

1. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ

Τίτλος Διδακτικού Σεναρίου: «Οργάνωση Γενετικού υλικού σε Προκαρυωτικά και Ευκαρυωτικά Κύτταρα»

Δημιουργοί: Γιαννουκαράκη Βασιλική ΠΕ04.04, Μανωλικάκη Μαρία ΠΕ04.04, Χατζηδάκης Ιωάννης ΠΕ04.02

Βαθμίδα/Τάξη: Γ' τάξη Γενικού Λυκείου

Γνωστικό Αντικείμενο: Βιολογία Ομάδας Προσανατολισμού Υγείας

Θεματική Ενότητα: Το Γενετικό Υλικό

Χρονική Διάρκεια: Δύο διδακτικές ώρες

Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα:

Οι μαθητές θα:

- εξηγούν γιατί με βάση τις διαστάσεις των κυττάρων και του γενετικού υλικού επιλέχθηκαν μηχανισμοί που να συσπειρώνουν το γενετικό υλικό σε μεγάλο βαθμό.
- μπορούν να περιγράψουν το βακτηριακό «χρωμόσωμα»
- ορίζουν το πυρηνοειδές (στο νέο ΑΠΣ)
- εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται το βακτηριακό DNA στο κύτταρο
- ορίζουν την έννοια της χρωματίνης
- αναγνωρίζουν το νουκλεόσωμα ως βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης
- περιγράφουν τα συστατικά του νουκλεοσώματος και τη σχέση τους
- περιγράφουν όλα τα στάδια συσπείρωσης και αναδίπλωσης του ευκαρυωτικού DNA και τα συσχετίζουν με τα στάδια του κυτταρικού κύκλου (σημ.: ο κυτταρικός κύκλος δεν αναφέρεται σε κάποια ενότητα οποιασδήποτε τάξης στο νέο ΑΠΣ!)
- κατασκευάζουν μοντέλα γενετικού υλικού βακτηρίων και ευκαρυωτικών κυττάρων

2. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ:

- PC ή laptop
- Projector
- Πλαστελίνη (2-3 χρώματα)
- Δερματικό σύρμα τροφίμων σε ρολό
- Μεγάλα και λεπτά λαστιχάκια τροφίμων
- Μετροταινία

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Έναυσμα: Στους μαθητές δίνονται τα εξής δεδομένα με τη μορφή φύλλου εργασίας : 1) η απόσταση δύο διαδοχικών ζευγών βάσεων (ζβ) είναι 0,34 nm. 2) το «χρωμόσωμα» του βακτηρίου *E. coli* περιέχει 4.600.000 ζβ 3) το πυρηνικό DNA στα ανθρώπινα κύτταρα (πριν την αντιγραφή του) περιέχει 6.400.000.000 ζβ. 5) το μήκος του *E. coli* είναι 2,8 μικρόμετρα 6) η συνήθης διάμετρος των ανθρώπινων κυττάρων είναι 6 μικρόμετρα. 7) Το πάχος της διπλής έλικας του DNA είναι περίπου 2 nm. Ζητείται από τους μαθητές να συγκρίνουν το μήκος του γενετικού υλικού κάθε κυττάρου με τις διαστάσεις του χώρου αποθήκευσης του γενετικού υλικού και να διατυπώσουν προτάσεις της μορφής «το γενετικό υλικό του βακτηρίου/πυρήνα έχει Χ φορές μεγαλύτερο μήκος από το μήκος βακτηρίου/διάμετρο πυρήνα.

Από αυτές τις συγκρίσεις προκύπτει αβίαστα το ερευνητικό ερώτημα.

Ερευνητικό ερώτημα: Πώς οργανώνεται το γενετικό υλικό; Πώς καταφέρνουν τα κύτταρα να χωρέσουν τόσο μακρύ γενετικό υλικό σε τόσο μικρές διαστάσεις

Υποθέσεις: Ολιγόλεπτος καταιγισμός ιδεών από μαθητές. Μπορούμε να ρωτήσουμε τους μαθητές να αναφέρουν παραδείγματα από την καθημερινή ωή τα οποία να δείχνουν με ποιον τρόπο μπορούμε να περιορίζουμε το μήκος κάποιων αντικειμένων για μείωση χώρου ή αποθήκευση π.χ μετροταινία, καλώδια κλπ Με καθοδηγούμενη διερεύνηση τους καθοδηγούμε να αντιληφθούν ότι το DNA δεν «στριμώχνεται» απλά στον πυρήνα γιατί αυτό θα το καθιστούσε μη λειτουργικό. Φέρουμε σαν παραδείγματα μη λειτουργικότητας «χύμα» μακριές κλωστές σε κουτί ραφτικών και καλώδια μέσα σε ένα συρτάρι (όλα τα σπίτια έχουν ένα τέτοιο συρτάρι!). Με το παράδειγμα των κλωστών εξηγούμε πώς π.χ. μια κουβαρίστρα συσπειρώνει και κάνει «λειτουργικό» το νήμα. Προεκτείνουμε αυτή τη σκέψη εξηγώντας ότι στη φύση το ρόλο των κουβαριστρών των έχουν πρωτεϊνικά μόρια. Οι πρωτεΐνες λειτουργούν σαν δομές αγκυροβόλησης (anchors) και δεν το κάνουν μόνο μέσω περιέλιξης του DNA γύρω από αυτές.

Πειραματισμός:

Εξοικείωση μαθητών με τις δομές:

Πριν να εμπλακούν οι μαθητές σε δραστηριότητες, τους επιδεικνύονται (με τη χρήση projector) εικόνες των δύο επιπέδων οργάνωσης του βακτηριακού DNA, η δημιουργία θηλιών και η δημιουργία υπερελίκων. Δίνεται έμφαση στο ρόλο πρωτεϊνών ως δομές σταθεροποίησης του σχήματος της θηλιάς. Τους παρουσιάζονται δύο εικόνες μια από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και μια μοντελοποίηση του βακτηριακού χρωμοσώματος.

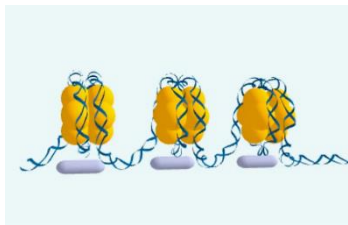
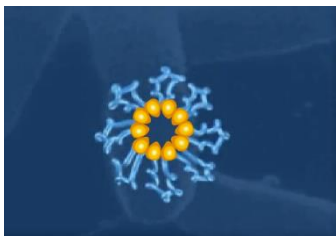
Τους επιδεικνύεται η σύσταση του οκταμερούς των ιστονών και η δομή του νουκλεοσώματος. *Προαιρετικά* (οι παρατηρητικοί μαθητές μπορεί να το

επισημάνουν) επισημαίνονται η αριστερόστροφη περιέλιξη του DNA γύρω από το οκταμερές και η ιστόνη H1. Επίσης επισημαίνεται ο αριθμός των στροφών του DNA πάνω στο οκταμερές ιστονών. Σε επόμενη διαφάνεια επιδεικνύονται τα ανώτερα επίπεδα οργάνωσης της χρωματίνης (σωληνοειδές, θηλιές, χρωμοσώματα) και συσχετίζονται με στάδια του κυτταρικού κύκλου.

Δίνουμε έμφαση στην αναλογία της δημιουργίας θηλιών και στους δύο τύπους γενετικού υλικού καθώς και στην κοινή αξιοποίηση των πρωτεϊνών ως δομών αγκυροβόλησης του γενετικού υλικού. (Συντηρημένο χαρακτηριστικό-κοινή λύση στο ίδιο πρόβλημα)

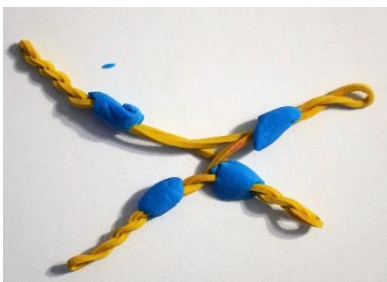
Ακολουθούν 2 animations μικρής διάρκειας (2' συνολικά) (Πηγή: Εκδόσεις McGraw Hill) με τα επίπεδα οργάνωσης του DNA σε βακτήρια και ευκαρυωτικά κύτταρα αντίστοιχα.

(Πατήστε πάνω στις εικόνες ή σκανάρετε τα QR codes.)



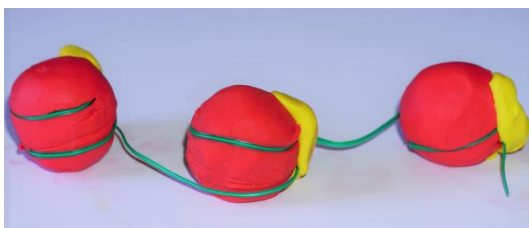
Κατασκευή μοντέλων (ομαδοσυνεργατικά):

Α. Μοντέλο βακτηριακού «χρωμοσώματος»: Στους μαθητές μοιράζονται τα υλικά (λαστιχάκια, πλαστελίνη) και τους ζητείται να φτιάξουν ομοίωμα βακτηριακού «χρωμοσώματος». Τους καθοδηγούμε (αν χρειαστεί) για το πώς θα δημιουργήσουν με στρέψη τις υπερελικώσεις και πώς θα τις σταθεροποιήσουν τις υπερελικωμένες θηλιές με την πλαστελίνη (Σημείωση: πρακτικά είναι δύσκολο να παραχθούν πάνω από 3-4 υπερελικώσεις ανά λαστιχάκι)



Μοντέλο
βακτηριακού
χρωμοσώματος

Β. Μοντέλο τμήματος ινιδίου χρωματίνης (2-3 νουκλεοσώματα στη σειρά):
Στους μαθητές μοιράζονται τα υλικά (δεματικό σύρμα τροφίμων, πλαστελίνες) και τους ζητείται να φτιάξουν ομοίωμα τμήματος ινιδίου χρωματίνης μήκους 3 νουκλεοσωμάτων με πρότυπο την εικόνα του σχολικού βιβλίου. Στην δραστηριότητα έχουμε καθοδηγητικό ρόλο. (Σημεία προσοχής: *συνδεδετικό DNA*, «σφράγισμα» με ιστόνη H1, αριθμός στροφών «DNA» γύρω από το «οκταμερές»). Οι μαθητές μπορούν να μετρήσουν το μήκος του δεματικού σύρματος πριν την «συσπείρωση» καθώς και το μήκος του «ινιδίου χρωματίνης» που κατασκεύασαν.



Μοντέλο τμήματος
ινιδίου χρωματίνης

Επεξεργασία Συμπερασμάτων-Αποτελέσματα: Οι μαθητές βιωματικά δημιουργούν/παρατηρούν την συσπείρωση του γενετικού υλικού των δύο διαφορετικών τύπων κυττάρων. Και στις δύο κατασκευές καταδεικνύεται ο ρόλος των πρωτεϊνών στην οργανωμένη συσπείρωση του γενετικού υλικού. Για το ινίδιο χρωματίνης και με βάση τις μετρήσεις τους, μπορούν να εξάγουν τον βαθμό συσπείρωσης ως το κλάσμα του μήκους του «ινιδίου» προς το μήκος του δεματικού.



Εφαρμογή του Σεναρίου σε τάξη

Φύλλο Εργασίας (στην τάξη)

Έναυσμα/Προβληματισμός

Ερώτηση 1. Σας δίνονται τα ακόλουθα δεδομένα

- 1) Η απόσταση δύο διαδοχικών ζευγών βάσεων (ζβ) είναι 0,34 nm.
- 2) Το «χρωμόσωμα» του βακτηρίου *E. coli* περιέχει 4.600.000 ζβ
- 3) Το μήκος του βακτηρίου *E. coli* είναι 2,8 μικρόμετρα

A. Να υπολογίσετε το μήκος του DNA για το βακτήριο *E. coli* αν αυτό ήταν ευθύγραμμο; (με ακρίβεια 0,01 mm).

..... =

B. Το βακτηριακό «χρωμόσωμα» έχει φορές περισσότερο μήκος από το μήκος του βακτηρίου

Ερώτηση 2. Με βάση τα παρακάτω δεδομένα

- 1) Η απόσταση δύο διαδοχικών ζευγών βάσεων (ζβ) είναι 0,34 nm.
- 2) Το πυρηνικό DNA στα ανθρώπινα κύτταρα (πριν την αντιγραφή του) περιέχει 6.400.000.000 ζβ.
- 3) Η συνήθης διάμετρος των πυρήνων των ανθρώπινων κυττάρων είναι 6 μικρόμετρα.

A. Να υπολογίσετε το συνολικό μήκος του ανθρώπινου DNA για το για ένα ανθρώπινο κύτταρο; (με ακρίβεια 1 cm).

..... =

B. Το DNA ενός ανθρώπινου κυττάρου έχει φορές περισσότερο μήκος από τη διάμετρο του πυρήνα του κυττάρου

Ερώτηση 3 (μετά τη δραστηριότητα κατασκευής)

Μετρήστε με μετροταινία το μήκος του «ινιδίου χρωματίνης» που κατασκευάσατε (με ακρίβεια 0,1 cm). Το μήκος του είναι cm

Αποσυναρμολογήστε το ινίδιο και μετρήστε το μήκος του «DNA» (με ακρίβεια 0,1 cm). Το μήκος του είναι cm.

Συγκρίνοντας τις 2 μετρήσεις να βρείτε τον βαθμό συσπείρωσης του DNA στο ινίδιο χρωματίνης που κατασκευάσατε. Το DNA συσπειρώθηκε φορές

Αν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των ομάδων εργασίας θα εντοπίσουμε διαφορές στο βαθμό συσπείρωσης. Σε ποιους παράγοντες εκτιμάτε ότι οφείλονται οι διαφορές αυτές;

.....
.....
.....

Άσκηση 1

Σε ένα ινίδιο χρωματίνης υπάρχουν συνολικά 2.896 μόρια ιστονών. Αν τα νουκλεοσώματα του ινιδίου αυτού χωρίζονται από ισομεγέθη τμήματα DNA μήκους 54 ζευγών βάσεων το καθένα να βρείτε από πόσα ζεύγη βάσεων αποτελεί το ινίδιο. Δίνεται ότι στην αρχή και το τέλος του ινιδίου αυτού βρίσκονται νουκλεοσώματα.

Άσκηση 2: Σε κάθε μια από τις παρακάτω ερωτήσεις, να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

1. Κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός κυττάρου:

- A. μεταβάλλονται τόσο η μορφή όσο και η χημική σύσταση του γενετικού υλικού
- B. μεταβάλλεται η μορφή αλλά όχι και η σύσταση του γενετικού υλικού.
- Γ. μεταβάλλεται η χημική σύσταση αλλά όχι και η μορφή του γενετικού υλικού
- Δ. δεν μεταβάλλεται ούτε η μορφή ούτε η χημική σύσταση του γενετικού υλικού

2. Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων έχει μήκος μέσα στο κύτταρο περίπου

- A. 2m B. 1mm Γ. 10μm Δ. 1μm

3. Το νουκλεόσωμα αποτελείται από:

- A. DNA μόνο β. DNA και ιστόνες πρωτεΐνες γ. DNA και άλλες πρωτεΐνες δ. DNA, ιστόνες,

4. Τόσο το βακτηριακό DNA όσο και τα ευκαρυωτικά χρωμοσώματα συσπειρώνονται με τη βοήθεια πρωτεϊνών. Ποιος είναι ο κοινός ρόλος των πρωτεϊνών στις δομές αυτές;

Φύλλο εργασίας (στο σπίτι)

Ερωτήσεις θεωρίας

1. Πως οργανώνεται το γενετικό υλικό στα προκαρυωτικά κύτταρα;
2. Από τι αποτελείται το νουκλεόσωμα και ποιος είναι ο ρόλος του;
3. Να περιγράψεις τις χαρακτηριστικές μορφές του γενετικού υλικού του πυρήνα κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου ενός ευκαρυωτικού κυττάρου.
4. Να περιγράψεις τα επίπεδα πακεταρίσματος του γενετικού υλικού σε ένα μεταφασικό χρωμόσωμα
5. Ποιες είναι οι διαφορές στην οργάνωση και στην ποσότητα του γενετικού υλικού των προκαρυωτικών και των ευκαρυωτικών κυττάρων;

Ερωτήσεις κλειστού τύπου

1. Το κύριο DNA των βακτηρίων είναι:

- A. κυκλικό δίκλωνο μόριο μήκους 2m
- B. κυκλικό δίκλωνο μόριο DNA μήκους 1mm
- Γ. γραμμικά μόρια DNA με διάφορα μήκη
- Δ. γραμμικά δίκλωνα μόρια DNA συνολικού μήκους 1μm

2. Βασική μονάδα οργάνωση της χρωματίνης είναι:

- A. το χρωμόσωμα
- B. το γονιδίωμα
- Γ. το νουκλεόσωμα
- Δ. το γονίδιο

3. Νουκλεοσώματα εντοπίζονται:

- A. σε μιτοχόνδρια ανθρώπινου μυϊκού κυττάρου
- B. σε πυρήνα φυτικού κυττάρου
- Γ. στο κυτταρόπλασμα του πνευμονιόκοκκου
- Δ. σε πυρήνα, μιτοχόνδριο και χλωροπλάστη φυτικού κυττάρου

4. Ο πνευμονιόκοκκος έχει ως γενετικό υλικό δίκλωνο γραμμικό μόριο DNA. (Σ-Λ)

5. Το DNA των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο το οποίο αναδιπλώνεται και πακετάρεται με την βοήθεια ιστονών. (Σ-Λ)

6. Η βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης είναι το νουκλεόσωμα, το οποίο αποτελείται από και πρωτεΐνες που ονομάζονται.....

Ασκήσεις

1. Ένα ινίδιο χρωματίνης στην αρχή της μεσόφασης ενός κυττάρου έχει 400 νουκλεοσώματα. Να υπολογίσετε στη φάση G2 μετά τον αυτοδιπλασιασμό του DNA:

A. Πόσα είναι τα νουκλεοσώματα.

B. Πόσες είναι οι αζωτούχες βάσεις και

Γ. Πόσα μόρια ιστονών θα υπάρχουν.

(θεωρήστε το ινίδιο χωρίς ενδιάμεσα τμήματα και με νουκλεοσώματα στα άκρα)

2. Ένα τμήμα ινιδίου χρωματίνης έχει 10 νουκλεοσώματα. Το τμήμα του δίκλωνου μορίου DNA που βρίσκεται μεταξύ δύο διαδοχικών νουκλεοσωμάτων έχει μήκος 54 ζεύγη βάσεων.

A. Πόσα μόρια ιστονών υπάρχουν στο παραπάνω τμήμα του ινιδίου της χρωματίνης;

B. Ποιο είναι το μήκος του DNA που περιέχεται στο τμήμα του ινιδίου της χρωματίνης;

Γ. Έστω ότι το DNA του ινιδίου αντιγράφεται. Πόσα μόρια ιστονών και πόσα νουκλεοτίδια χρειάζονται ακόμα, προκειμένου να γίνει η αντιγραφή του παραπάνω ινιδίου; (θεωρήστε ότι το ινίδιο έχει στα δύο άκρα του νουκλεοσώματα)

3. Θραύσμα ινιδίου χρωματίνης αρχίζει και τελειώνει με νουκλεόσωμα. Ανάμεσα σε δύο διαδοχικά νουκλεοσώματα υπάρχει DNA μήκους 60 ζευγών βάσεων. Το θραύσμα περιέχει 6060 νουκλεοτίδια. Πόσα νουκλεοσώματα περιέχονται σε αυτό;