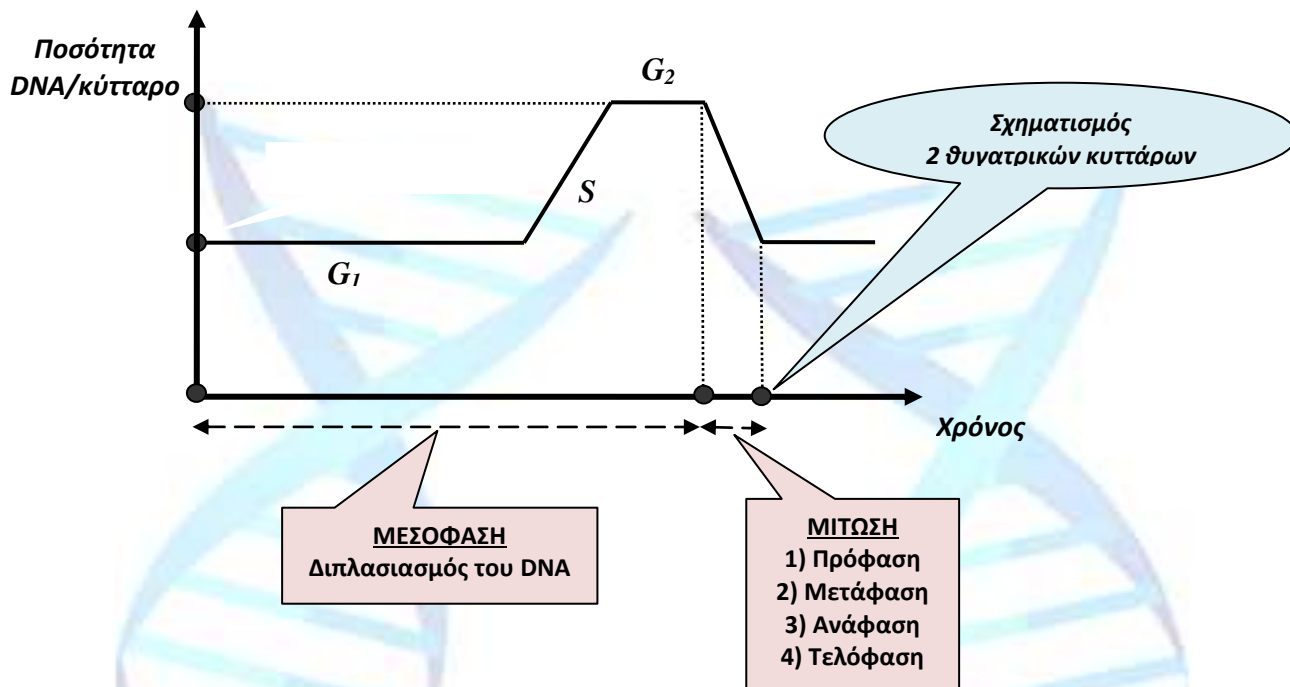


ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ

ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

- Τι ονομάζεται *Κυτταρικός κύκλος* ή *κύκλος ζωής του κυττάρου*;
Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός κυττάρου ως τότε που και το ίδιο θα παράγει τους απογόνους του.



Σχήμα 1.

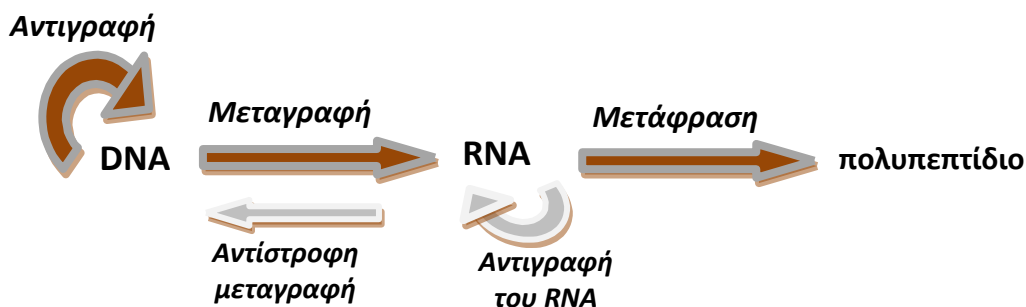
Ποσότητα DNA ενός πυρήνα ευκαρυωτικού κυττάρου κατά τη διάρκεια του κυτταρικού του κύκλου.

- Ποιες είναι οι κύριες φάσεις του κυτταρικού κύκλου;
Τον κύκλο αυτό, αν και αποτελεί μια συνεχή διαδοχή γεγονότων, τον χωρίζουμε σε δύο φάσεις, στη μεσόφαση και στη μίτωση ή μιτωτική διαίρεση.
- 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 επόμενης διαίρεσης. Είναι το στάδιο κατά το οποίο γίνεται ο διπλασιασμός του DNA και προπαρασκευάζεται το κύτταρο για την μίτωση. Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του κυττάρου, (90-95% του κύκλου της ζωής του κυττάρου).
- Ποιες είναι οι φάσεις μιτωτικής διαίρεσης;
Οι φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης είναι οι εξής: πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση και τελόφαση.

ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ

Κεντρικό δόγμα της Βιολογίας

- Ποιες είναι οι ιδιότητες του DNA που το καθιστούν το καταλληλότερο μόριο να διεκπεραιώσει τις λειτουργίες του γενετικού υλικού;
 - 1) παράγει ακριβή αντίγραφα του, και έτσι η πληροφορία μεταβιβάζεται από κύτταρο σε κύτταρο κα από γενιά σε γενιά.
 - 2) προσδιορίζει την παραγωγή των διαφόρων ειδών RNA και μέσω αυτών, των πρωτεϊνών.



Σχήμα 2.

Διάγραμμα του κεντρικού δόγματος της Βιολογίας. Σε μερικούς όμως, ιούς με RNA γίνεται αντιγραφή RNA και μεταγραφή DNA από RNA

- Ποιο είναι το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας;
Η κατεύθυνση με την οποία η γενετική πληροφορία, που είναι καταγεγραμμένη στο μόριο του DNA ρέει προς τις πρωτεΐνες, ονομάζεται κεντρικό δόγμα της Βιολογίας.
Το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας συνοψίζεται στο παραπάνω σχήμα.
- Μπορεί να γίνει σύνθεση DNA από RNA ;
Σε ορισμένους ιούς, που έχουν σαν γενετικό υλικό RNA, μπορεί να γίνει σύνθεση DNA ή RNA χρησιμοποιώντας το δικό τους RNA σαν καλούπι
- Μπορεί να γίνει αυτοδιπλασιασμός RNA;
Σε ορισμένους ιούς, που έχουν σαν γενετικό υλικό RNA, μπορεί να γίνει αντιγραφή του RNA.

Αντιγραφή του DNA

- Τι σημαίνει ότι οι δύο αλυσίδες του μορίου του DNA είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους;
Οι βάσεις από τις οποίες αποτελούνται οι δύο αλυσίδες είναι τοποθετημένες η μία απέναντι από την άλλη, σύμφωνα με τον κανόνα συμπληρωματικότητας των βάσεων του DNA.
Οι συμπληρωματικές βάσεις συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου.
- Ποιος είναι ο κανόνας συμπληρωματικότητας των βάσεων του DNA ;
Η αδενίνη τοποθετείται απέναντι από την θυμίνη και η κυτοσίνη απέναντι από την γουανίνη (A=T , C≡G).
- Σε ποια φάση της ζωής του κυττάρου γίνεται αυτοδιπλασιασμός (αντιγραφή) του DNA;
Αυτοδιπλασιασμός (αντιγραφή) του DNA γίνεται κατά την μεσόφαση.
- Πώς γίνεται η αντιγραφή (ο αυτοδιπλασιασμός) του DNA ¹;
1) αφού σπάσουν οι δεσμοί υδρογόνου, ανοίγει η διπλή έλικα σε πολλά σημεία κατά μήκος του DNA. (Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς σε πολλά σημεία, ενώ στους προκαρυωτικούς μόνο σε ένα).
2) διάφορα νουκλεοτίδια έρχονται στις αντίστοιχες θέσεις του DNA ακολουθώντας τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων.
3) δημιουργούνται θυγατρικές αλυσίδες, οι οποίες είναι συμπληρωματικές των αλυσίδων του αρχικού μορίου.
- Πώς γίνεται η σύνδεση των νουκλεοτιδίων για να δημιουργηθεί η θυγατρική αλυσίδα ;
Η σύνδεση των νουκλεοτιδίων της θυγατρικής αλυσίδας γίνεται με τη βοήθεια του ενζύμου DNA πολυμεράση, που καταλύει τον πολυμερισμό του DNA. Έτσι, δημιουργούνται φωσφοδιεστερικοί δεσμοί, που είναι ομοιοπολικοί δεσμοί, μεταξύ των νουκλεοτιδίων που θα σχηματίσουν τη θυγατρική αλυσίδα.

¹ Στην αντιγραφή του DNA συμμετέχουν και άλλα ένζυμα πριν και μετά τη δράση της DNA πολυμεράσης.

- Ποιος είναι ο ρόλος της DNA πολυμεράσης;
 - 1) τοποθετεί τα διάφορα νουκλεοτίδια στις αντίστοιχες θέσεις του DNA ακολουθώντας τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων
 - 2) δημιουργεί θυγατρικές αλυσίδες, οι οποίες είναι συμπληρωματικές των αλυσίδων του αρχικού μορίου, ενώνοντας μεταξύ τους τα νουκλεοτίδια.
 - 3) διαπιστώνει και επιδιορθώνει τα λάθη που ενδεχομένως έχουν γίνει κατά τη διάρκεια της αντιγραφής.
- Γιατί ο τρόπος της αντιγραφής του DNA λέγεται ημισυντηρητικός;

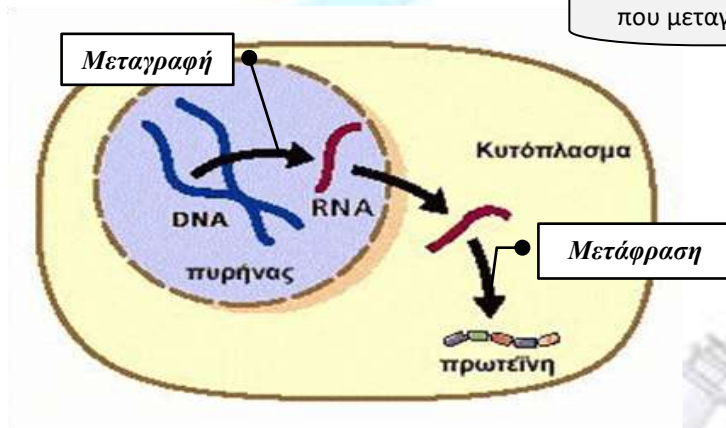
Επειδή το νέο δίκλωνο μόριο του DNA, που δημιουργήθηκε, περιέχει ένα κλώνο από το αρχικό DNA, (δηλ., το καλούπι), και ένα από το καινούργιο (δηλ., τη θυγατρική αλυσίδα).

Έκφραση της γενετικής πληροφορίας

- Πως πραγματοποιείται η έκφραση της γενετικής πληροφορίας;

Η γενετική πληροφορία εκφράζεται όταν ένα γονίδιο²: 1) μεταγράφεται σε RNA και στη συνέχεια 2) το μόριο RNA, αν είναι mRNA, μεταφράζεται σε πρωτεΐνες.

γονίδιο = τμήμα DNA με καθορισμένη ακολουθία νουκλεοτιδίων που μεταγράφεται.



Εικόνα 1.

Το DNA μεταγράφεται σε RNA και στη συνέχεια το μόριο RNA, αν είναι mRNA, μεταφράζεται σε πρωτεΐνες.

Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς η αντιγραφή και η μεταγραφή γίνονται στον πυρήνα, ενώ η μετάφραση στο κυτταρόπλασμα.

1. Το DNA αντιγράφεται όλο και όλα τα σωματικά κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού περιέχουν το ίδιο ακριβώς DNA και φυσικά τα ίδια ακριβώς γονίδια.
2. Το DNA δεν μεταγράφεται όλο σε RNA. Μόνο τα γονίδια μεταγράφονται. Το ποια γονίδια μεταγράφονται σε RNA, εξαρτάται από τον τύπο του σωματικού κυττάρου και το στάδιο ανάπτυξης. Πχ. άλλα γονίδια εκφράζονται στα ηπατικά και άλλα στα νευρικά κύτταρα.
3. Το RNA δεν μεταφράζεται όλο σε πρωτεΐνες. Μόνο το mRNA μεταφράζεται σε πρωτεΐνες.

Σημαντικές παρατηρήσεις

Μεταγραφή του DNA σε RNA

- Τι είναι η μεταγραφή;

Μεταγραφή είναι η διεργασία κατά την οποία η κωδικοποιημένη πληροφορία που υπάρχει στο DNA, δεν μεταφέρεται ως έχει, αλλά μεταγράφεται σε ένα άλλο μόριο, το RNA.
- Ποια είναι τα είδη του RNA;
 - 1) mRNA (αγγελιοφόρο) 2) tRNA (μεταφορικό) 3) rRNA (ριβοσωμικό)

² (σύμφωνα με την κλασική Γενετική). 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.

- Πώς γίνεται η μεταγραφή του DNA σε RNA ;
 - 1) ανοίγει η διπλή έλικα σε ένα σημείο,
 - 2) διάφορα ριβονουκλεοτίδια έρχονται στις αντίστοιχες θέσεις του ενός κλώνου του DNA ακολουθώντας τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων,
 - 3) δημιουργείται το μονόκλωνο μόριο RNA, το οποίο είναι συμπληρωματικό της μίας αλυσίδας του DNA.

- Ποιος είναι ο κανόνας συμπληρωματικότητας μεταξύ των βάσεων του DNA και του RNA;

DNA		RNA	Δηλ., απέναντι από την αδενίνη (A) του μορίου DNA τοποθετείται ουρακίλη (U) στο RNA και απέναντι από την θυμίνη (T) του μορίου DNA τοποθετείται αδενίνη (A) στο RNA.
A	↔	U	Στο μόριο του RNA δεν υπάρχει θυμίνη (T) και στο μόριο του DNA δεν υπάρχει ουρακίλη (U).
T	↔	A	
C	↔	G	
G	↔	C	

- Πώς γίνεται η σύνδεση των ριβονουκλεοτιδίων για να δημιουργηθεί το μόριο του RNA;

Η σύνδεση των ριβονουκλεοτιδίων της θυγατρικής αλυσίδας γίνεται με τη βοήθεια του ενζύμου RNA-πολυμεράση, που καταλύει τον πολυμερισμό του RNA. Έτσι, δημιουργούνται φωσφοδιεστερικοί δεσμοί μεταξύ των ριβονουκλεοτιδίων που θα σχηματίσουν το μόριο RNA.
- Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ αντιγραφής και μεταγραφής του DNA ;
 - 1) αντιγράφονται και οι δύο κλώνοι του DNA, ενώ μεταγράφεται μόνο ένας κλώνος του DNA σε RNA
 - 2) υπάρχουν διαφορετικά ένζυμα για την αντιγραφή και την μεταγραφή του DNA και,
 - 3) αντιγράφεται όλο το μόριο του DNA, ενώ μεταγράφονται τμήματα του DNA (αυτά τα τμήματα είναι τα γονίδια) και μάλιστα ο ένας από τους δύο κλώνους.

Μετάφραση

- Σε ποια οργανίδια του κυττάρου γίνεται η μετάφραση;

Η μετάφραση γίνεται στα ριβοσώματα, που βρίσκονται ελεύθερα στο κυτόπλασμα και κυρίως στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο (και δευτερευόντως στα μιτοχόνδρια και τους χλωροπλάστες), αν πρόκειται για ευκαρυωτικούς οργανισμούς
- Ποια είναι τα μόρια που είναι αναγκαία για την πρωτεϊνική σύνθεση ;
 - α) το μόριο mRNA που μεταφέρει την γενετική πληροφορία,
 - β) τα μεταφορικά t-RNA που μεταφέρουν τα αντίστοιχα αμινοξέα στο ριβόσωμα,
 - γ) ορισμένα ένζυμα και,
 - δ) τα απαιτούμενα αμινοξέα.

Επίσης, απαιτείται ενέργεια.
- Ποιος είναι ο γενικός μηχανισμός της μετάφρασης της γενετικής πληροφορίας;

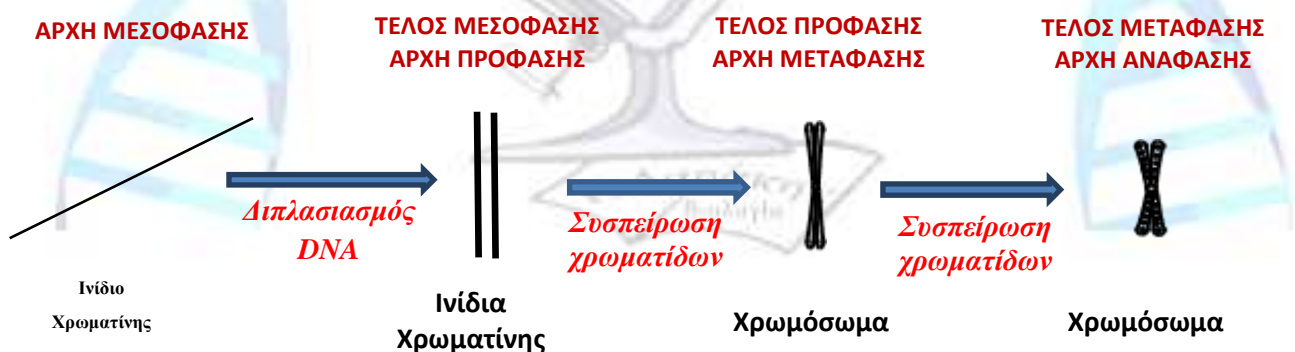
Η αλληλουχία των αμινοξέων στην πρωτεϊνική αλυσίδα καθορίζεται από την αλληλουχία των ριβονουκλεοτιδίων στο μόριο του mRNA. Τα μόρια του tRNA, που μεταφέρουν τα αμινοξέα, έχουν από μία τριπλέτα βάσεων, και λόγω της συμπληρωματικότητας των βάσεων τοποθετούνται απέναντι τις αντίστοιχες τριπλέτες του mRNA. Τα αμινοξέα ενώνονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς και έτσι σχηματίζουν μία πρωτεϊνική αλυσίδα. Οι διαδικασίες αυτές γίνονται στα ριβοσώματα.
- Τι είναι γενετικός κώδικας ;

Γενετικός κώδικας είναι το σύστημα της αντιστοιχίας μεταξύ τριπλετών βάσεων (ή κωδικονίων) και αμινοξέων. Υπάρχουν 64 δυνατοί συνδυασμοί των 4 βάσεων ανά 3 (δηλ., $4^3=64$). Επομένως υπάρχουν 64 τριπλέτες βάσεων, και έτσι τα περισσότερα αμινοξέα κωδικοποιούνται από περισσότερες από την μία τριπλέτες βάσεων.

- **Τι είναι κωδικόνιο;**
Κωδικόνιο είναι τριπλέτα (τριάδα) νουκλεοτιδίων στο μόριο του mRNA, που κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.
- **Τι είναι αντικωδικόνιο;**
Αντικωδικόνιο είναι τριπλέτα (τριάδα) νουκλεοτιδίων στο μόριο του tRNA που μεταφέρει ένα συγκεκριμένο αμινοξύ. Αυτή η τριπλέτα είναι συμπληρωματική με το κωδικόνιο του μορίου του mRNA.
- **Τι είναι τα κωδικόνια έναρξης και λήξης;**
Το κωδικόνιο AUG, που κωδικοποιεί την έναρξη και το αμινοξύ μεθειονίνη, είναι το κωδικόνιο έναρξης. Η πρωτεϊνική σύνθεση αρχίζει πάντα από την μεθειονίνη. Τα κωδικόνια UGA, UAA, και UAG δεν κωδικοποιούν για κανένα αμινοξύ και καθορίζουν την λήξη της σύνθεσης της πρωτεϊνικής αλυσίδας.
- **Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα;**
 - 1) **Τριαδικός:** Διαβάζεται ανά τρεις βάσεις, δηλ., μια τριάδα νουκλεοτιδίων αντιστοιχεί σε ένα αμινοξύ.
 - 2) Υπάρχουν: ένα κωδικόνιο έναρξης: AUG και, τρία κωδικόνια λήξης: UAA, UGA, UAG.
 - 3) **Εκφυλισμένος:** Όλα τα αμινοξέα, εκτός από δύο, κωδικοποιούνται από περισσότερες από 1 (μια) τριπλέτα βάσεων.
 - 4) **Μη επικαλυπτόμενος:** Ο γενετικός κώδικας διαβάζεται ανά τρεις βάσεις κάθε φορά.
 - 5) **Παγκόσμιος:** Το ίδιο κωδικόνιο κωδικοποιεί το ίδιο αμινοξύ σε όλους τους οργανισμούς.

Η χρωματίνη και το χρωμόσωμα

- **Πως είναι οργανωμένο το χρωμοσωμικό υλικό του πυρήνα;**
Το χρωμοσωμικό υλικό του πυρήνα είναι οργανωμένο σε η ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων. Υπάρχουν δηλαδή συνολικά 2n χρωμοσώματα.
- **Ποια είναι η σύσταση των χρωμοσωμάτων;**
Η χρωματίνη είναι το συστατικό των χρωμοσωμάτων και συνίσταται από DNA, RNA και πρωτεΐνες σε ποσοστό που ξεπερνά το 50% της συνολικής της μάζας.
- **Τι είναι ομόλογα χρωμοσώματα;**
Ομόλογα χρωμοσώματα είναι τα χρωμοσώματα που έχουν την ίδια μορφολογία και περιέχουν γονίδια που ελέγχουν την ίδια ιδιότητα (με τον ίδιο ή διαφορετικό τρόπο) και εδράζονται στη ίδια θέση που λέγεται γονιδιακός τόπος.

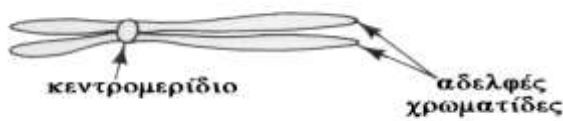


Εικόνα 2.

Μορφές χρωματίνης κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου

- **Τι παριστάνει το σύμβολο n;**
Το γράμμα n συμβολίζει τον αριθμό των ζευγών των ομολόγων χρωμοσωμάτων.

- Ποια ονομάζονται απλοειδή κύτταρα;
Απλοειδή (n) είναι τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σ' ένα μόνο αντίγραφο.
Απλοειδή είναι τα κύτταρα στα οποία υπάρχει ένα μόνο γονίδιο για κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα του οργανισμού.
- Ποια ονομάζονται διπλοειδή κύτταρα;
Διπλοειδή ($2n$) είναι τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα.
Διπλοειδή είναι τα κύτταρα στα οποία υπάρχουν δύο γονίδια για κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα του οργανισμού.
- Ποιες είναι οι μορφές της χρωματίνης στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς;
Το χρωμόσωμα, ανάλογα με την φάση του κυτταρικού κύκλου στο οποίο βρίσκεται το κύτταρο, αποτελείται:
1) από ένα αποσυσπειρωμένο λεπτό ινίδιο χρωματίνης. (Το σύνολο των ινιδίων αυτών αποτελεί το δίκτυο χρωματίνης του πυρήνα), ή



2) από δύο (2) συσπειρωμένα ινίδια χρωματίνης που ονομάζονται αδελφές χρωματίδες και οι οποίες συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο. Η κάθε μία από τις δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος είναι πιστό αντίγραφο της άλλης.

Εικόνα 3.

Μορφή του χρωμοσώματος κατά τη μετάφαση.

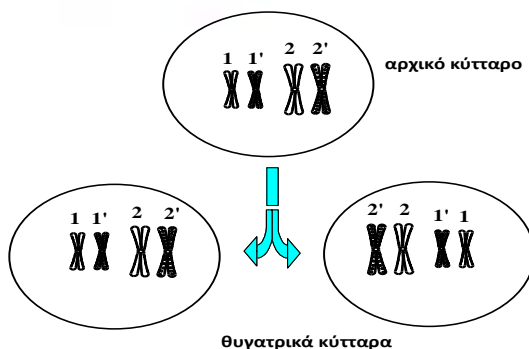
- Ποιος είναι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στον άνθρωπο;
Στον άνθρωπο έχουμε $n=23$. Δηλαδή, τα σωματικά κύτταρα ($2n$) έχουν 46 χρωμοσώματα οργανωμένα σε 23 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Οι γαμέτες (n): ωάρια ή σπερματοζωάρια, έχουν 23 χρωμοσώματα, δηλαδή ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων.

ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

- Ποιοι είναι οι τρόποι κυτταρικής διαίρεσης;
Οι τρόποι κυτταρικής διαίρεσης είναι δύο: η μίτωση και η μείωση.
- Ποια τα κυριότερα χαρακτηριστικά της Μίτωσης και Μείωσης
Μίτωση: διπλοειδή κύτταρα ($2n$) δίνουν διπλοειδή κύτταρα, ($2n$)
Μείωση: διπλοειδή κύτταρα ($2n$) δίνουν απλοειδή κύτταρα (n)

Μίτωση

- Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται η μίτωση;
1) κατά την αύξηση του πολυκύτταρου οργανισμού και την ανανέωση των κυττάρων τους.
2) κατά τη μονογονική αναπαραγωγή κατωτέρων μονοκύτταρων ή πολυκύτταρων οργανισμών.



Εικόνα 4.

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

Εδώ υπάρχουν 4 χρωμοσώματα οργανωμένα σε 2 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων: τα 1 και 1' και τα 2 και 2'.

- Ποια είναι η σημασία της μίτωσης;
Η μίτωση είναι μια διαδικασία που ευνοεί την γενετική σταθερότητα.

- Τι γίνεται σε κάθε φάση της μιτωτικής διαίρεσης;

I. Πυρηνική Διαίρεση

Πρόφαση

- 1) εξαφανίζονται πυρηνίσκος και πυρηνική μεμβράνη,
- 2) μορφή χρωμοσωμάτων: αδελφές χρωματίδες και κεντρομερίδιο (συσπειρωμένη μορφή),
- 3) διαίρεση κεντροσωματίου σε δύο θυγατρικά κεντροσώματα που πηγαίνουν στους δύο πόλους του κυττάρου,
- 4) σχηματισμός ατράκτου από μικροσωληνίσκους.

Στη μετάφαση τα χρωμοσώματα είναι περισσότερο ευδιάκριτα

Μετάφαση

- 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.

Ανάφαση

Πραγματοποιείται η ολοκλήρωση μετακίνησης χρωμοσωμάτων προς τους πόλους

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.

II. Κυτταροπλασματική Διαίρεση

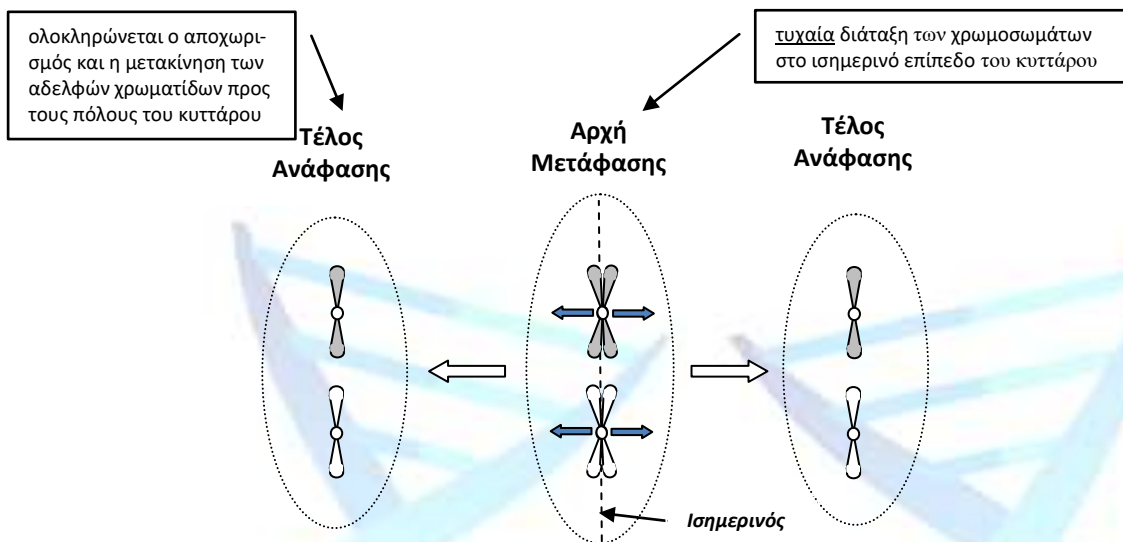
Διαιρείται το κυτταρόπλασμα στα μεν ζωικά κύτταρα με τη βοήθεια ινιδίων ακτίνης, στα δε φυτικά με τη βοήθεια μικροσωληνίσκων που σχηματίζουν μια δομή που ονομάζεται φραγμοπλάστης.

- Ποια είναι η σημασία της μίτωσης;
Η μίτωση είναι μια διαδικασία που ευνοεί τη γενετική σταθερότητα.

Μείωση

- Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται η μείωση;
Η μείωση γίνεται στα άωρα γεννητικά κύτταρα οργανισμών που αναπαράγονται αμφιγονικά (φυλετικά). Από κάθε άωρο γεννητικό κύτταρο δημιουργούνται 4 (τέσσερα) θυγατρικά κύτταρα που λέγονται γαμέτες.
- Τι περιλαμβάνει συνοπτικά η διαδικασία της μείωσης ;
Η διαδικασία της μείωσης περιλαμβάνει δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις, με τις οποίες ένα (1) άωρο γεννητικό κύτταρο με 2n χρωμοσώματα, (διπλοειδές), δίνει 4 (τέσσερα) θυγατρικά κύτταρα, τους γαμέτες, με n χρωμοσώματα, (απλοειδή), που αποτελούνται μόνο από μία χρωματίδα.
- Τι περιλαμβάνει η αμφιγονική αναπαραγωγή;
Τη δημιουργία νέων απογόνων με τη συμβολή δύο διαδικασιών:

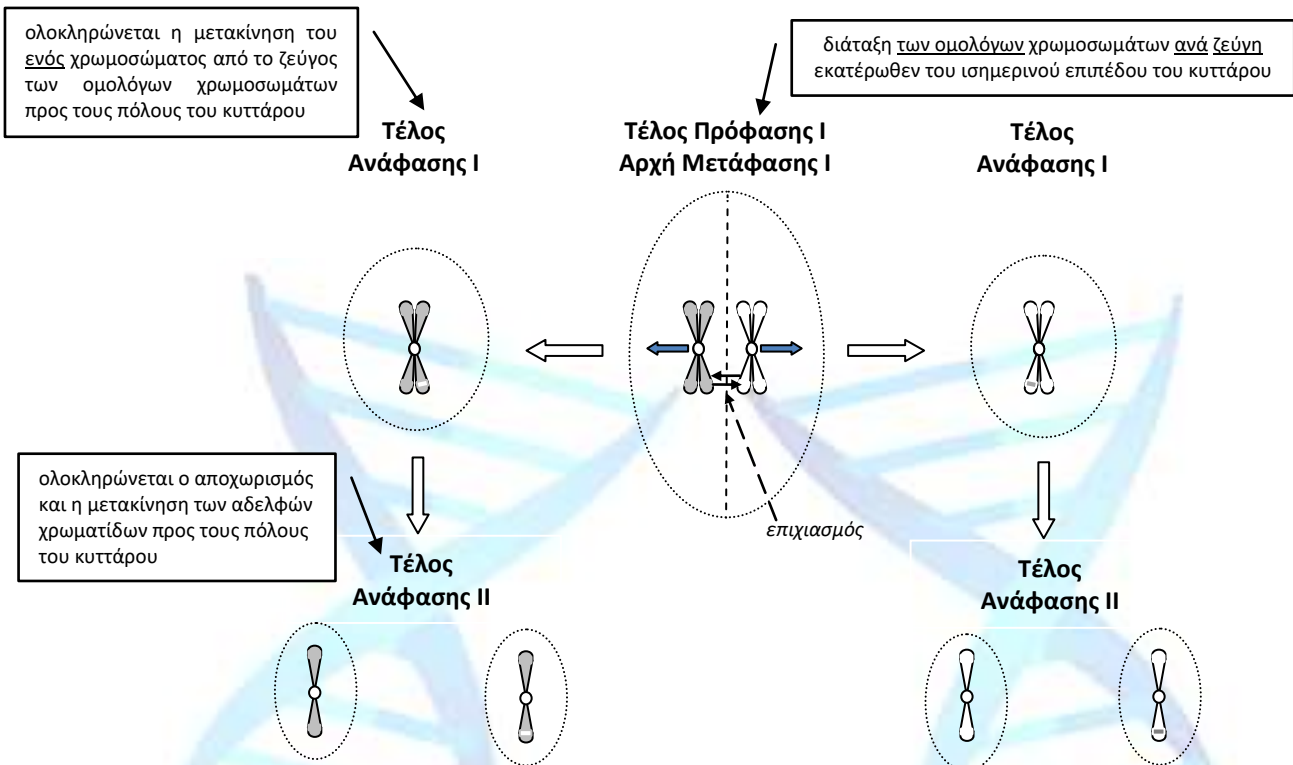
- 1) της μείωσης (παραγωγής γαμετών) από δύο άτομα διαφορετικού φύλου και
- 2) της γονιμοποίησης.



Εικόνα 5.

Μιτωτική διαίρεση. Παρουσιάζονται τα κύρια σημεία της μίτωσης. Στην αρχή της μετάφασης κάθε χρωμόσωμα του αρχικού κυττάρου αποτελείται από 2 αδελφές χρωματίδες. Στο τέλος σε κάθε θυγατρικό κύτταρο τα χρωμοσώματα αποτελούνται από μία χρωματίδα η οποία στη συνέχεια αποσυσπειρώνεται και μετασχηματίζεται σε ινίδιο χρωματίνης.

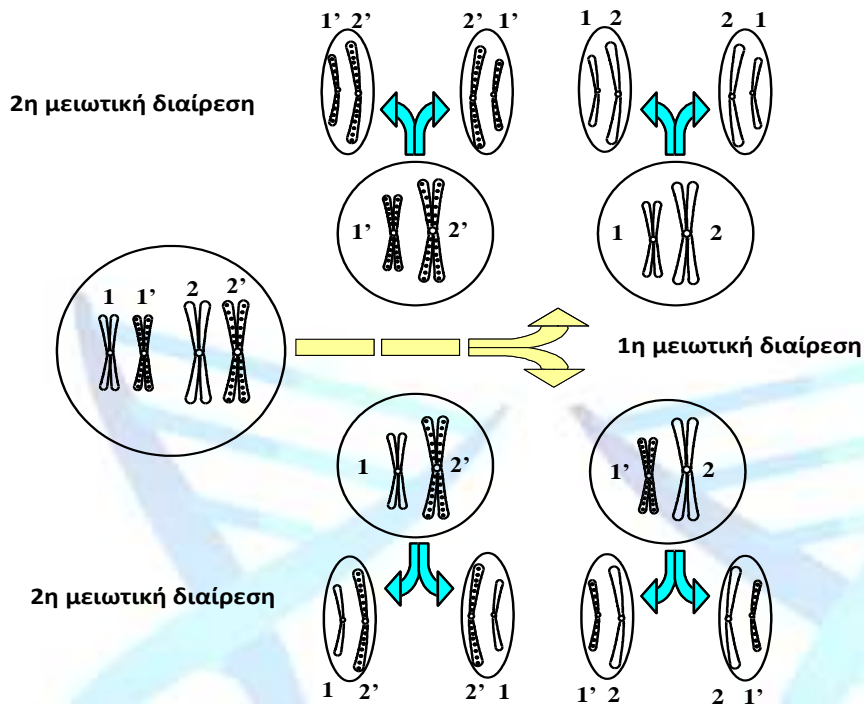
- Τι είναι η γονιμοποίηση;
Γονιμοποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία συνενώνονται 2 (δύο) γαμέτες διαφορετικού φύλου σε ένα νέο κύτταρο, που είναι διπλοειδές ($2n$), το ζυγωτό. Από το ζυγωτό με συνεχείς μιτωτικές διαιρέσεις, προκύπτει ο νέος οργανισμός.
- Ποιες είναι οι φάσεις της μείωσης ;
1^η Μειωτική διαίρεση περιλαμβάνει τα στάδια: 1) Πρόφαση I, 2) Μετάφαση I, 3) Ανάφαση I και Τελόφαση I
2^η Μειωτική διαίρεση περιλαμβάνει τα στάδια: 1) Πρόφαση II, 2) Μετάφαση II, 3) Ανάφαση II και Τελόφαση II
- Ποια είναι τα κύρια σημεία της 1ης μειωτικής διαίρεσης;
α) στο τέλος της πρόφασης, τα ομόλογα χρωμοσώματα τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο, δηλ., συνάπτονται. Σ' αυτό το στάδιο γίνεται επιχiasμός μεταξύ των χρωματίδων των ομόλογων χρωμοσωμάτων.
β) στην αρχή της ανάφασης I, 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 ομόλογων χρωμοσωμάτων) που είναι οργανωμένα σε δύο αδελφές χρωματίδες.
- Τι είναι ο επιχiasμός;
Επιχiasμός είναι η διαδικασία ανταλλαγής χρωμοσωμικών τμημάτων μεταξύ των μη αδελφών χρωματίδων των ομόλογων χρωμοσωμάτων που συμβαίνει στην Πρόφαση I.
- Τι συμβαίνει κατά την 2η μειωτική διαίρεση
Στο τέλος της μετάφασης γίνεται διαίρεση των κεντρομεριδίων και έτσι στο τέλος σχηματίζονται τέσσερα (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.



Εικόνα 6

Μειωτική διαίρεση. Παρουσιάζονται τα κύρια σημεία της μείωσης. Στο τέλος της πρώτης μειωτικής διαίρεσης κάθε θυγατρικό κύτταρο περιλαμβάνει μία απλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων (ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων) τα οποία αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες. Στο τέλος της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης κάθε θυγατρικό κύτταρο, που λέγεται γαμέτης, περιλαμβάνει μία απλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων τα οποία αποτελούνται μόνο από μία χρωματίδα.

- Ποιος είναι ο αριθμός των δυνατών συνδυασμών των ομολόγων χρωμοσωμάτων;
Για 2 ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων (βλέπε εικόνα 7) έχουμε 2 πιθανές διαιρέσεις και επομένως 4 δυνατούς συνδυασμούς μη ομολόγων χρωμοσωμάτων. Γενικά για "n" ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων, έχουμε 2^n δυνατούς συνδυασμούς μη ομολόγων χρωμοσωμάτων. Έτσι το σύνολο των διαφορετικών συνδυασμών ομολόγων χρωμοσωμάτων που μπορούν να εμφανιστούν σε διαφορετικούς γαμέτες (απλοειδή κύτταρα) που θα προκύψουν από τη μείωση είναι: 2^n .
- Που οφείλεται η μεγάλη γενετική ποικιλομορφία των γαμετών;
Χάρη στους δύο μηχανισμούς της μείωσης:
1) τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων, που συμβαίνει κατά την 1^η μειωτική διαίρεση και
2) τον επιχιασμό.
- Ποια είναι η κύρια διαφορά μεταξύ του ανεξάρτητου συνδυασμού χρωμοσωμάτων και του επιχιασμού;
Ο ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων έχει ως αποτέλεσμα την αναδιανομή των γονιδίων που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα, ενώ με τον επιχιασμό επιτυγχάνεται ο ανασυνδυασμός γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο το ζεύγος ομολόγων χρωμοσωμάτων.
- Ποια είναι η σημασία της μείωσης;
Η μείωση (σ' αντίθεση με τη μίτωση) είναι μια διαδικασία που ευνοεί την παραγωγή γενετικής ποικιλομορφίας.



Εικόνα 7:

Δυνατοί συνδυασμοί μη ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά τη Μείωση. Τα κύρια στάδια της μειωτικής διαίρεσης ενός άωρου γεννητικού κυττάρου, που έχει δύο ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Όλη η 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 2 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων έχουμε 2 πιθανές διαιρέσεις και επομένως 4 δυνατούς συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Γενικά για "n" ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων, έχουμε 2^n δυνατούς συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων. (Για απλούστευση του σχήματος έχουν σχεδιασθεί μόνον οι πυρήνες των κυττάρων).