

Στέργος Σαλαμαστράκης
Μαρία Μπαρμπαρή-Σαλαμαστράκη
Σπύρος Σαλαμαστράκης

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ:

1. Το γενετικό υλικό, 2. Αντιγραφή, έκφραση και ρύθμιση της γενετικής πληροφορίας, 4. Τεχνολογία του ανασυνδυσασμένου DNA, 5. Μενδελική κληρονομικότητα, 6. Μεταλλάξεις, 7. Αρχές και μεθοδολογία της Βιοτεχνολογίας, 8. Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στην Ιατρική, 9. Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στη γεωργία και την κτηνοτροφία, 11. Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στην προστασία του περιβάλλοντος

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΟΜΑΔΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

**ΝΕΑ
ΕΚΔΟΣΗ**

Σύμφωνα
με την ύλη
και τις οδηγίες
του Υπουργείου
για το Νέο Σύστημα
των Πανελλαδικών
Εξετάσεων

ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ

Το γενετικό υλικό

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

1. Να αναφέρετε τις διαφορές ανάμεσα στα αδρά και λεία βακτήρια του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος που χρησιμοποίησε ο Griffith στα πειράματά του το 1928.

Απ.

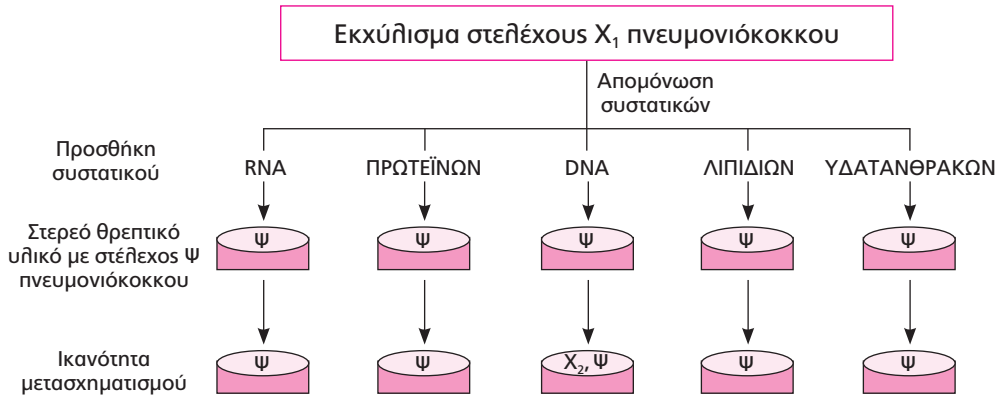
Λεία βακτήρια	Αδρά βακτήρια
<ul style="list-style-type: none"> • Έχουν προστατευτικό κάλυμμα. • Σχηματίζουν λείες αποικίες σε στερεό θρεπτικό υλικό. • Είναι παθογόνα και προκαλούν πνευμονία στα ποντίκια. 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν έχουν προστατευτικό κάλυμμα. • Σχηματίζουν αδρές αποικίες σε στερεό θρεπτικό υλικό. • Δεν είναι παθογόνα.

2. α. Να περιγράψετε τα πειράματα του Griffith.
β. Να αναφέρετε το συμπέρασμα που προέκυψε από τα πειράματα του Griffith.

Απ.

- α. Ο Griffith αρχικά χρησιμοποίησε υψηλή θερμοκρασία για να σκοτώσει τα λεία παθογόνα βακτήρια και μ' αυτά μόλυνε ποντικούς οι οποίοι παρέμειναν ζωντανόι. Στη συνέχεια, ανέμιξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά (μη παθογόνα) και με το μείγμα αυτό μόλυνε ποντικούς οι οποίοι πέθαναν και στο αίμα τους βρέθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια.
- β. Το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι μερικά αδρά ζωντανά βακτήρια ύστερα από την αλληλεπίδρασή τους μέσα στο μείγμα με τα νεκρά λεία παθογόνα «μετασχηματίστηκαν» σε ζωντανά λεία παθογόνα λόγω της εισόδου σ' αυτά ενός «ειδικού παράγοντα» από τα νεκρά λεία βακτήρια. Τελικά, ο Griffith δεν μπόρεσε να αποδείξει ποιο από τα συστατικά των νεκρών λείων βακτηρίων στο μείγμα (πρωτεΐνες ή DNA) εισήλθε στα ζωντανά αδρά βακτήρια και προκάλεσε τον μετασχηματισμό τους σε λεία.

3. Το παρακάτω σχήμα παριστάνει τα βήματα ενός πειράματος που πραγματοποιήθηκε «in vitro» για την ταυτοποίηση του συστατικού που δρα ως γενετικό υλικό στα κύτταρα των οργανισμών.



- Να αναφέρετε ποιοι και πότε πραγματοποίησαν το παραπάνω πείραμα.
 - Να ονομάσετε τα στελέχη X_1 , X_2 και Ψ του πνευμονιόκοκκου.
 - Τι διαπίστωσαν οι ερευνητές με το παραπάνω πείραμα;
 - Εάν στο εκχύλισμα του στελέχους X_1 προστεθούν πρωτεάσες και τα προϊόντα της δράσης τους προστεθούν σε στερεό θρεπτικό υλικό που περιέχει στέλεχος Ψ , ποιο θα είναι το αποτέλεσμα ως προς την ικανότητα μετασχηματισμού; Τι θα συνέβαινε αν αντίστοιχα αντί για πρωτεάσες προστεθούν νουκλεάσες που διασπούν μόνο το DNA του στελέχους X_1 ;
- Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απ.

- Το παραπάνω πείραμα πραγματοποίησαν οι Avery, Mac-Leod και McCarty, το 1944.
 - X_1 : νεκρά λεία βακτήρια, X_2 : ζωντανά λεία βακτήρια, Ψ : ζωντανά αδρά βακτήρια.
 - Διαπίστωσαν ότι το συστατικό που προκαλούσε τον μετασχηματισμό των αδρών βακτηρίων σε λεία ήταν το DNA.
 - Η προσθήκη πρωτεασών στο εκχύλισμα των νεκρών λείων βακτηρίων θα διασπάσει τις πρωτεΐνες και όχι το DNA. Επομένως θα γίνει μετασχηματισμός. Αντίθετα, με την προσθήκη νουκλεασών που διασπούν μόνο το DNA, δε θα γίνει μετασχηματισμός.
4. Ποια βιοχημικά δεδομένα υποστήριζαν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό την περίοδο που ο Avery και η ομάδα του επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith in vitro;

Απ.

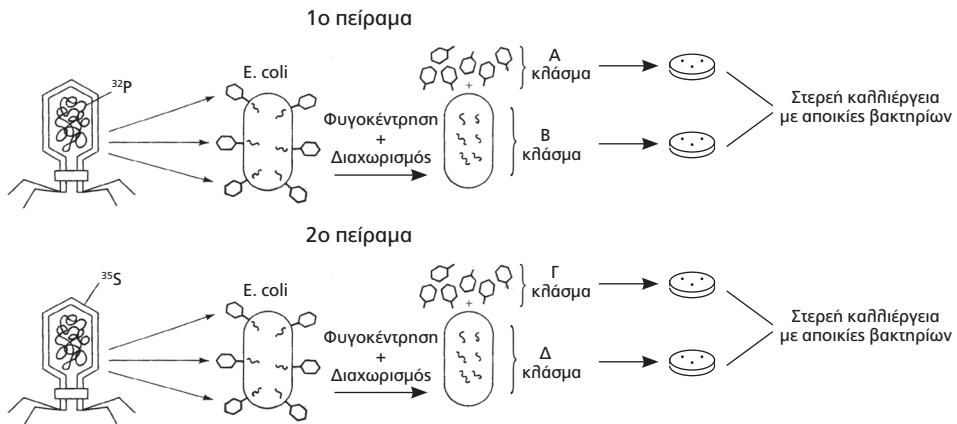
- Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δε μεταβάλλεται από

αλληλαγές 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.

- Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή.
- 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.
- Από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς βρέθηκε ότι σε κάθε μόριο DNA ισχύει $A = T$ και $C = G$.

Επίσης, βρέθηκε ότι η αναλογία των αζωτούχων βάσεων $\frac{A+T}{C+G}$ διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού.

5. Το παρακάτω σχήμα δείχνει συνοπτικά δύο πειράματα μόλυνσης του βακτηρίου *E. coli* από ικνηθετημένους φάγους T_2 , όπως αυτά πραγματοποιήθηκαν από τους Hershey και Chase. Στο πρώτο πείραμα οι φάγοι είναι ικνηθετημένοι με ραδιενεργό ^{32}P , ενώ στο δεύτερο πείραμα με ραδιενεργό ^{35}S . Και στα δύο πειράματα τα βακτήρια καλλιιεργούνται σε μη ραδιενεργό υγρό θρεπτικό υλικό, ενώ δέκα λεπτά μετά τη μόλυνση (πριν από την έξοδο των νέων φάγων από τα μολυσμένα βακτήρια), η υγρή καλλιέργεια υποβάλλεται σε φυγοκέντρηση και διαχωρίζεται σε δύο κλάσματα. Έτσι, συνολικά έχουμε τέσσερα κλάσματα, Α, Β, Γ και Δ.

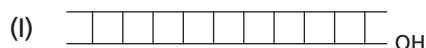


- α. Ποιο ή ποια από τα κλάσματα Α, Β, Γ και Δ των πειραμάτων 1 και 2 είναι ραδιενεργά; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
- β. Καθένα από τα τέσσερα κλάσματα Α, Β, Γ και Δ προστίθεται σε αντίστοιχα τέσσερις καλλιέργειες βακτηρίων που αναπτύσσονται σε στερεό θρεπτικό υλικό. Σε ποια ή ποιες απ' αυτές θα παρατηρηθεί πολλαπλασιασμός των φάγων και καταστροφή των βακτηρίων;

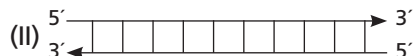
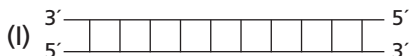
Απ.

- α. Στο πρώτο πείραμα, ο ^{32}P είναι ενσωματωμένος στο DNA των φάγων και όχι στις πρωτεΐνες τους, ενώ στο δεύτερο πείραμα το ^{35}S είναι ενσωματωμένο μόνο στις πρωτεΐνες των φάγων και όχι στο DNA τους. Κατά τη μόλυνση των βακτηρίων από τους ραδιενεργούς φάγους T_2 , εισέρχεται μέσα στα βακτήρια μόνο το DNA των φάγων, ενώ το πρωτεϊνικό τους περίβλημα (καψίδιο) παραμένει έξω από τα βακτήρια. Επομένως τα ραδιενεργά κλάσματα είναι το Β και το Γ. Το Β περιέχει βακτήρια μέσα στα οποία έχει εισέλθει DNA φάγων με ραδιενεργό ^{32}P , ενώ το κλάσμα Γ αποτελείται από τα ραδιενεργά με ^{35}S περιβλήματα των φάγων.
- β. Μόνο το DNA των φάγων είναι ικανό να «δώσει τις απαραίτητες εντολές» για τον πολλαπλασιασμό τους και την παραγωγή νέων φάγων που θα καταστρέψουν τις υπάρχουσες αποικίες των βακτηρίων. Επομένως, το Β και το Δ κλάσμα που περιέχουν μολυσμένα με φάγους T_2 βακτήρια είναι αυτά από τα οποία οι νέοι φάγοι που θα παραχθούν θα προσβάλλουν και τις υπάρχουσες αποικίες των βακτηρίων στο νέο στερεό θρεπτικό υλικό και θα τις καταστρέψουν.

6. Το διπλάνο σχήμα παριστάνει δύο τμήματα (I, II) δίκλωνου DNA. Να τοποθετήσετε σε καθένα απ' αυτά τα 3' και 5' άκρα και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

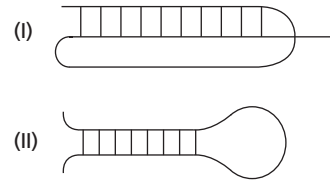


Απ.



- Κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα DNA (ή RNA) 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. Με τον τρόπο αυτό, η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που δημιουργείται έχει έναν σκελετό, που αποτελείται από επανάληψη των μορίων φωσφορική ομάδα – πεντόζη – φωσφορική ομάδα – πεντόζη.
- Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτιδίου έχει πάντα μια ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτιδίό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του.
- Έτσι ο προσανατολισμός της κάθε πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι πάντα 5' → 3'.
- Σε κάθε δίκλωνο μόριο DNA οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3' άκρο της μιας είναι απέναντι από το 5' άκρο της άλλης.

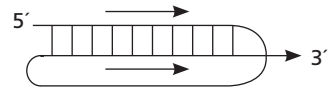
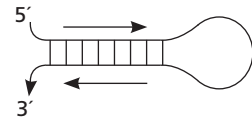
7. Ποιο από τα σχήματα I, II παριστάνει τη σωστή δευτεροταγή δομή που προκύπτει από αναδίπλωση τμήματος μορίου RNA; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Απ.

Το σχήμα που παριστάνει σωστή δευτεροταγή δομή είναι το II, διότι τα δύο τμήματα του μορίου RNA με προσανατολισμό 5' → 3' είναι αντιπαράλληλα (και συμπληρωματικά).

Το ίδιο ισχύει αν αντιστραφεί η θέση των 3' και 5' άκρων. Το σχήμα I δεν παριστάνει σωστή δευτεροταγή δομή, διότι τα δύο τμήματα του μορίου RNA με προσανατολισμό 5' → 3' δεν είναι αντιπαράλληλα.



8. Τι πληροφορίες μπορεί να μας δώσει η αναλογία των αζωτούχων βάσεων $\frac{A + T}{C + G}$;

Απ.

- Πληροφορίες που σχετίζονται με το είδος του οργανισμού, διότι η αναλογία αυτή διαφέρει από είδος σε είδος. Όταν είναι ίδια για τα κύτταρα δύο οργανισμών, τότε οι οργανισμοί αυτοί **μπορεί** να ανήκουν στο ίδιο είδος.
Για να ανήκουν οπωσδήποτε στο ίδιο είδος, θα πρέπει επιπλέον ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων τους να είναι ίδια.
- Πληροφορίες για τη σταθερότητα δύο διαφορετικών μορίων DNA. Όταν έχουμε δύο διαφορετικά μόρια DNA ίσου μήκους, τότε σταθερότερο είναι εκείνο που έχει τη μικρότερη αναλογία $\frac{A + T}{C + G}$, διότι το % C-G σ' αυτό είναι μεγαλύτερο και άρα θα έχει και περισσότερους δεσμούς υδρογόνου που θα συγκρατούν τους δύο κλώνους του (απαιτείται μεγαλύτερη θερμοκρασία για την αποδιάταξή του).

9. Τι ονομάζεται γονιδίωμα ενός κυττάρου;

Απ.

Γονιδίωμα ενός κυττάρου ονομάζεται το σύνολο του γενετικού του υλικού. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, το γενετικό υλικό (DNA) κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και τους χλωροπλάστες. Συνήθως όμως ο όρος γονιδίωμα αναφέρεται στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα.

10. Ποια κύτταρα ονομάζονται απλοειδή και ποια διπλοειδή; Να αναφέρετε αντίστοιχα παραδείγματα.

Απ.

- Απλοειδή ονομάζονται τα κύτταρα που έχουν ένα αντίγραφο του γονιδιώματος. Απλοειδή κύτταρα είναι οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών, τα προκαρυωτικά κύτταρα και τα κύτταρα που προκύπτουν από την 1η μειωτική διαίρεση.
- Διπλοειδή ονομάζονται τα κύτταρα που έχουν δύο αντίγραφα του γονιδιώματος. Διπλοειδή κύτταρα είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών καθώς και τα άωρα γεννητικά κύτταρα.

11. α. Πώς προκύπτει το ένα αντίγραφο του γονιδιώματος σε κάθε γαμέτη;

β. Πώς προκύπτουν τα δύο αντίγραφα του γονιδιώματος σε κάθε διπλοειδές κύτταρο ενός ανώτερου ευκαρυωτικού οργανισμού;

γ. Τα δύο αντίγραφα του γονιδιώματος ενός φυσιολογικού διπλοειδούς κυττάρου είναι ταυτόσημα γενετικά;

Απ.

α. Με τη διαδικασία της μείωσης. Στην πρώτη μειωτική διαίρεση γίνεται διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων, ενώ στη δεύτερη αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων. Σε κάθε γαμέτη καταλήγει μία από τις τέσσερις χρωματίδες του κάθε ομόλογου ζεύγους χρωμοσωμάτων.

β. Με τη διαδικασία της γονιμοποίησης (σύντηξης). Ένας θηλυκός γαμέτης ενώνεται με έναν αρσενικό γαμέτη και προκύπτει το ζυγωτό. Όλα τα κύτταρα του νέου οργανισμού προκύπτουν με διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις από το ζυγωτό.

γ. Όχι, διότι σε κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων του, το ένα χρωμόσωμα είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης, με αποτέλεσμα να μη συμπίπτει η αλληλοουχία βάσεων σ' αυτά.

12. α. Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά των πλάσμιδίων.

β. Ποια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά αξιοποιούνται στις τεχνικές της Γενετικής Μηχανικής;

Απ.

α. Τα πλάσμιδια:

- Βρίσκονται σε πολλά βακτήρια.
- Είναι μικρά, δίκλιωνα, κυκλικά μόρια DNA των οποίων το μέγεθος ποικίλλει.
- Περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας και αποτελούν το 1-2% του βακτηριακού DNA.
- Μπορεί να βρίσκονται ένα ή περισσότερα μέσα σε ένα βακτήριο.
- Αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηριακού κυττάρου.
- Μπορεί να περιέχουν γονίδια:
 - ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά
 - που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε

άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες.

- που προκαλούν όγκους σε φυτά (πλησμίδιο T_i, βλ. κεφ. 9).
 - Έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί ένα γονίδιο που βρίσκεται στο κύριο βακτηριακό DNA να μεταφερθεί στο DNA ενός πηλασμιδίου του ίδιου βακτηρίου και αντίστροφα.
- β.**
- Το μικρό τους μέγεθος, διότι διευκολύνει τον μετασχηματισμό των βακτηρίων-ξενιστών.
 - Η ανεξάρτητη αντιγραφή τους για την αύξηση του αριθμού των αντιγράφων τους και επομένως και των γονιδίων που φέρουν.
 - Τα γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά για την επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηριακών κλώνων (βλ. κεφ. 4).
 - Η δυνατότητα εισόδου του πηλασμιδίου T_i σε φυτικά κύτταρα για τη γενετική τροποποίηση φυτών (βλ. κεφ. 9).

13. Ένα βακτήριο A είναι ανθεκτικό στο αντιβιοτικό πουρομυκίνη και όχι στο αντιβιοτικό τετρακυκλίνη, ενώ ένα άλλο βακτήριο B είναι ανθεκτικό στην τετρακυκλίνη και όχι στην πουρομυκίνη. Τα δύο είδη βακτηρίων A και B μεταφέρονται σε κοινό στερεό θρεπτικό υλικό που δεν περιέχει κανένα αντιβιοτικό, όπου και αναπτύσσονται για ορισμένο χρονικό διάστημα. Στη συνέχεια, από την καλλιέργεια αυτή, βακτήρια A και B μεταφέρονται σε στερεό θρεπτικό υλικό που περιέχει και τα δύο αντιβιοτικά. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, παρατηρούμε λίγες αποικίες και των δύο ειδών βακτηρίων. Να εξηγήσετε το αποτέλεσμα.

Απ.

Η ανθεκτικότητα των βακτηρίων σε αντιβιοτικά οφείλεται σε γονίδια ανθεκτικότητας που βρίσκονται στα πηλασμίδια που αυτά φέρουν. Τα πηλασμίδια όμως, εκτός από γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, διαθέτουν και γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό, μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες.

Η ανθεκτικότητα του βακτηρίου A στην πουρομυκίνη και η ανθεκτικότητα του βακτηρίου B στην τετρακυκλίνη οφείλεται σε αντίστοιχα γονίδια ανθεκτικότητας που εδράζονται αντίστοιχα στα πηλασμίδια που διαθέτουν.

Όταν τα δύο είδη βακτηρίων καλλιιεργήθηκαν μαζί σε κοινό θρεπτικό υλικό, απουσία αντιβιοτικών, προφανώς συνέβη μετασχηματισμός ενός βακτηρίου. Δηλαδή, μεταφέρθηκε γενετικό υλικό από πηλασμίδιο του βακτηρίου A που έφερε γονίδιο ανθεκτικότητας στην πουρομυκίνη στο βακτήριο B, με αποτέλεσμα να προκύψει βακτήριο που να εμφανίζει ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά.

Ή μπορεί να συνέβη και το αντίθετο: δηλαδή να μεταφέρθηκε γενετικό υλικό από πλάσμιδιο του βακτηρίου Β, που έφερε γονίδιο ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη, στο βακτήριο Α, με αποτέλεσμα πάλι να προκύψει βακτήριο με ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά.

- 14. α.** *Τι ονομάζεται νουκλεόσωμα και πώς αυτό παρατηρείται;*
β. *Από τι αποτελείται ένα νουκλεόσωμα;*
γ. *Πού απαντώνται τα νουκλεοσώματα;*
δ. *Ποια είναι η βιολογική σημασία των νουκλεοσωμάτων;*

Απ.

- α.** Νουκλεόσωμα ονομάζεται η βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης που μοιάζει με χάντρα. Τα νουκλεοσώματα παρατηρούνται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ύστερα από ειδική επεξεργασία. Τότε τα ινίδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες – νουκλεοσώματα.
β. Κάθε νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών που ονομάζονται ιστόνες. Το DNA αυτό είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών.
γ. Στον πυρήνα όλων των ευκαρυωτικών κυττάρων. (Νουκλεοσώματα δε βρίσκονται σε μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες και σε προκαρυωτικά κύτταρα.)
δ. Συμβάλλουν με την αναδίπλωσή τους στο πακετάρισμα του DNA σε μεγαλύτερο βαθμό, σχηματίζοντας τελικά τα ινίδια χρωματίνης με πάχος 30 nm. Στην αναδίπλωσή τους αυτή συμμετέχουν και άλλα είδη πρωτεϊνών.

- 15. α.** *Ποια είναι η διάμετρος ενός ινιδίου χρωματίνης;*
β. *Να αναφέρετε τα βιολογικά μακρομόρια που συμμετέχουν στη δομή ενός ινιδίου χρωματίνης με πάχος 30 nm.*
γ. *Πώς παρατηρούνται τα ινίδια χρωματίνης με πάχος 11 nm και με τι μοιάζουν αυτά;*
δ. *Πώς σχηματίζεται τελικά ένα ινίδιο χρωματίνης με πάχος 30 nm;*
ε. *Σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου το γενετικό υλικό έχει τη μορφή ινιδίων χρωματίνης;*

Απ.

- α.** Η διάμετρος ενός ινιδίου χρωματίνης είναι 30 nm. Ωστόσο, κατά την ειδική επεξεργασία που υφίστανται τα ινίδια χρωματίνης με πάχος 30 nm για την παρατήρηση των νουκλεοσωμάτων τους, αυτά αποσυσπειρώνονται μερικώς, παίρνουν τη μορφή κομπολογιού και το καθένα εμφανίζει in vitro διάμετρο 11 nm.
β. Ένα ινίδιο χρωματίνης με πάχος 30 nm αποτελείται από ένα δίκλωνο γραμμικό μόριο DNA, ιστόνες (πρωτεΐνες) καθώς και άλλα είδη πρωτεϊνών.
γ. Τα ινίδια χρωματίνης με διάμετρο 11 nm παρατηρούνται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ύστερα από ειδική επεξεργασία και μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες.

- δ. Ένα ινίδιο χρωματίνης με διάμετρο 30 nm σχηματίζεται με αναδίπλωση (πακετάρισμα) των νουκλεοσωμάτων που έχουν σχηματιστεί. Στην αναδίπλωση αυτή συμμετέχουν η ιστόνη H₁ και άλλα είδη πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα το DNA τους να πακετάρεται τελικά σε μεγαλύτερο βαθμό.
- ε. Στη μεσόφαση.
- 16. α.** Πώς σχηματίζονται τα μεταφασικά χρωμοσώματα και από τι αποτελούνται αυτά;
- β.** Πότε και πώς αυτά παρατηρούνται;
- γ.** Σε τι διαφέρουν δύο μεταφασικά χρωμοσώματα που ανήκουν σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων;
- δ.** Ποια είναι η χημική σύσταση ενός μεταφασικού χρωμοσώματος σε μακρομόρια;
- ε.** Πόσα και ποια στάδια συσπείρωσης υφίσταται ένα ινίδιο χρωματίνης για να προκύψει ένα μεταφασικό χρωμόσωμα;
- στ.** Τι εξυπηρετεί ο υψηλός βαθμός συσπείρωσης στο γενετικό υλικό;

Απ.

- α.** Τα μεταφασικά χρωμοσώματα αρχίζουν να σχηματίζονται μετά το τέλος της αντιγραφής του DNA (φάση S της μεσόφασης). Από κάθε μόριο DNA προκύπτουν δύο θυγατρικά μόρια DNA που οργανώνονται σε δύο ινίδια χρωματίνης. Τα δύο αυτά αντίγραφα κάθε ινιδίου, που ονομάζονται αδελφές χρωματίδες, συνδέονται μεταξύ τους με μια δομή που ονομάζεται κεντρομερίδιο, το οποίο χωρίζει την κάθε χρωματίδα σε δύο βραχίονες. Στην κυτταρική διαίρεση, οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται και κατά το στάδιο της μετάφασης αποκτούν τον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης και συνιστούν συνδεδεμένες στο κεντρομερίδιο τα μεταφασικά χρωμοσώματα.
- β.** Παρατηρούνται τόσο στο οπτικό όσο και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μετά από χρώση κατά τη διάρκεια της μετάφασης, όπου και εμφανίζουν τον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης που τα καθιστά ευδιάκριτα.
- γ.**
- Στη μορφολογία (σχήμα και μέγεθος χρωμοσωμάτων, θέση κεντρομεριδίου, μέγεθος βραχιόνων, πρότυπο ζωνών).
 - Στην αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων.
 - Στο είδος και τον αριθμό των διαφορετικών γενετικών θέσεων και άρα της γενετικής πληροφορίας που φέρουν.
- δ.** Κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο γραμμικά μόρια DNA και από πρωτεΐνες (ιστόνες και άλλα είδη πρωτεϊνών).
- ε.** Μετά την αντιγραφή του DNA, καθένα από τα δύο θυγατρικά ινίδια χρωματίνης πάχους 30 nm αναδιπλώνεται και σχηματίζει θηλιές, με αποτέλεσμα το πάχος να αυξάνεται σε 300 nm.
- Στη συνέχεια, οι θηλιές αναδιπλώνονται και κάθε αδελφή χρωματίδα αποκτά τον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης, που αντιστοιχεί σε πάχος 700 nm. Επειδή κάθε με-

ταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο, εμφανίζει τελικά πάχος 1.400 nm. Άρα απαιτούνται δύο στάδια συσπείρωσης.

στ. Ο υψηλός βαθμός συσπείρωσης στο γενετικό υλικό εξυπηρετεί την προστασία του γενετικού υλικού από νουκλεάσες λόγω διάλυσης της πυρηνικής μεμβράνης κατά την κυτταρική διαίρεση, καθώς και την ισοκατανομή του στα θυγατρικά κύτταρα με τον σωστό αποχωρισμό των «πρώην» αδελφών χρωματίδων.

- 17. α.** Πότε χρησιμοποιείται ο όρος *αδελφές χρωματίδες*;
β. Πότε οι *αδελφές χρωματίδες* αποκτούν τον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης;
γ. Ποια είναι η τύχη των *αδελφών χρωματίδων* κατά το τέλος της *κυτταρικής διαίρεσης* (μίτωσης ή μείωσης);
δ. Γιατί οι *αδελφές χρωματίδες*, αν δε συμβεί *μετάλλαξη*, είναι *γενετικά όμοιες*;

Απ.

- α.** Ο όρος *αδελφές χρωματίδες* χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλοσυσσωματά (ινίδια χρωματίνης) κατά το χρονικό διάστημα που αυτές βρίσκονται συνδεδεμένες στο κεντρομερίδιο.
β. Στην κυτταρική διαίρεση οι *αδελφές χρωματίδες* συσπειρώνονται και, κατά το στάδιο της *μετάφασης*, αποκτούν τον μέγιστο βαθμό συσπείρωσης.
γ. Στο τέλος της *κυτταρικής διαίρεσης*, οι *αδελφές χρωματίδες* αποχωρίζονται πλήρως προκειμένου να κατανεμηθούν η καθεμία σε καθένα από τα δύο (ή 4) θυγατρικά κύτταρα. Στη συνέχεια, αποσυσπειρώνονται σταδιακά και «μετατρέπονται» πάλι σε ινίδια χρωματίνης στον μεσοφασικό πυρήνα των νέων κυττάρων κ.ο.κ.
δ. Διότι το DNA της κάθε χρωματίδας προέρχεται από την αντιγραφή ενός αρχικού μορίου DNA. Γνωρίζουμε ότι κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλιωνα μόρια DNA πανομοιότυπα με το αρχικό μόριο.

- 18. α.** Τι ονομάζεται *καρυότυπος*;
β. Να περιγράψετε τα βήματα για την κατασκευή *καρυότυπου αναφέροντας και τον ρόλο των ουσιών που χρησιμοποιούνται κατά τη δημιουργία του καρυότυπου*.

Απ.

- α.** Καρυότυπος ονομάζεται η ταξινόμηση και απεικόνιση όλων των μεταφασικών χρωμοσωμάτων ενός οργανισμού κατά ζεύγη και ελαττούμενο μέγεθος.
β.
 - Αρχικά επιλέγονται κύτταρα που διαιρούνται. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά είτε από κυτταροκαλλιέργειες, όπου γίνεται in vitro επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση.
 - Προστίθενται ουσίες που σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη φάση της μετάφασης. Αυτό γίνεται για δύο λόγους: πρώτον, διότι τα χρωμοσώματα μελε-

τώνται στη φάση της μετάφασης, που εμφανίζουν τον μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα, και δεύτερον, διότι σε έναν πληθυσμό διαιρούμενων κυττάρων, το ποσοστό (%) των κυττάρων που βρίσκεται στη μετάφαση είναι μικρό.

- Στη συνέχεια, τα κύτταρα επωάζονται σε υπότονο διάλυμα, ώστε να σπάσει η πηλασματική τους μεμβράνη.
- Τα χρωμοσώματα:
 - απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα
 - χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές ουσίες (π.χ. Giemsa, που δίνει χαρακτηριστικό πρότυπο ζωνών στα χρωμοσώματα με σκοτεινό και ανοικτό χρώμα)
 - παρατηρούνται στο μικροσκόπιο και τέλως
 - ταξινομούνται και απεικονίζονται κατά ζεύγη και κατά ελαττούμενο μέγεθος

19. Να αναφέρετε τις πληροφορίες που αντλούμε από τη μελέτη ενός καρυότυπου.

Απ.

Η μελέτη ενός καρυότυπου μας δίνει πληροφορίες:

- Για τον αριθμό και τη μορφολογία των χρωμοσωμάτων (σχήμα, μέγεθος, θέση κεντρομεριδίου, πρότυπο ζωνών) που αποτελούν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε είδους οργανισμού.
- Για το φύλο (για είδη που έχουν αντίστοιχο καθορισμό του φύλου με τον άνθρωπο).
- Για την ύπαρξη ή μη χρωμοσωμικών ανωμαλιών, που μπορεί να αφορούν αλλαγές στον αριθμό (αριθμητικές) ή στη δομή (δομικές) των χρωμοσωμάτων. Οι δομικές αλλαγές εντοπίζονται μετά από χρώση των χρωμοσωμάτων με ειδικές χρωστικές (π.χ. Giemsa) οι οποίες και δίνουν πρότυπο ζωνών διαφορετικό από εκείνο που δίνουν τα φυσιολογικά χρωμοσώματα (όταν βαφούν με την ίδια χρωστική), γεγονός που οδηγεί στον εντοπισμό τους.

20. Δύο οργανισμοί έχουν 46 χρωμοσώματα ο καθένας. Μπορεί να ανήκουν στο ίδιο είδος;

Απ.

Μπορεί να, μπορεί και όχι. Διότι για να ανήκουν δύο ή περισσότεροι οργανισμοί στο ίδιο είδος, θα πρέπει όχι μόνο ο αριθμός αλλά και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων τους να είναι ίδια.

21. α. Ποια χρωμοσώματα ονομάζονται ομόλογα;

β. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ομόλογων χρωμοσωμάτων;

γ. Ποια χρωμοσώματα στα ανθρώπινα κύτταρα δε χαρακτηρίζονται ομόλογα;

δ. Σε τι μπορεί να διαφέρουν δύο ομόλογα χρωμοσώματα;

Απ.

- α. Ομόλογα χρωμοσώματα ονομάζονται αυτά που ανήκουν στο ίδιο ζεύγος. Το ένα χρωμόσωμα του κάθε ζεύγους είναι πατρικής προέλευσης και το άλλο μητρικής.
- β. • Το ένα είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης.
• Εμφανίζουν την ίδια μορφολογία διότι έχουν:
– ίδιο μέγεθος και ίδιο σχήμα
– ίδια θέση κεντρομεριδίων και επομένως το ίδιο μέγεθος βραχιόνων
– ίδιο πρότυπο ζωνών ύστερα από χρώση με την ίδια χρωστική ουσία, π.χ. Giemsa
• Έχουν αντίστοιχες γενετικές θέσεις και επομένως περιέχουν γονίδια που ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες.
- γ. Ο άνθρωπος διαθέτει 46 χρωμοσώματα στα σωματικά του κύτταρα και στα άωρα γεννητικά. Αυτά που δε χαρακτηρίζονται ομόλογα είναι αυτά που ανήκουν σε διαφορετικά ζεύγη (π.χ. ένα χρωμόσωμα από το 1ο ζεύγος και ένα χρωμόσωμα από το 5ο ζεύγος) καθώς και το Χ με το Υ χρωμόσωμα διότι δεν εμφανίζουν πλήρη ομολογία.
- δ. Επειδή το ένα είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης, μπορεί να φέρουν διαφορετικά αλληλόμορφα γονίδια και άρα να εμφανίζουν και διαφορετική αλληλοουχία βάσεων και διαφορετική αναλογία $\frac{A+T}{C+G}$.

22. Η γιαγιά σε μια οικογένεια πάσχει από οπτική νευροπάθεια Leber (LHON), που οφείλεται σε μιτοχονδριακό γονίδιο και οδηγεί σε απώλεια της όρασης. Τα παιδιά της γιαγιάς, ένα αγόρι και ένα κορίτσι, όταν έκαναν οικογένεια με φυσιολογικούς συντρόφους, απέκτησε ο καθένας τους από έναν γιο και μια κόρη. Ποια άτομα στην παραπάνω οικογένεια δε θα πάσχουν από τη νόσο της γιαγιάς; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Απ.

Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο, δηλαδή η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Επομένως, τα εγγόνια, αγόρι και κορίτσι, από τον γιο της γιαγιάς δε θα πάσχουν διότι κληρονόμησαν το μιτοχονδριακό τους DNA από τη μητέρα τους, η οποία ήταν φυσιολογική, και όχι από τον πατέρα τους, ο οποίος κληρονόμησε την ασθένεια από τη μητέρα του.

23. Να αναφέρετε: α. διαφορές και β. ομοιότητες ανάμεσα στο DNA των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων.

Απ.**α.**

DNA Μιτοχονδρίων	DNA Χλωροπλάστων
<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχει πληροφορίες σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση. • Είναι δίκλωνο κυκλικό, με εξαίρεση ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα στα οποία είναι δίκλωνο γραμμικό. • Είναι μικρότερο σε μέγεθος από εκείνο των χλωροπλάστων. 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχει πληροφορίες σχετικά με τη φωτοσύνθεση. • Είναι πάντα δίκλωνο κυκλικό. • Είναι μεγαλύτερο σε μέγεθος από εκείνο των μιτοχονδρίων.

- β.**
- Το DNA τους είναι κατά κανόνα δίκλωνο κυκλικό.
 - Το DNA τους φέρει μικρό αριθμό γονιδίων σε σχέση με εκείνον του πυρήνα.
 - Τα γονιδιά τους κωδικοποιούν πρωτεΐνες που σχετίζονται με τη χαρακτηριστική τους λειτουργία.
 - Το DNA τους αντιγράφεται ανεξάρτητα από εκείνο του πυρήνα και μπορεί να δημιουργούνται λίγα ή πολλά αντίγραφα του.

24. *Να εξηγήσετε γιατί τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα οργανίδια.*

Απ.

Το DNA των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών που σχετίζονται με τη λειτουργία τους.

Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία τους κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα, όπως για παράδειγμα τα ένζυμα της αντιγραφής ή της μεταγραφής του DNA, οι πρωτεΐνες των ριβοσωμάτων τους κ.ά.

Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου και για τον λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.



ΒΙΟΛΟΓΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΜΑΔΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Το βιβλίο αυτό αποτελεί όχι μόνο πλήρες βοήθημα για τους μαθητές της Ομάδας Προσανατολισμού Σπουδών Υγείας της Γ' τάξης του Λυκείου, αλλά και χρήσιμο οδηγό για τους εκπαιδευτικούς που θα κληθούν να διδάξουν το μάθημα της Βιολογίας. Χάρη στην πληρότητα, την εγκυρότητα του περιεχομένου αλλά και τον μεθοδικό τρόπο ανάπτυξής του, εξασφαλίζει στους μαθητές την επιτυχία στις Πανελλαδικές Εξετάσεις.

Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει:

- Αναλυτική παρουσίαση της θεωρίας μέσα από ερωτήσεις – απαντήσεις οι οποίες συνοδεύονται από ευκρινή σχήματα, απαραίτητα για την κατανόηση της ύλης
- Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου (σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής, αντιστοίχισης)
- Ερωτήσεις κρίσεως – συνδυαστικές
- Μεθοδολογία για την επίλυση των ασκήσεων
- Αναλυτικά λυμένες ασκήσεις
- Ασκήσεις για λύση (περιέχονται και θέματα από τις Πανελλαδικές Εξετάσεις, από τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Βιολογίας, καθώς και επαναληπτικά θέματα της ΟΕΦΕ)
- Κριτήρια αξιολόγησης

Στη συνέχεια δίνονται **συνδυαστικές ερωτήσεις και κριτήρια αξιολόγησης** σε όλη την ύλη, **απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις, τις ασκήσεις και τα κριτήρια αξιολόγησης** καθώς και **απαντήσεις στις ερωτήσεις του σχολικού βιβλίου**. Στο τέλος του βιβλίου παρατίθεται γλωσσάρι βασικών εννοιών.

ISBN:978-618-03-2109-8



ΒΟΗΘ. ΚΩΔ. ΜΗΧ/ΣΗΣ 82109

ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ

Τα βιβλία της επιτυχίας