Για απλούστευση του σχήματος έχουν σχεδιασθεί μόνον οι πυρήνες των κυττάρων).

Η διαδικασία της μείωσης περιλαμβάνει δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις, με τις οποίες ένα (1) άωρο γεννητικό κύτταρο με 2n χρωμοσώματα, (διπλοειδές), δίνει τέσσερα (4) θυγατρικά κύτταρα με n χρωμοσώματα, (απλοειδή).

- *Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ 1ης μειωτικής διαίρεσης και μιτωτικής διαίρεσης*

α) στο τέλος της πρόφασης, τα ομόλογα χρωμοσώματα τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο, δηλ., συνάπτονται,

β) στην αρχή της ανάφασης, δεν διαιρούνται τα κεντρομερίδια και έτσι οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος παραμένουν ενωμένες,

γ) στο τέλος της 1ης μειωτικής διαίρεσης σχηματίζονται δύο (2) θυγατρικά κύτταρα, που έχουν απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων και το κάθε ένα κύτταρο έχει μία σειρά χρωμοσωμάτων, (δηλ., ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων) που είναι οργανωμένα σε δύο αδελφές χρωματίδες.

50 ΑΥΚΕΙΟ ΛΥΚΟΥ

- *Τι συμβαίνει κατά την 2η μειωτική διαίρεση*

Στο τέλος της μετάφασης γίνεται διαίρεση των κεντρομεριδίων και έτσι στο τέλος σχηματίζονται τέσσαρα (4) κύτταρα, (δηλ., δύο (2) από κάθε κύτταρο που προήλθε από την 1η διαίρεση), τα οποία έχουν απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων και το κάθε ένα κύτταρο έχει μία σειρά χρωμοσωμάτων, τα οποία έχουν μία χρωματίδα.

- *Σχολιάστε τις φράσεις: «η ποσότητα του DNA είναι σταθερή σε κάθε οργανισμό» και «η ποσότητα του DNA είναι ίδια σε όλα τα κύτταρα ενός οργανισμού».*

Όλα τα άτομα που ανήκουν στο ίδιο είδος έχουν και σε κάθε κύτταρο τους το ίδιο χαρακτηριστικό ποσό DNA. Όμως στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει αυτό επειδή:

α) Η ποσότητα του DNA ενός κυττάρου εξαρτάται από το στάδιο του κυτταρικού κύκλου στο οποίο βρίσκεται. Έτσι, ένα κύτταρο που βρίσκεται στο τέλος της Μεσόφασης έχει διπλάσια ποσότητα DNA από ένα κύτταρο που βρίσκεται στην αρχή της Μεσόφασης.

β) Η ποσότητα του DNA ενός κυττάρου εξαρτάται από το αν είναι γαμέτης ή σωματικό κύτταρο. Τα σωματικά κύτταρα έχουν διπλάσια ποσότητα DNA από τους γαμέτες.

γ) Ειδικά στα γεννητικά κύτταρα, η ποσότητα του DNA ενός γεννητικού κυττάρου εξαρτάται από το στάδιο της μειωτικής διαίρεσης στο οποίο βρίσκεται. Έτσι, ένα γεννητικό κύτταρο που βρίσκεται πριν από την $1^{η}$ μειωτική διαίρεση έχει διπλάσια ποσότητα DNA από ένα γεννητικό κύτταρο μετά την $1^{η}$ μειωτική διαίρεση, και αυτό με τη σειρά του έχει διπλάσια ποσότητα DNA από ένα γεννητικό κύτταρο που βρίσκεται μετά την $2^{η}$ μειωτική διαίρεση, δηλ. το γαμέτη. (*βλέπε την ερώτηση σχετική με την συνοπτική διαδικασία της μείωσης*).

- *Ποια είναι η μορφή του γενετικού υλικού των ευκαρυωτικών κυττάρων;*

Το γενετικό υλικό του πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων έχει μεγαλύτερο μήκος από το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων και αποτελείται από αρκετά ευθύγραμμα (μη κυκλικά, ανοικτά) μόρια.

Το πλήθος και το μήκος των κομματιών αυτών είναι χαρακτηριστικά για κάθε είδος οργανισμού.

Κάθε μόριο DNA πακετάρεται με πρωτεΐνες σχηματίζοντας ένα <u>ινίδιο χρωματίνης</u>. Κάθε ινίδιο μετά από αναδίπλωση σχηματίζει ένα <u>χρωμόσωμα</u>. Το πυρηνικό DNA σε κάθε διπλοειδές ανθρώπινο κύτταρο (δηλ. το άθροισμα όλων των μορίων πριν από την αντιγραφή του DNA) έχει μήκος 2 m περίπου. Όμως συσπειρώνεται τόσο που χωράει στον πυρήνα του κυττάρου που έχει διάμετρο 10 μm περίπου.

- *Ποια είναι η συγκρότηση ενός ινιδίου χρωματίνης;*

Μετά από επεξεργασία στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ένα ινίδιο χρωματίνης μοιάζει με κομπολόι (με χάντρες).

Κάθε χάντρα ονομάζεται νουκλεόσωμα και είναι η βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Ένα νουκλεόσωμα συνίσταται από :

α) ένα οκταμερές πρωτεϊνών που ονομάζονται ιστόνες.

50 ΑΥΚΕΙΟ ΙΑΙΟΥ

β) ένα τμήμα DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων τυλιγμένων στο οκταμερές.

Τα νουκλεοσώματα αναδιπλώνονται με τη βοήθεια άλλων πρωτεϊνών, των μη ιστονών, οπότε συσπειρώνεται και άλλο το μόριο του DNA σχηματίζοντας τελικά το ινίδιο της χρωματίνης.

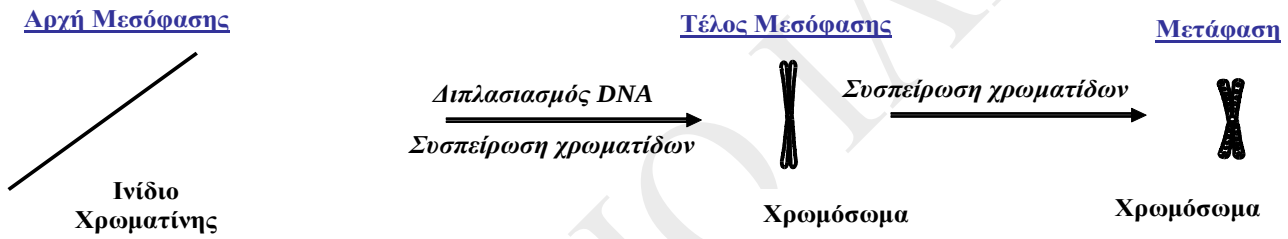
- *Ποιες είναι οι μορφές των μορίων DNA στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς κατά τον κυτταρικό κύκλο;*

Το μόριο DNA, ανάλογα με την φάση του κυτταρικού κύκλου έχει τη μορφή:

1) ενός αποσυσπειρωμένου λεπτού ινιδίου χρωματίνης. (Το σύνολο των ινιδίων αυτών αποτελεί το δίκτυο ινιδίων χρωματίνης του πυρήνα) στην αρχή της μεσόφασης.

2) ενός χρωμοσώματος που αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες και οι οποίες συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο στο τέλος της μεσόφασης.

Η κάθε μία από τις δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος είναι πιστό αντίγραφο της άλλης.



Σχήμα 11: Μορφές χρωμοσωμάτων κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου

- *Ποια μορφή έχει ένα μεταφασικό χρωμόσωμα;*

Κάθε φυσιολογικό μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από 2 (δύο) αδελφές χρωματίδες που συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο. Το κεντρομερίδιο «διαιρεί» κάθε χρωματίδα σε ένα μεγάλο και ένα μικρό βραχίονα. Η συσπείρωσή του είναι η μέγιστη δυνατή, έτσι:

α) το μήκος κάθε χρωματίδας είναι αρκετά μικρότερο και το πάχος της αρκετά μεγαλύτερο από αυτό του ινιδίου χρωματίνης από το οποίο προέρχεται.

β) είναι ευδιάκριτο στο οπτικό μικροσκόπιο.

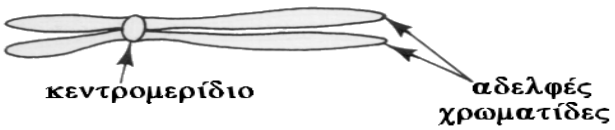
- *Πως είναι οργανωμένο το χρωμοσωμικό υλικό του πυρήνα;*

Το χρωμοσωμικό υλικό του πυρήνα είναι οργανωμένο σε n ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων. Υπάρχουν δηλαδή συνολικά 2n χρωμοσώματα.

- *Τι είναι ομόλογα χρωμοσώματα*

Ομόλογα χρωμοσώματα είναι τα χρωμοσώματα που έχουν την ίδια μορφολογία και περιέχουν γονίδια που ελέγχουν την ίδια ιδιότητα.

50 ΑΥΚΕΙΟΠΑΙΟΥ



Εικόνα 12:
Μορφή του χρωμοσώματος κατά το τέλος της μεσόφασης

- *Ποιοι παράγοντες καθορίζουν τη μορφολογία των χρωμοσωμάτων;*

  1) Μέγεθος χρωμοσωμάτων

  2) Θέση του κεντρομεριδίου

- *Πόσες και ποιες ουσίες χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των χρωμοσωμάτων;*

  1) Ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση → (για να επάγουν την κυτταρική διαίρεση)

  2) Ουσίες που σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη μετάφαση.

  3) Υποτονικό διάλυμα → (για να σπάσει η κυτταρική μεμβράνη)

  4) Χρωστική ουσία → (για να γίνει η παρατήρηση στο μικροσκόπιο)

- *Πως γίνεται η μελέτη των χρωμοσωμάτων;*

Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι εφικτή μόνο όταν διαιρούνται τα κύτταρα (είτε φυσιολογικά είτε *in vitro* εξαναγκασμένα από μιτογόνες ουσίες).

Η πιο κατάλληλη φάση για τη μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι η μετάφαση, επειδή σε εκείνη τη φάση φθάνουν στο μέγιστο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα.

Όμως σε ένα σύνολο διαιρουμένων κυττάρων, λίγα βρίσκονται στη μετάφαση επειδή η διάρκεια της μετάφασης είναι συγκριτικά μικρή, αν και όλα τα κύτταρα περνούν από τη φάση αυτή. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται ουσίες που σταματούν τη διαίρεση σε αυτή τη φάση.

Στη συνέχεια, τα κύτταρα επωάζονται σε υποτονικά διαλύματα για να σπάσει η μεμβράνη τους και να απελευθερωθούν τα χρωμοσώματα από το κύτταρο.

Τα χρωμοσώματα τους απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα και βάφονται με ειδικές χρωστικές ουσίες. Τέλος παρατηρούνται στο οπτικό μικροσκόπιο.

- *Τι είναι ο καρυότυπος;*

Η απεικόνιση (μετά από φωτογράφηση) των χρωμοσωμάτων ταξινομημένων σε ζεύγη (για διπλοειδή κύτταρα) κατά ελαττούμενο μέγεθος αποτελεί τον καρυότυπο.

Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων, όπως προκύπτουν από τον καρυότυπο, αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα για κάθε είδος οργανισμού.

ΣΟ ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΟΥ

- *Ποιο είναι το μήκος του ανθρώπινου γονιδιώματος;*

Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη δηλ., ωάριο ή σπερματοζωάριο), έχει μήκος $3x10^9$ ζεύγη βάσεων.

Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα διπλοειδές κύτταρο (δηλ., σωματικό κύτταρο), έχει μήκος $6x10^9$ ζεύγη βάσεων.

- *Ποιος είναι ο φυσιολογικός καρυότυπος του ανθρώπου;*

Το γονιδίωμα ενός ανθρώπινου απλοειδούς κυττάρου, που αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων, είναι οργανωμένο σε 23 χρωμοσώματα. Τα διπλοειδή (σωματικά) κύτταρα του ανθρώπου έχουν στον πυρήνα τους 23 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης.

Τα 22 ζεύγη έχουν την ίδια μορφή και στα δύο φύλα και ονομάζονται αυτοσωμικά χρωμοσώματα.

Όμως το 23° ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από 2 (δύο) Χ χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά από ένα Χ και ένα Υ χρωμόσωμα, που είναι πιο μικρό από το Χ. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και καθορίζουν το φύλο σε πολλούς οργανισμούς. Στον άνθρωπο, όταν υπάρχει το χρωμόσωμα Υ, το άτομο είναι αρσενικό και όταν λείπει και στη θέση του υπάρχει ένα δεύτερο Χ χρωμόσωμα το άτομο είναι θηλυκό.

Άρα ένα φυσιολογικό άτομο έχει 46 χρωμοσώματα, 44 αυτοσωμικά και ένα ζεύγος ΧΥ αν είναι αρσενικό, ή ένα ζεύγος ΧΧ αν είναι θηλυκό.

- *Ποια μορφή έχει το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών;*

Το DNA των μιτοχονδρίων είναι κατά κανόνα κυκλικό. Όμως σε ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό. Κάθε μιτοχόνδριο περιέχει 2-10 αντίγραφα του μορίου DNA.

- *Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του γενετικού υλικού των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών;*

Το DNA των χλωροπλαστών είναι επίσης κυκλικό, αλλά πιο μεγάλο από το DNA των μιτοχονδρίων.

- *Τι είδους πληροφορίες φέρει το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών;*

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν γενετικό υλικό DNA που περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους: οξειδωτική φωσφορυλίωση για τα μιτοχόνδρια και φωτοσύνθεση για τους χλωροπλάστες.

- *Γιατί χαρακτηρίζονται τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες ημιαυτόνομα οργανίδια;*

Οι πληροφορίες για τις περισσότερες πρωτεΐνες των οργανιδίων αυτών κωδικοποιούνται από γονίδια του πυρηνικού DNA. Άρα εξαρτώνται και από τον πυρήνα και γι' αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται ημιαυτόνομα οργανίδια.

50 ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΙΟΥ

- *Σχολιάστε τη φράση «οι δύο γονείς συνεισφέρουν εξ ίσου στο γενετικό υλικό των απογόνων τους;».*

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μιτοχόνδρια που προέρχονται από μόνο από το ωάριο, δηλαδή όλα τα μιτοχόνδρια είναι μητρικής προέλευσης. Άρα περισσότερο γενετικό υλικό προέρχεται από τη μητέρα.

- *Αντιγράφεται το DNA των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών;*

Εφ όσον τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες διαιρούνται αρκετές φορές, ανάλογα με τις ανάγκες του κυττάρου, συνεπάγεται ότι αντιγράφεται και το DNA τους κατά τη μεσόφαση.

Προκαρυωτικοί οργανισμοί

- *Πως είναι οργανωμένο το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων;*

Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων (βακτηρίων) είναι ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA μήκους 1 mm περίπου. Αυτό όμως αναδιπλώνεται και πακετάρεται με πρωτεΐνες και συμπτύσσεται στο 1 μm.

Τα βακτήρια μπορεί να διαθέτουν επιπλέον και ένα ή περισσότερα πλασμίδια.

- *Τι είναι τα πλασμίδια και ποιος είναι ο ρόλος τους;*

Τα πλασμίδια είναι μικρά δίκλωνα μόρια DNA με ποικίλα μεγέθη που βρίσκονται στα βακτήρια. Τα πλασμίδια φέρουν μικρό ποσοστό των γενετικών πληροφοριών αποτελώντας το 1-2 % του κυρίου μορίου του DNA του βακτηρίου. Τα πλασμίδια μπορούν να αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο του DNA.

Ο ρόλος των πλασμιδίων είναι ο εξής: μπορούν να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό μεταξύ τους, αλλά και με το κύριο μόριο του DNA του βακτηρίου. Επίσης μπορούν να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλα μεταδίδοντάς τους κάποια χαρακτηριστικά.

Στα πλασμίδια συχνά περιέχονται:

1) γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά και

2) γονίδια σχετικά με τη μεταφορά γενετικού υλικού μεταξύ βακτηρίων. (*)

βλέπε επίσης προηγούμενη ερώτηση σχετική με τη μεταφορά γενετικού υλικού στους προκαρυωτικούς οργανισμούς.

Μορφή γενετικού υλικού

- *Πού υπάρχουν κυκλικά και πού γραμμικά μόρια νουκλεϊκών οξέων;*

Κυκλικά μόρια είναι: i) το DNA των προκαρυωτικών κυττάρων (κύριο γενετικό υλικό και πλασμίδια)
ii) το DNA μιτοχονδρίων
iii) το DNA χλωροπλαστών
iv) το DNA ή το RNA (σπάνια) των ιών

Γραμμικά μόρια είναι: i) το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων
ii) το DNA ή το RNA των ιών.

5ο ΛΥΚΕΙΟ ΛΑΙΟΥ

Διαφορές μεταξύ προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών οργανισμών

- *Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών οργανισμών όσον αφορά τη μορφολογία και την οργάνωση του γενετικού τους υλικού;*

	Προκαρυωτικοί Οργανισμοί	***Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί***
1	Μικρό μήκος	Μεγαλύτερο μήκος
2	Κυκλικό μόριο DNA	Ευθύγραμμα μόρια DNA στον πυρήνα. Κυκλικά στους χλωροπλάστες και συνήθως στα μιτοχόνδρια.
3	Ένα κύριο μόριο	Πολλά μόρια, σε αριθμό που χαρακτηριστικός για κάθε είδος οργανισμού
4	Μήκος περίπου 1 mm	Διαφορετικά μήκη μορίων που είναι χαρακτηριστικά για κάθε είδος οργανισμού
5	--------	1. Ινίδια χρωματίνης (στην αρχή της Μεσόφασης) 2. Χρωμοσώματα (στο τέλος της Μεσόφασης)
6	Συσκευάζεται χάρη σε πρωτεΐνες	Οργανώνεται βασικά χάρη στις ιστόνες και δημιουργούνται τα νουκλεοσώματα και συσκευάζεται επιπλέον χάρη στις μη ιστόνες.
7	Διαθέτουν πλασμίδια	--------
8	Έχει ένα βασικό βαθμό συσπείρωσης	Έχει δύο βαθμούς συσπείρωσης: ένα κατά τη μεσόφαση και ένα πιο έντονο κατά τη διαίρεση

- *Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών οργανισμών όσον αφορά τη μεταβίβαση του γενετικού τους υλικού;*

	Προκαρυωτικοί Οργανισμοί	***Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί***
1	Απλοειδή κύτταρα Δεν υπάρχουν γαμέτες	Σωματικά κύτταρα = διπλοειδή κύτταρα Γαμέτες = απλοειδή κύτταρα
2	Πριν από την διχοτόμηση τους γίνεται αντιγραφή του DNA	Μίτωση γίνεται για την αύξηση τους. Πριν από τη μίτωση γίνεται αντιγραφή του DNA
3	Μείωση δεν γίνεται	Μείωση γίνεται για την παραγωγή γαμετών
4	Πολλαπλασιασμός γίνεται αγενώς με διχοτόμηση	Πολλαπλασιασμός γίνεται με συνένωση γαμετών που προέρχονται από άτομα διαφορετικού φύλου

Γενετικό υλικό των ιών

ΣΟΛΥΚΕΙΟ ΛΙΟΥ

- *Ποιο είναι το γενετικό υλικό των ιών ;*

Ή το DNA ή το RNA. Αν περιέχουν DNA λέγονται DNA ιοί, ενώ αν περιέχουν RNA λέγονται RNA ιοί.

- *Ποια μορφή έχει το γενετικό υλικό των ιών;*

Το DNA των ιών είναι:	1) γραμμικό	2) κυκλικό
	α) μονόκλωνο	α) μονόκλωνο
	β) δίκλωνο	β) δίκλωνο
Το RNA των ιών είναι:	1) γραμμικό	2) κυκλικό (σε σπάνιες περιπτώσεις)
	α) μονόκλωνο	α) μονόκλωνο
	β) δίκλωνο	β) δίκλωνο

5ο ΛΥΚΕΙΟ ΙΛΙΟΥ