Νέο Φροντιστήριο

Τράπεζα Θεμάτων Γ Λυκείου

Βιολογία

Κεφάλαιο: 1 Το γενετικό υλικό

Θέμα 4

ΘΕΜΑ 4

4.1 Ο γορίλας (*Gorilla gorilla*) αποτελεί γένος της οικογένειας των ανθρωπιδών, ενώ πρόκειται για το μεγαλύτερο από όλα τα πρωτεύοντα που ζουν σήμερα. Το έντερο των γορίλων επενδύεται εσωτερικά με επιθηλιακά κύτταρα και εκεί συμβιώνουν πολλά είδη βακτηρίων που αποτελούν μέρος της φυσιολογικής μικροχλωρίδας τους. Επιστήμονες απομόνωσαν από το έντερο ενός φυσιολογικού γορίλα διαφορετικούς τύπους κυττάρων, για τέσσερις εκ των οποίων (Α έως Δ) προσδιόρισαν τον αριθμό και τη μορφή των μορίων DNA που υπάρχουν στο εσωτερικό τους. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι:

- **Σε κάθε κύτταρο από τον κυτταρικό τύπο Α υπήρχαν 48 γραμμικά μόρια DNA και 208 κυκλικά μόρια DNA.**
- **Σε κάθε κύτταρο από τον κυτταρικό τύπο Β εντοπίστηκαν 5 κυκλικά μόρια DNA και καθόλου γραμμικά μόρια. Ένα εξ αυτών είχε μέγεθος περίπου 90 φορές μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα που ήταν ισομεγέθη.**
- **Σε κάθε κύτταρο από τον κυτταρικό τύπο Γ υπήρχαν 96 γραμμικά μόρια και 460 κυκλικά μόρια DNA.**
- **Σε κάθε κύτταρο από τον κυτταρικό τύπο Δ εντοπίστηκε 1 κυκλικό μόριο DNA.**

α. Να εξηγήσετε σε ποιον οργανισμό, από τους αναφερόμενους στην εκφώνηση, ανήκει καθένα από τα κύτταρα των κυτταρικών τύπων Α, Β, Γ και Δ (μονάδες 4) και να ερμηνεύσετε την ύπαρξη του μεγάλου αριθμού κυκλικών μορίων DNA στα κύτταρα των τύπων Α και Γ (μονάδες 2).

β. Να δικαιολογήσετε τη διαφορά στον αριθμό των κυκλικών μορίων DNA που παρατηρείται μεταξύ των κυτταρικών τύπων Β και Δ (μονάδες 3) και να εξηγήσετε τη διαφορά μεγέθους που παρατηρείται στα κυκλικά μόρια DNA του κυτταρικού τύπου Β (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Οι διπλοειδείς οργανισμοί που αναπαράγονται αμφιγονικά εκτός από τη μίτωση έχουν αναπτύξει και ένα άλλο είδος κυτταρικής διαίρεσης, τη μείωση, με την οποία παράγουν τους απλοειδείς γαμέτες τους.

νέο φροντιστήριο

α. Να αναφέρετε ποια είναι η βιολογική σημασία της μίτωσης στους ανώτερους ευκαρυωτικούς οργανισμούς (μονάδες 3) και να αναφέρετε τους μηχανισμούς που δημιουργούν γενετική ποικιλομορφία στους οργανισμούς που αναπαράγονται αμφιγονικά (μονάδες 4).

β. Για έναν διπλοειδή οργανισμό, ο οποίος σε κάθε σωματικό του κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης διαθέτει 32 μόρια DNA, να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα με τα αντίστοιχα μόρια γενετικού υλικού που διαθέτει ανά κύτταρο (μονάδες 6):

	Μετάφαση μίτωσης	μετάφαση μείωσης I	ανάφαση μείωσης II
Αριθμός μορίων DNA			
Αριθμός χρωμοσωμάτων			

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Τα κύτταρα από τους κυτταρικούς τύπους Α και Γ ανήκουν στο γορίλα, καθώς περιέχουν γραμμικά μόρια DNA που αντιστοιχούν στον πυρήνα κάθε σωματικού κυττάρου του γορίλα σε διάφορες φάσεις του κυτταρικού κύκλου πριν από τον αυτοδιπλασιασμό και μετά τον αυτοδιπλασιασμό του DNA (και τον διπλασιασμό των μιτοχονδρίων). Τα κύτταρα του κυτταρικού τύπου Β και Δ, που έχουν μόνο κυκλικό DNA, ανήκουν σε βακτήρια της φυσιολογικής μικροχλωρίδας.

Ο μεγάλος αριθμός κυκλικών μορίων DNA στα κύτταρα του τύπου Α και Γ αφορούν μόρια μιτοχονδριακού DNA (κάθε μιτοχόνδριο περιέχει 2-10 αντίγραφα μιτοχονδριακού DNA).

β. Τα κύτταρα του κυτταρικού τύπου Δ ανήκουν σε κάποιο είδος βακτηρίων τα οποία δεν διαθέτουν πλασμίδια. Αντίθετα, στα κύτταρα του τύπου Β το κυκλικό μόριο DNA με το μεγαλύτερο μέγεθος αφορά στο κύριο βακτηριακό DNA, ενώ τα υπόλοιπα ισομεγέθη μόρια, αντιστοιχούν στα μόρια των πλασμιδίων τα οποία αποτελούν το 1-2% του ολικού βακτηριακού DNA.

4.2

α. Η μίτωση είναι μια διαδικασία που ευνοεί τη γενετική σταθερότητα καθώς τα θυγατρικά κύτταρα είναι ταυτόσημα γενετικά μεταξύ τους και με το μητρικό. Στους ανώτερους ευκαρυωτικούς οργανισμούς με μίτωση επιτυγχάνεται η μονογονική αναπαραγωγή (π.χ. η βλαστητική αναπαραγωγή των φυτών με παραφυάδες, οφθαλμούς κτλ.). Με μίτωση επίσης πραγματοποιείται η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών μέσω της αύξησης του αριθμού των κυττάρων τους και η ανανέωση (αντικατάσταση) των νεκρών, γηρασμένων ή κατεστραμμένων κυττάρων τους.

Οι μηχανισμοί που δημιουργούν γενετική ποικιλότητα είναι ο επιχιασμός και ο ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων κατά τη μείωση Ι, ο τυχαίος συνδυασμός των γαμετών κατά τη γονιμοποίηση και βέβαια οι γονιδιακές μεταλλάξεις οι οποίες μπορεί να δημιουργούν νέα αλληλόμορφα.

β. Ο πίνακας συμπληρωμένος είναι:

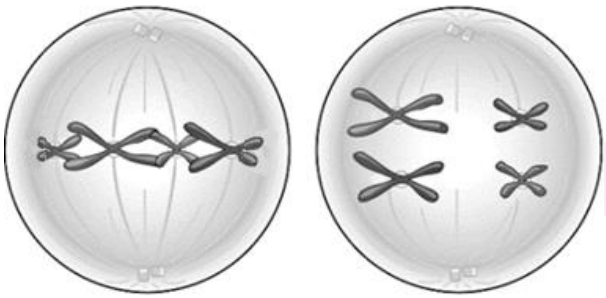
ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

	Μετάφαση μίτωσης	μετάφαση μείωσης Ι	ανάφαση μείωσης ΙΙ
Αριθμός μορίων DNA	64	64	32
Αριθμός χρωμοσωμάτων	32	32	32

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Ο βασικός τύπος κυτταρικής διαίρεσης στα ευκαρυωτικά κύτταρα είναι η μίτωση. Ωστόσο οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί, που αναπαράγονται αμφιγονικά, έχουν αναπτύξει και έναν άλλο τύπο κυτταρικής διαίρεσης, τη μείωση, με την οποία παράγουν τους απλοειδείς γαμέτες τους. Στην εικόνα απεικονίζονται τα κύτταρα Α και Β δύο διαφορετικών οργανισμών, σε κάποιο στάδιο της μειωτικής διαίρεσης που πραγματοποιεί το καθένα από αυτά.



α. Να αναφέρετε το στάδιο της μειωτικής διαίρεσης στο οποίο βρίσκεται το καθένα από τα κύτταρα Α και Β (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε ποιος είναι ο διπλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων του οργανισμού, από τον οποίο προέρχεται το καθένα από τα κύτταρα Α και Β (μονάδες 4) και να αναφέρετε τον αριθμό των χρωμοσωμάτων που θα έχει το κάθε τελικό κύτταρο που θα προκύψει από αυτά, μετά την ολοκλήρωση της μείωσης Ι και ΙΙ (μονάδες 2).

Μονάδες 12

4.2 Το DNA είναι βιολογικό μακρομόριο. Στη φύση, με ελάχιστες εξαιρέσεις, απαντάται ως δίκλωνο μόριο που αποτελείται από δύο συμπληρωματικές πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες, η κάθε μία από τις οποίες αποτελείται από δεοξυριβονουκλεοτίδια που ενώνονται μεταξύ τους με φωσφοδιεστερικό δεσμό.

Η παρακάτω αλληλουχία αποτελεί τη μία πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα τμήματος μορίου DNA:

…Χ… A G G C A T T G C C A A G T T C G A A A A T C G…Ζ…

α. Αν ο φωσφοδιεστερικός δεσμός μεταξύ των νουκλεοτιδίων με αζωτούχες βάσεις C – A, που απεικονίζονται σκιασμένα, δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου (–OH) του

3' άνθρακα της πεντόζης της κυτοσίνης (C) και της φωσφορικής ομάδας (PO_4^-) που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης της αδενίνης (A), να εξηγήσετε ποιο από τα άκρα 3΄ ή 5΄ της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας βρίσκεται στο άκρο Χ και ποιο στο άκρο Ζ (μονάδες 6).

β. Να γράψετε τη συμπληρωματική πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα του συγκεκριμένου τμήματος (μονάδες 2) και να εξηγήσετε ποια βάση βρίσκεται στο 5΄ άκρο της (μονάδες 2).

γ. Να υπολογίσετε τους συνολικούς φωσφοδιεστερικούς δεσμούς του δίκλωνου τμήματος που δημιουργήθηκε και τους δεσμούς υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των δύο αλυσίδων του (μονάδες 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Το κύτταρο Α βρίσκεται στη μετάφαση ΙΙ και το κύτταρο Β βρίσκεται στη μετάφαση Ι. Η μείωση ΙΙ έχει την ίδια ακολουθία γεγονότων με τη μίτωση. Επομένως κατά τη διάρκειά της μετάφασης ΙΙ, τα χρωμοσώματα έχουν φτάσει στο ισημερινό επίπεδο, με τις αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος να έχουν τοποθετηθεί παράλληλα προς αυτό, όπως φαίνεται στην εικόνα για το κύτταρο Α. Κατά τη διάρκεια της μετάφασης Ι τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων ολοκληρώνουν τη μετακίνησή τους προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Αντίθετα όμως με ό,τι συμβαίνει στη μιτωτική μετάφαση, επειδή το κάθε χρωμόσωμα τοποθετείται απέναντι στο ομόλογό του, ο στοίχος που δημιουργείται δεν είναι στοίχος μεμονωμένων χρωμοσωμάτων αλλά ζευγών ομολόγων, όπως φαίνεται στην εικόνα για το κύτταρο Β.

β. Για το κύτταρο Α, το οποίο είναι θυγατρικό κύτταρο της μείωσης Ι κατά την οποία έχουν ήδη διαχωριστεί τα ομόλογα χρωμοσώματα, ο διπλοειδής αριθμός των χρωμοσωμάτων του οργανισμού από τον οποίο προέρχεται θα είναι ο διπλάσιος, δηλαδή 2n = 8. Ο αντίστοιχος διπλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων του οργανισμού από τον οποίο προέρχεται το κύτταρο Β είναι αυτός που υποδεικνύεται, δηλαδή 2n = 4, καθώς το κύτταρο Β είναι στη μετάφαση Ι και επομένως διαθέτει τον διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων του είδους του.

Το κάθε τελικό κύτταρο που θα προκύψει, μετά την ολοκλήρωση της μείωσης, από το κύτταρο Α θα περιέχει 4 χρωμοσώματα. Αντίθετα, το κάθε κύτταρο που θα προκύψει από το κύτταρο Β, μετά την ολοκλήρωση της μείωσης Ι θα περιέχει 2 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, ενώ μετά την ολοκλήρωση της μείωσης ΙΙ θα περιέχει 2 αδιπλασίαστα χρωμοσώματα στη μορφή ινιδίων χρωματίνης.

νέο φροντιστήριο

4.2

α. Ο 3΄- 5΄ φωσφοδιεστερικός δεσμός δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του προηγούμενου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιο της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της

πεντόζης του. Επομένως το Χ είναι το 5΄ άκρο του νουκλεοτιδικού τμήματος και το Ζ το 3΄άκρο.

β. Η συμπληρωματική αλυσίδα είναι η: 3΄- TCCGTAACGGTTCAAGCTTTTAG**C** – 5΄, καθώς (σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας) οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες. Ταυτόχρονα ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5'→3', επομένως η βάση που βρίσκεται στο 5΄ άκρο, είναι η βάση κυτοσίνη (C) που σημειώνεται παραπάνω με έντονη γραφή.

γ. Οι συνολικοί φωσφοδιεστερικοί δεσμοί στα γραμμικά μόρια είναι όσα τα νουκλεοτίδια μείον 2. Δηλαδή 24 x 2 - 2= 46. Επειδή μεταξύ των ζευγών A – T δημιουργούνται 2 δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ των ζευγών G – C 3 δεσμοί υδρογόνου, οι συνολικοί δεσμοί υδρογόνου που θα αναπτυχθούν είναι 2 x (A -T) + 3 x (G-C)= 59.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Το 1928, ο Frederick Griffith, ένας Βρετανός γιατρός, προσπαθούσε να παρασκευάσει ένα εμβόλιο κατά της πνευμονίας. Είχε στη διάθεσή του δύο στελέχη του βακτηρίου *Diplococcus pneumoniae,* από τα οποία μόνο το ένα ήταν παθογόνο και προκαλούσε πνευμονία στα θηλαστικά.

α. Να εξηγήσετε σε ποια/ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα προκληθεί πνευμονία και, κατά συνέπεια, θάνατος σε ένα ποντίκι-πειραματόζωο, όταν του χορηγηθεί ένεση με: i) ζωντανά λεία βακτήρια, ii) ζωντανά αδρά βακτήρια και iii) μείγμα με νεκρά λεία και νεκρά αδρά βακτήρια που όλα θανατώθηκαν με θερμότητα (μονάδες 6).

β. Σε ένα από τα πειράματά του, ο Griffith χορήγησε με ένεση σε ποντικούς μείγμα κυττάρων με ζωντανά αδρά βακτήρια και νεκρά λεία βακτήρια. Να αναφέρετε τι έπαθαν οι ποντικοί όταν ο Griffith τους χορήγησε το παραπάνω μείγμα κυττάρων (μονάδα 1) και να εξηγήσετε σε ποιο συμπέρασμα κατέληξε ο Griffith από το πείραμα αυτό (μονάδες 2).

γ. Να περιγράψετε πώς ερμηνεύονται τα αποτελέσματά του Griffith με βάση τις σημερινές μας γνώσεις (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Ο Δημήτρης παρατήρησε προσεκτικά στο μικροσκόπιο μια λεπτή τομή αναπτυσσόμενης ρίζας βολβού κρεμμυδιού, την οποία είχε προηγουμένως βάψει ειδικά με τη χρωστική οξικό καρμίνιο (αντιδρά με τις φωσφορικές ομάδες και χρωματίζει το DNA). Διαπίστωσε, ότι υπήρχαν λίγα μόνο κύτταρα που διαιρούνταν με μίτωση.

α. Αν ο αριθμός των κυττάρων που βρίσκονται και παρατηρούνται σε μια φάση του κυτταρικού κύκλου θεωρηθεί ανάλογος της διάρκειάς της, να εξηγήσετε γιατί ο Δημήτρης παρατήρησε μόνο λίγα κύτταρα που διαιρούνται με μίτωση (μονάδες 4). Να ονομάσετε το στάδιο της μίτωσης στο οποίο αναμένεται να βρίσκονται τα περισσότερα διαιρούμενα κύτταρα στον ιστό αυτό (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε το λόγο για τον οποίο ο Δημήτρης χρησιμοποίησε τη χρωστική οξικό καρμίνιο (μονάδες 3).

γ. Η κυτοχαλασίνη Β είναι μια χημική ουσία που εμποδίζει την κυτταροπλασματική διαίρεση, καταστρέφοντας τα μικροϊνίδια ακτίνης του περιφερικού δακτυλίου. Να

νέο φροντιστήριο

εξηγήσετε εάν η χρήση της κυτοχαλασίνης Β θα προκαλούσε προβλήματα στη κυτταροπλασματική διαίρεση των κυττάρων της αναπτυσσόμενης ρίζας του βολβού κρεμμυδιού (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Στην περίπτωση i, τα λεία βακτήρια, που φέρουν ένα προστατευτικό κάλυμμα, είναι παθογόνα. Άρα, θα προκαλέσουν πνευμονία και θάνατο στο ποντικό.

Στη περίπτωση ii, τα αδρά βακτήρια, που δεν έχουν προστατευτικό κάλυμμα, δεν είναι παθογόνα και συνεπώς, ο ποντικός θα παραμείνει ζωντανός.

Στη περίπτωση iii, τόσο τα λεία, όσο και τα αδρά βακτήρια που υπάρχουν στο μείγμα έχουν θανατωθεί λόγω θέρμανσης. Τα λεία βακτήρια χάνουν τη παθογονικότητά τους όταν νεκρώνονται, ενώ τα αδρά δεν έχουν πια τη δυνατότητα μετασχηματισμού αφού δεν είναι ζωντανά. Συνεπώς, αφού δεν υπάρχει κάτι παθογόνο στο μείγμα αυτό, ο ποντικός θα παραμείνει ζωντανός.

Άρα, μόνο στη πρώτη περίπτωση ο ποντικός θα αναπτύξει πνευμονία και θα πεθάνει.

β. Όταν ο Griffith ανέμειξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά και με το μείγμα αυτό μόλυνε ποντικούς, τότε αυτοί πέθαναν. Στο αίμα των νεκρών ποντικών βρέθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια. Συμπέρανε, λοιπόν, ότι μερικά αδρά βακτήρια «μετασχηματίστηκαν» σε λεία παθογόνα ύστερα από αλληλεπίδραση με τα νεκρά λεία βακτήρια, αλλά δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό.

γ. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι οι γενετικές πληροφορίες, που καθορίζουν όλα τα γνωρίσματα ενός οργανισμού, περιέχονται στο μόριο του DNA. Συνεπώς, τα αδρά βακτήρια προσέλαβαν τμήμα DNA, που περιείχε το γονίδιο που ευθυνόταν για το σχηματισμό του καλύμματος (κάψας), από τα νεκρά λεία βακτήρια και μετασχηματίστηκαν, έτσι, σε ζωντανά λεία παθογόνα βακτήρια.

νέο φροντιστήριο

4.2

α. Ο κυτταρικός κύκλος ή ο κύκλος ζωής ενός κυττάρου χωρίζεται σε δύο φάσεις, τη μεσόφαση και τη μιτωτική διαίρεση. Η μεσόφαση αντιπροσωπεύει το 90% έως 95% της διάρκειας του κυτταρικού κύκλου, ενώ η μίτωση μόλις το 5% έως 10%. Αν λοιπόν, ο αριθμός των κυττάρων που βρίσκονται και παρατηρούνται σε μια φάση του κυτταρικού κύκλου θεωρηθεί ανάλογος της διάρκειάς της, τότε αναμένεται να

βρεθεί μικρός αριθμός κυττάρων που βρίσκονται στη φάση της μίτωσης, λόγω της μικρής διάρκειάς που έχει κατά τον κυτταρικό κύκλο.

Το στάδιο της μίτωσης με τη μεγαλύτερη διάρκεια είναι η πρόφαση. Άρα, τα περισσότερα διαιρούμενα κύτταρα αναμένεται να βρίσκονται στη φάση της πρόφασης.

β. Κατά τη πυρηνική διαίρεση της μίτωσης, το γενετικό υλικό (DNA) του πυρήνα υφίσταται μορφολογικές και ποσοτικές μεταβολές με σκοπό την ακριβοδίκαιη διανομή του στους δύο θυγατρικούς πυρήνες. Η παρατήρηση αυτών των μορφολογικών αλλαγών μπορεί να γίνει με χρήση χρωστικών, όπως το οξικό καρμίνιο, που αντιδρούν με το DNA. Το οξικό καρμίνιο αντιδρά με τις φωσφορικές ομάδες που αποτελούν δομικό χαρακτηριστικό των νουκλεοτιδίων και κατ' επέκταση, των νουκλεϊκών οξέων, όπως το DNA.

γ. Τα κύτταρα της αναπτυσσόμενης ρίζας βολβού κρεμμυδιού είναι φυτικά. Η κυτταροπλασματική διαίρεση των φυτικών κυττάρων γίνεται με το σχηματισμό ενός πλέγματος από μικροσωληνίσκους, που ονομάζεται φραγμοπλάστης, στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Από το φραγμοπλάστη θα προκύψουν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο θυγατρικών κυττάρων. Συνεπώς, στα φυτικά κύτταρα δεν σχηματίζεται περιφερικός δακτύλιος από ινίδια ακτίνης, όπως γίνεται στα ζωικά. Άρα, η κυτοχαλασίνη Β, εφόσον δρα στα μικροϊνίδια ακτίνης, δεν θα έχει καμία επίδραση στη μιτωτική διαδικασία των φυτικών κυττάρων της αναπτυσσόμενης ρίζας βολβού κρεμμυδιού.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

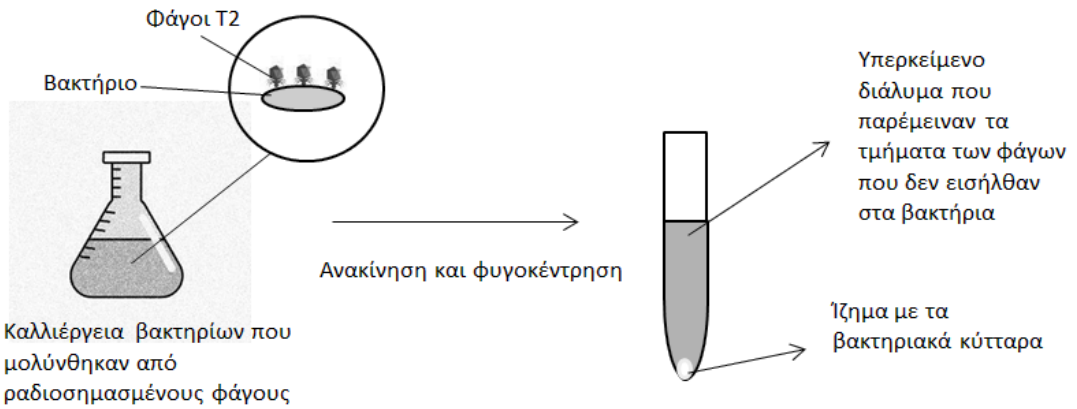
4.1 Οι σακχαρομύκητες της μαγιάς είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι οργανισμοί, που αναπαράγονται είτε μονογονικά είτε αμφιγονικά. Υπάρχουν τόσο απλοειδή, όσο και διπλοειδή κύτταρα, τα οποία πολλαπλασιάζονται μονογονικά με εκβλάστηση, μια διαδικασία που μοιάζει με τη μίτωση. Η μετάβαση από την απλοειδή στη διπλοειδή κατάσταση είναι αποτέλεσμα της ένωσης δύο απλοειδών γονικών κυττάρων που λειτουργούν ως γαμέτες. Από τα διπλοειδή κύτταρα μπορούν να προκύψουν απλοειδή μέσω της διαδικασίας της μείωσης.

α. Να αναφέρετε δύο βασικές διαφορές που παρατηρούνται στην πρόφαση της μίτωσης και της μείωσης I (μονάδες 6).

β. Δεδομένου ότι ένα απλοειδές κύτταρο σακχαρομύκητα έχει 16 χρωμοσώματα, να βρείτε πόσα χρωμοσώματα και πόσες χρωματίδες υπάρχουν: i) στην πρόφαση I, ii) σε κάθε θυγατρικό κύτταρο μετά τη μείωση I και iii) σε κάθε θυγατρικό κύτταρο μετά τη μείωση II, αιτιολογώντας κάθε φορά την απάντησή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 12

4.2 Το 1952, οι Alfred Hershey και Martha Chase δούλευαν πειραματικά με τους φάγους T2, ιούς που μολύνουν τα βακτήρια *Escherichia coli*. Ήταν ήδη γνωστό ότι οι ιοί αυτοί αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από DNA και πρωτεΐνες. Οι Hershey και Chase, για να διαπιστώσουν ποιο μόριο των φάγων εισέρχεται στα βακτήρια και δίνει τις απαραίτητες εντολές για τον πολλαπλασιασμό τους, χρησιμοποίησαν δύο ομάδες φάγων, μία στην οποία σήμαναν ραδιενεργά τις πρωτεΐνες τους και μια στην οποία σήμαναν ραδιενεργά το DNA τους, με τις οποίες μόλυναν διαφορετικές καλλιέργειες μη ραδιοσημασμένων βακτηρίων. Λίγο μετά την έναρξη της μόλυνσης, ανακίνησαν έντονα το κάθε μείγμα με σκοπό να διαχωρίσουν τα βακτήρια από τα τμήματα των φάγων που παρέμειναν έξω από αυτά. Έπειτα, φυγοκέντρησαν τα μείγματα, δηλαδή διαχώρισαν τα βαρέα στοιχεία του μείγματος από τα ελαφρύτερα με τη βοήθεια της φυγόκεντρου δύναμης. Έτσι, σχηματίστηκε ένα ίζημα στον πυθμένα, το οποίο περιελάμβανε όλα τα βακτήρια, ενώ στο υγρό υπερκείμενο διάλυμα βρέθηκαν τα τμήματα των φάγων που δεν εισήλθαν στα βακτήρια, όπως φαίνεται στην εικόνα. Στο τέλος, μέτρησαν τη ραδιενέργεια στα δύο διαφορετικά αυτά κλάσματα.



α. Εάν είχατε στη διάθεσή σας ραδιενεργό φώσφορο, θείο και άζωτο, να εξηγήσετε ποιο από αυτά τα ραδιενεργά στοιχεία θα χρησιμοποιούσατε για τη σήμανση του DNA, αλλά όχι των πρωτεϊνών και ποιο για τη σήμανση των πρωτεϊνών, αλλά όχι του DNA (μονάδες 6).

β. Να προβλέψετε σε ποιο κλάσμα του μείγματος, στο υπερκείμενο διάλυμα ή στο ίζημα, ανίχνευσαν οι Hershey και Chase ραδιενέργεια όταν χρησιμοποίησαν φάγους με ραδιοσημασμένο DNA (μονάδες 2) και σε ποιο όταν χρησιμοποίησαν φάγους με ραδιοσημασμένες πρωτεΐνες (μονάδες 2).

γ. Να εξηγήσετε πως τα αποτελέσματα αυτά τους βοήθησαν να δώσουν οριστική απάντηση για το ποιο μόριο είναι το γενετικό υλικό (μονάδες 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Κατά τη πρόφαση της μίτωσης, τα χρωμοσώματα (που σταδιακά γίνονται ορατά λόγω της συμπύκνωσης της χρωματίνης) εντοπίζονται σε τυχαίες θέσεις στο χώρο του πυρήνα. Αντίθετα, κατά τη πρόφαση της μείωσης Ι, τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις τους και πραγματοποιείται η σύναψή τους, δηλαδή τα ομόλογα χρωμοσώματα πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο. Εξαιτίας της σύναψης, οι μη αδελφές χρωματίδες των ομόλογων χρωμοσωμάτων είναι δυνατό να ανταλλάξουν μεταξύ τους τμήματα, δηλαδή να συμβεί επιχιασμός, κάτι το οποίο δεν μπορεί να παρατηρηθεί στην πρόφαση της μίτωσης.

β. i) Μείωση υφίστανται μόνο τα διπλοειδή κύτταρα σακχαρομύκητα που θα έχουν το διπλάσιο αριθμό χρωμοσωμάτων από τα απλοειδή κύτταρα, δηλαδή 32 χρωμοσώματα. Άρα, κατά τη πρόφαση Ι, τα κύτταρα αυτά θα έχουν 32 χρωμοσώματα, τα οποία θα είναι διπλασιασμένα (έχει προηγηθεί αντιγραφή του DNA κατά τη μεσόφαση) και συνεπώς, θα έχουν 64 χρωματίδες.

ii) Τα κύτταρα που παράγονται μετά τη μείωση Ι είναι απλοειδή. Τα χρωμοσώματα αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες, επειδή κατά τη μείωση Ι πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων και όχι των αδελφών χρωματίδων. Άρα, το κάθε θυγατρικό κύτταρο θα έχει 16 χρωμοσώματα και 32 χρωματίδες.

iii) Στο τέλος της μείωσης ΙΙ, τα θυγατρικά κύτταρα που παράγονται είναι απλοειδή, και έχει γίνει ο διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων των χρωμοσωμάτων. Συνεπώς, το κάθε θυγατρικό κύτταρο θα έχει 16 χρωμοσώματα και 16 ινίδια χρωματίνης, εφόσον δεν υφίσταται πια ο όρος "χρωματίδες".

νέο φροντιστήριο

4.2

α. Οι πρωτεΐνες, οι οποίες οικοδομούνται από αμινοξέα, από άποψη χημικής σύστασης περιέχουν τα στοιχεία του αζώτου και του θείου. Το DNA φτιάχνεται από νουκλεοτίδια τα οποία περιέχουν φώσφορο και άζωτο. Επειδή και τα δύο μόρια διαθέτουν άζωτο, για να τα ξεχωρίσουμε, θα χρησιμοποιήσουμε ραδιενεργό φώσφορο για τη ραδιοσήμανση του DNA, αλλά όχι των πρωτεϊνών, ενώ ραδιενεργό θείο για τη σήμανση των πρωτεϊνών, αλλά όχι του DNA.

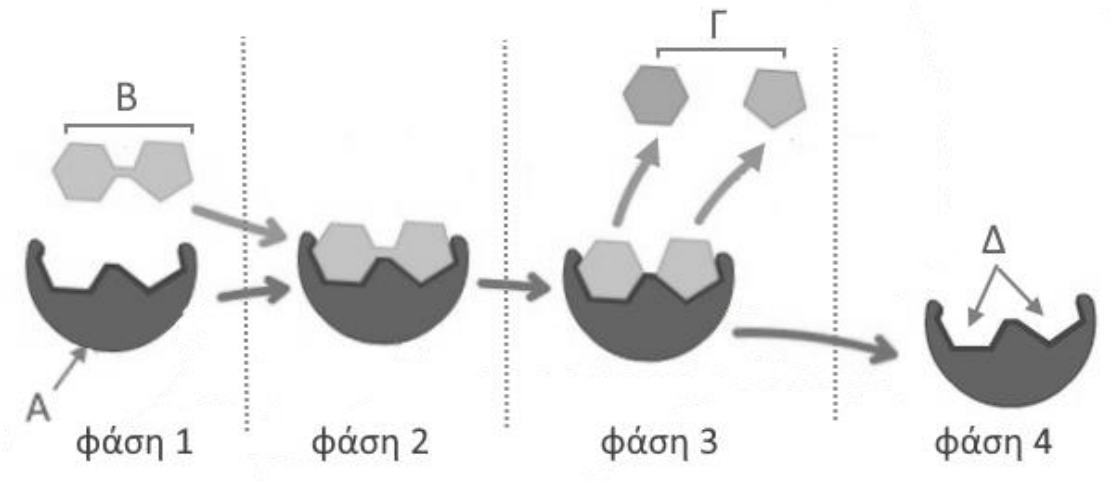
β. Όταν τα βακτήρια μολύνονται με φάγους με ραδιοσημασμένο DNA, επειδή το DNA εισέρχεται σε αυτά, η ραδιενέργεια ανιχνεύεται μέσα στα βακτήρια. Συνεπώς, οι Hershey και Chase ανίχνευσαν ραδιενέργεια μόνο στο ίζημα που περιείχε τα βακτηριακά κύτταρα και όχι στο υπερκείμενο διάλυμα. Όταν τα βακτήρια μολύνονται με φάγους με ραδιοσημασμένες πρωτεΐνες, επειδή τα πρωτεϊνικά περιβλήματα των φάγων δεν εισέρχονται στα βακτήρια, δεν ανιχνεύεται ραδιενέργεια μέσα στα βακτήρια. Άρα, οι Hershey και Chase ανίχνευσαν ραδιενέργεια μόνο στο υπερκείμενο διάλυμα και όχι στο ίζημα.

γ. Οι Hershey και Chase, αποδεικνύοντας ότι το DNA των φάγων είναι αυτό που εισέρχεται στα βακτήρια από τους φάγους και «δίνει τις απαραίτητες εντολές» για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι, επιβεβαίωσαν οριστικά ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται 4 φάσεις μιας αντίδρασης διάσπασης, η οποία πραγματοποιείται ενζυμικά.



α. Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα Α, Β, Γ και Δ με τους εξής όρους: 1. Ενεργό κέντρο ενζύμου, 2. Υπόστρωμα, 3. Προϊόντα αντίδρασης, 4. Ένζυμο (μονάδες 4) και να αναφέρετε μια ιδιότητα των ενζύμων που προκύπτει από την εικόνα συγκρίνοντας τη δομή του ενζύμου στην αρχή (φάση 1) και στο τέλος της διαδικασίας (φάση 4) (μονάδες 2).

β. Να γράψετε πώς χαρακτηρίζεται το ένζυμο αν η ενζυμική αντίδραση της εικόνας πραγματοποιείται: i. σε κοιλότητα του οργανισμού, π.χ. στοματική κοιλότητα (μονάδες 2), ii. στο εσωτερικό ενός κυττάρου (μονάδες 2) και να γράψετε πώς θα ονομαζόταν το ένζυμο αν η ενζυμική αντίδραση που κατέλυε ήταν η διάσπαση λιπιδίων (μονάδες 2).

Μονάδες 12

4.2 Οι οργανισμοί που αναπαράγονται αμφιγονικά μπορούν και διατηρούν, από γενιά σε γενιά, σταθερό τον αριθμό των χρωμοσωμάτων του είδους τους με βάση δύο βιολογικές διαδικασίες.

α. Να αναφέρετε τις διαδικασίες αυτές (μονάδες 2) και να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο συμμετέχει η κάθε διαδικασία στη διατήρηση σταθερού του αριθμού χρωμοσωμάτων από γενιά σε γενιά (μονάδες 4).

β. Το γαϊδούρι (*Equus africanus*) με διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων 2n = 62 και το άλογο (*Equus ferus*) με 2n = 64, μολονότι είναι δύο διαφορετικά βιολογικά είδη,

μπορούν να αναπαράγονται μεταξύ τους. Ο απόγονος που γεννιέται, το μουλάρι (*Equus mulus*), είναι, συνήθως, στείρο. Να αναφέρετε τον αριθμό χρωμοσωμάτων που θα περιέχουν τα σπερματοζωάρια του γαϊδουριού και τα ωάρια του αλόγου αντίστοιχα (μονάδες 2), τον αριθμό χρωμοσωμάτων που θα περιέχουν τα σωματικά κύτταρα του μουλαριού (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε, με βάση τον αριθμό των χρωμοσωμάτων του, γιατί πιστεύετε ότι το μουλάρι είναι, συνήθως, στείρο (μονάδες 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Η αντιστοίχιση είναι: Α – ένζυμο, Β – υπόστρωμα, Γ – προϊόντα αντίδρασης, Δ – ενεργό κέντρο του ενζύμου.

Η ιδιότητα που προκύπτει, από την παρατήρηση του ενζύμου στην αρχή και στο τέλος της εικόνας, είναι ότι τα ένζυμα δεν συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν, με την έννοια ότι παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος της αντίδρασης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές, ώσπου να καταστραφούν.

β. Αν η αντίδραση πραγματοποιείται σε κοιλότητα του οργανισμού το ένζυμο χαρακτηρίζεται ως εξωκυτταρικό, ενώ αν πραγματοποιείται στο εσωτερικό ενός κυττάρου ως ενδοκυτταρικό. Αν η ενζυμική αντίδραση αφορούσε διάσπαση λιπιδίων τότε το ένζυμο θα ονομαζόταν λιπάση.

4.2

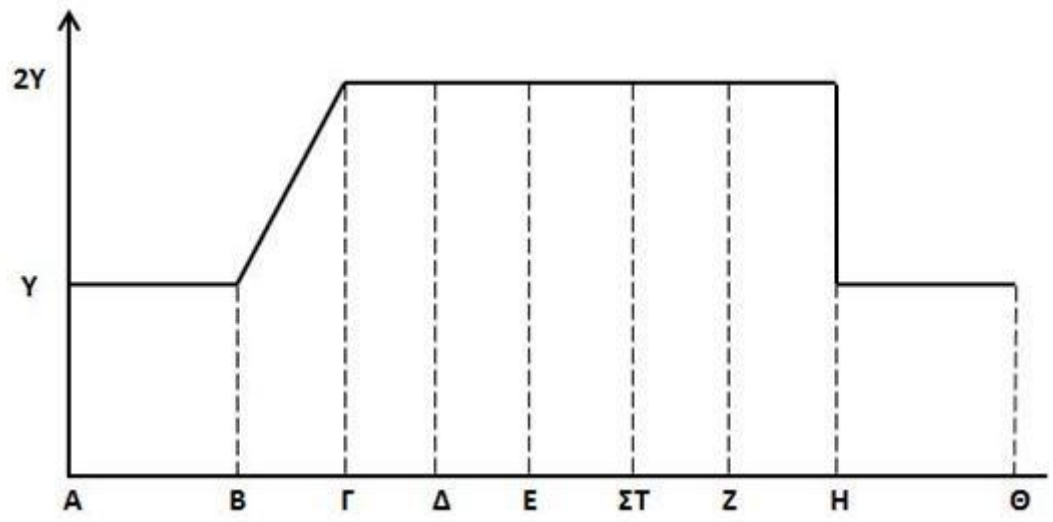
α. Οι δύο διαδικασίες είναι η μείωση και η γονιμοποίηση. Με τη μείωση κάθε γονέας παράγει τους γαμέτες του, δηλαδή εξειδικευμένα αναπαραγωγικά κύτταρα, που φέρουν το μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από τον κανονικό, είναι δηλαδή απλοειδή. Με τη γονιμοποίηση, ο αρσενικός γαμέτης και ο θηλυκός γαμέτης συνενώνονται σε ένα νέο κύτταρο, το ζυγωτό, από το οποίο, με συνεχείς μιτωτικές διαιρέσεις, προκύπτει ο νέος οργανισμός. Το κύτταρο αυτό είναι διπλοειδές και, κατ' επέκταση διπλοειδής θα είναι και ο νέος οργανισμός, αφού η συνένωση των απλοειδών γαμετών επαναφέρει τον αριθμό χρωμοσωμάτων στο κανονικό.

β. Τα σπερματοζωάρια του γαϊδουριού θα περιέχουν 31 χρωμοσώματα, ενώ το ωάριο του αλόγου θα περιέχει 32 χρωμοσώματα. Στο ζυγωτό, από το οποίο θα προκύψει το μουλάρι, ο κάθε γονέας θα έχει συνεισφέρει τον απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων του, δηλαδή 31 χρωμοσώματα το γαϊδούρι και 32 χρωμοσώματα το άλογο. Επομένως, το ζυγωτό και συνεπώς τα σωματικά κύτταρα του μουλαριού θα περιέχουν 63 χρωμοσώματα, δηλαδή μονός αριθμός χρωμοσωμάτων, με αποτέλεσμα, τις περισσότερες φορές, να μη γίνεται μπορεί να πραγματοποιηθεί σωστά η μείωση.

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει τη μεταβολή της ποσότητας του γενετικού υλικού ενός ευκαρυωτικού κυττάρου κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου του. Ορίζεται ως Υ ή 2Υ η ποσότητα του γενετικού υλικού του κυττάρου σε διαφορετικές φάσεις του κύκλου και Α-Β, Β-Γ, Γ-Δ κ.ο.κ τα χρονικά διαστήματα των διαφορετικών φάσεων του κύκλου του. Οι φάσεις που φαίνονται στο σχήμα είναι διαδοχικές και οι χρονικές διάρκειες των φάσεων αντιστοιχούν σε αυθαίρετες μονάδες.



α. Να εξηγήσετε με ποιο είδος κυτταρικής διαίρεσης διαιρείται το συγκεκριμένο κύτταρο (μονάδες 2), καθώς και σε ποια φάση του κυτταρικού κύκλου αντιστοιχούν τα τμήματα Α-Β, Β-Γ, Γ-Δ και Η-Θ του σχήματος (μονάδες 4).

β. Να περιγράψετε τη βιολογική σημασία αυτού του είδους κυτταρικής διαίρεσης (μονάδες 6).

Μονάδες 12

4.2 Το γενετικό υλικό στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων οργανώνεται σε δομές που ονομάζονται χρωμοσώματα, η μορφή των οποίων δεν παραμένει σταθερή, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου. Από τον πυρήνα ενός σωματικού κυττάρου διπλοειδούς οργανισμού, στην αρχή της μεσόφασης, απομονώθηκαν 32 μόρια DNA. Σε αυτό το είδος οργανισμού γνωρίζουμε, επίσης, ότι το απλοειδές γονιδίωμά του αντιστοιχεί σε DNA συνολικού μήκους $4X10^9$ ζεύγη βάσεων.

α. Να εξηγήσετε πόσα χρωμοσώματα, πόσα μόρια DNA και πόσα νουκλεοτίδια (που αναφέρονται στο DNA του γονιδιώματος) θα υπάρχουν σε ένα σωματικό κύτταρο του οργανισμού κατά το στάδιο της ανάφασης της μίτωσης (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε πόσα ινίδια χρωματίνης και πόσα μόρια DNA θα περιέχονται σε ένα γαμέτη του παραπάνω διπλοειδούς οργανισμού (μονάδες 4).

γ. Να εξηγήσετε τον όρο απλοειδές γονιδίωμα (μονάδες 2) και να ονομάσετε δύο είδη κυττάρων που το γονιδίωμά τους είναι απλοειδές (μονάδες 4).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Το κύτταρο διαιρείται με μιτωτική διαίρεση, γιατί παρατηρείται σταθερή ποσότητα γενετικού υλικού (ίση με Υ) πριν και μετά τη διαίρεση του κυττάρου. Το τμήμα Α-Β αντιστοιχεί στη μεσόφαση του αρχικού κυττάρου πριν την αντιγραφή του γενετικού υλικού (φάση G1). Το τμήμα Β-Γ αντιστοιχεί στο στάδιο της μεσόφασης (φάση S) του αρχικού κυττάρου κατά το οποίο συμβαίνει αντιγραφή του γενετικού υλικού, οπότε η ποσότητα του γενετικού υλικού προοδευτικά διπλασιάζεται. Το τμήμα Γ-Δ αφορά στο τέλος της μεσόφασης, οπότε το γενετικό υλικό βρίσκεται σε διπλάσια ποσότητα 2Υ. Κάθε θυγατρικό κύτταρο εισέρχεται σε μεσόφαση Η-Θ, διαθέτοντας ποσότητα γενετικού υλικού Υ το καθένα. Τα δύο κύτταρα είναι όμοια γενετικά μεταξύ τους και όμοια με το αρχικό κύτταρο από το οποίο προήλθαν.

β. Κατά τη μίτωση το κάθε ένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα, που δημιουργούνται από ένα αρχικό κύτταρο, αποκτούν τη μία από τις δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος του μητρικού κυττάρου. Και τα τρία είναι ταυτόσημα από γενετική άποψη. Η μίτωση δηλαδή είναι μια διαδικασία που ευνοεί τη γενετική σταθερότητα. Αποτελεί τη διαδικασία με την οποία πραγματοποιείται:

-Η μονογονική αναπαραγωγή των μονοκύτταρων και των πολυκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών (π.χ. η βλαστητική αναπαραγωγή των φυτών με παραφυάδες, οφθαλμούς κτλ.). Οι απόγονοι τους έχουν τον ίδιο αριθμό και το ίδιο είδος χρωμοσωμάτων με τους προγόνους τους.

-Η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών (αύξηση του αριθμού των κυττάρων τους) και η ανανέωση των κυττάρων τους. Τα κύτταρα που προστίθενται στον αναπτυσσόμενο οργανισμό, ή αντικαθιστούν νεκρά, κατεστραμμένα ή γερασμένα κύτταρα, έχουν ίδιο αριθμό και είδος χρωμοσωμάτων με τα κύτταρα από τα οποία προήλθαν.

νέο φροντιστήριο

4.2

Από τον πυρήνα του σωματικού κυττάρου απομονώθηκαν στην αρχή της μεσόφασης 32 χρωμοσώματα (16 ζεύγη χρωμοσωμάτων, εφόσον πρόκειται για διπλοειδή οργανισμό) υπό μορφή ινιδίων χρωματίνης. Κάθε ινίδιο χρωματίνης αποτελεί ένα συσπειρωμένο μόριο DNA με αποτέλεσμα στο κύτταρο αυτό να υπάρχουν 32 μόρια DNA. Το κύτταρο είναι διπλοειδές, οπότε θα περιέχει ποσότητα DNA ίση με $8x10^9$ ζεύγη βάσεων. Άρα, θα υπάρχουν $16x10^9$ νουκλεοτίδια.

α. Στο στάδιο της ανάφασης διαιρούνται τα κεντρομερίδια των διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων (32 διπλασιασμένα χρωμοσώματα, άρα 64 αδελφές χρωματίδες) και διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες του κάθε χρωμοσώματος. Κάθε χρωματίδα αποτελεί και ένα ανεξάρτητο πλέον, χρωμόσωμα. Έτσι, μετά το διαχωρισμό θα προκύψουν συνολικά 64 χρωμοσώματα. Κάθε χρωμόσωμα περιλαμβάνει 1 μόριο DNA, άρα υπάρχουν 64 μόρια DNA. Το κύτταρο τότε θα περιέχει DNA μήκους $16x10^9$ ζεύγη βάσεων. Άρα, θα υπάρχουν $32x10^9$ νουκλεοτίδια.

β. Ο γαμέτης είναι προϊόν μειωτικής διαίρεσης οπότε είναι απλοειδές κύτταρο. Σε έναν γαμέτη του οργανισμού θα υπάρχουν 16 χρωμοσώματα υπό μορφή ινιδίων χρωματίνης. Στα 16 ινίδια χρωματίνης υπάρχουν 16 μόρια DNA με συνολικό μήκος $4x10^9$ ζεύγη βάσεων. Οπότε θα υπάρχουν $8x10^9$ νουκλεοτίδια.

γ. Απλοειδές είναι το γονιδίωμα των οργανισμών όταν υφίσταται σε ένα αντίγραφο. Παραδείγματα απλοειδών κυττάρων είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα (βακτήρια) και οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Ο προσδιορισμός της διπλής έλικας του DNA είναι μία από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις του 20ού αιώνα. Έγινε το 1953 και ήταν το αποτέλεσμα της ερευνητικής εργασίας δύο ομάδων επιστημόνων: της ομάδας των Wilkins και Franklin και εκείνης των Watson και Crick. Για τη δευτεροταγή διαμόρφωση κάθε μορίου DNA, σημαντικό ρόλο παίζουν οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί, καθώς και οι δεσμοί υδρογόνου.

α. Να εξηγήσετε τη σημασία των φωσφοδιεστερικών δεσμών (μονάδες 3), καθώς και των δεσμών υδρογόνου στη δομή του DNA (μονάδες 3).

β. Σε ένα μικρό τμήμα ενός δίκλωνου γραμμικού μορίου DNA υπάρχουν 78 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και 18 βάσεις αδενίνης. Να υπολογίσετε τον αριθμό των υπολοίπων βάσεων (μονάδες 3), καθώς και τους δεσμούς υδρογόνου που υπάρχουν στο τμήμα αυτό (μονάδες 3).

Μονάδες 12

4.2 Παρ' όλο που το DNA εντοπίστηκε στον πυρήνα των κυττάρων το 1869, έως και το 1944 δεν ήταν γνωστό ότι αποτελεί το γενετικό υλικό των οργανισμών. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, οι επιστήμονες πίστευαν ότι τα μόρια που μετέφεραν τη γενετική πληροφορία ήταν οι πρωτεΐνες.

α. Να αναφέρετε το λόγο για τον οποίο οι πρωτεΐνες θεωρούνταν, μέχρι το 1944, το γενετικό υλικό των οργανισμών (μονάδες 2) και να εξηγήσετε ποια βιοχημικά δεδομένα, που είχαν βρεθεί εκείνη την εποχή, υποστήριζαν ότι η άποψη αυτή ήταν πιθανότατα λανθασμένη (μονάδες 3).

β. Να αναφέρετε ποιοι είναι οι δομικοί λίθοι (μονομερή) των πρωτεϊνών και να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται αυτοί οι λίθοι μεταξύ τους (μονάδες 2). Να αναφέρετε σε ποιες δομές του κυττάρου και στα πλαίσια ποιας διαδικασίας γίνονται οι παραπάνω συνδέσεις (μονάδες 2).

γ. Να εξηγήσετε πώς καθορίζεται η αλληλουχία των μονομερών των πρωτεϊνών (μονάδα 1) και να αναφέρετε πώς ονομάζεται η δομή (επίπεδο οργάνωσης) που σχηματίζεται μετά την σύνδεσή τους (μονάδα 1). Να εξηγήσετε τη σημασία της παραπάνω δομής για τη λειτουργικότητα μιας πρωτεΐνης (μονάδες 2).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί συνδέουν τα νουκλεοτίδια μεταξύ τους (μέσω του μηχανισμού της συμπύκνωσης) και έτσι σχηματίζεται μια πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, η οποία έχει ένα σκελετό που αποτελείται από επαναλαμβανόμενα μόρια φωσφορικής ομάδας-πεντόζης. Οι δεσμοί υδρογόνου συγκρατούν τα συμπληρωματικά νουκλεοτίδια των δυο αντιπαράλληλων κλώνων του DNA. Επομένως, σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου στο χώρο. Αναπτύσσονται αυθόρμητα μεταξύ των συμπληρωματικών βάσεων των δύο αντιπαράλληλων κλώνων του DNA (δύο δεσμοί υδρογόνου ανάμεσα σε A και T και τρείς δεσμοί υδρογόνου μεταξύ G και C).

β. Στο δίκλωνο αυτό γραμμικό τμήμα υπάρχουν 78 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί ή αλλιώς 39 δεσμοί σε κάθε αλυσίδα που συνδέουν κατά μήκος 40 νουκλεοτίδια, σε κάθε μια από αυτές. Άρα, στο δίκλωνο τμήμα υπάρχουν 80 νουκλεοτίδια. Στο τμήμα αυτό του DNA υπάρχουν 18 βάσεις A, οπότε θα υπάρχουν και 18 βάσεις T (αφού A και T είναι συμπληρωματικές βάσεις, άρα και ίσες). Άρα, 80 - 36 = 44 βάσεις θα είναι το άθροισμα των G και C, οπότε λόγω συμπληρωματικότητας θα υπάρχουν 22 G και 22 C. Στο τμήμα λοιπόν υπάρχουν 18 ζεύγη A - T και 22 ζεύγη G - C. Αφού σε κάθε ζεύγος A και T αναπτύσσονται 2 δεσμοί υδρογόνου, ενώ σε κάθε ζεύγος G και C αναπτύσσονται 3 δεσμοί υδρογόνου, θα έχουμε (2 × 18) + (3 × 22) = 36 + 66 = 102 δεσμούς υδρογόνου συνολικά.

4.2

α. Πριν το 1944, οι επιστήμονες πίστευαν ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία ήταν οι πρωτεΐνες, διότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία, επειδή προκύπτουν από το συνδυασμό είκοσι διαφορετικών αμινοξέων, ενώ τα νουκλεϊκά οξέα είναι συνδυασμός τεσσάρων μόνο νουκλεοτιδίων. Αντίθετα, εκείνη την εποχή, παρουσιάστηκαν μια σειρά από βιοχημικά δεδομένα, τα οποία ενίσχυαν την άποψη ότι το ρόλο του γενετικού υλικού παίζει το DNA και όχι οι πρωτεΐνες. Τα βιοχημικά δεδομένα ήταν:

1) Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δε μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον.

2) Η ποσότητα του DNA είναι ίδια σε όλα τα είδη των σωματικών κυττάρων ενός οργανισμού (που βρίσκονται στην ίδια φάση του κυτταρικού κύκλου), όπως στην περίπτωση του ανθρώπου σε αυτά του σπλήνα, της καρδιάς, του ήπατος κτλ.

3) Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή.

4) 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 κύτταρο του.

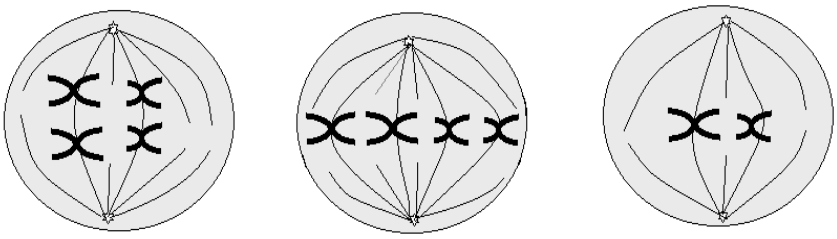
β. Οι δομικοί λίθοι των πρωτεϊνών ονομάζονται αμινοξέα. Η σύνδεσή τους γίνεται (μετά από αντίδραση συμπύκνωσης μεταξύ της καρβοξυλομάδας ενός αμινοξέος και της αμινομάδας του επόμενου) με τη δημιουργία ενός ισχυρού ομοιοπολικού δεσμού ανάμεσά τους που ονομάζεται πεπτιδικός. Τα αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους στα ριβοσώματα κατά τη διάρκεια της πρωτεϊνοσύνθεσης (μετάφρασης).

γ. Ο αριθμός και η αλληλουχία των αμινοξέων σε μια πολυπεπτιδική αλυσίδα καθορίζεται από τη γενετική πληροφορία του αντίστοιχου γονιδίου της πεπτιδικής αλυσίδας. Η αλληλουχία αυτή των αμινοξέων αποτελεί την πρωτοταγή δομή της πεπτιδικής αλυσίδας η οποία καθορίζει, στη συνέχεια, τη διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου στο χώρο. Η τελική διαμόρφωση (τρισδιάστατη δομή), που καθορίζει τη λειτουργικότητα του μορίου αυτού, σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες R των αμινοξέων. Οποιαδήποτε αλλαγή στην αλληλουχία των αμινοξέων μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετική αναδίπλωση του μορίου και τελικά, στην αλλαγή ή ακόμα και απώλεια της λειτουργικότητας της πρωτεΐνης.

νέο φροντιστήριο

ΘΕΜΑ 4

4.1 Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται τρία κύτταρα του ίδιου οργανισμού σε τρεις διαφορετικές φάσεις κυτταρικής διαίρεσης. Το κύτταρο 1 βρίσκεται στη μετάφαση της μίτωσης, το κύτταρο 2 βρίσκεται στη μετάφαση της μείωσης Ι και το κύτταρο 3 στη μετάφαση της μείωσης ΙΙ.



κύτταρο Α κύτταρο Β κύτταρο Γ

α. Να αντιστοιχίσετε τα κύτταρα 1, 2 και 3 με τα κύτταρα που απεικονίζονται στην παραπάνω εικόνα (μονάδες 3) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε ποια από τα παραπάνω κύτταρα του οργανισμού είναι απλοειδή και ποια διπλοειδή (μονάδες 2) και να υπολογίσετε τον αριθμό των μορίων DNA στα σωματικά κύτταρα του οργανισμού στην αρχή και στο τέλος της μεσόφασης (μονάδες 4).

Μονάδες 12

4.2 Κατά την απομόνωση ιστού (ρινικού επιχρίσματος) από την ρινική κοιλότητα του Χρήστου απομονώθηκαν τρία μόρια νουκλεϊκών οξέων με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1ο μόριο: A= 20%, T= 20%, G=30%, C=30%, υπάρχουν ελεύθερες φωσφορικές ομάδες.

2ο μόριο: A= 10%, T= 10%, G=40%, C=40%, δεν υπάρχουν ελεύθερες φωσφορικές ομάδες.

3ο μόριο: A= 10%, U= 20%, G=40%, C=30%, υπάρχει ελεύθερη φωσφορική ομάδα.

α. Να εξηγήσετε με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά, τι είδους μόρια νουκλεϊκών οξέων είναι καθένα από αυτά που απομονώθηκαν (μονάδες 6).

β. Να γράψετε ποιο ή ποια από αυτά τα μόρια μπορεί να ανήκουν φυσιολογικά στο γενετικό υλικό του Χρήστου (μονάδες 2) και ποιο ή ποια σε μικροοργανισμούς (βακτήρια ή ιούς) που μόλυναν τον Χρήστο (μονάδες 2).

γ. Να αιτιολογήσετε ποιο από τα τρία μόρια συσπειρώνεται με τη βοήθεια ιστονών (μονάδα 3).

Μονάδες 13

νέο φροντιστήριο

4.1

α. Το κύτταρο Α βρίσκεται στη μετάφαση της μείωσης Ι γιατί έχει διπλό στοίχο χρωμοσωμάτων (ζεύγη χρωμοσωμάτων στοιχισμένα στο ισημερινό επίπεδο), το κύτταρο Β βρίσκεται στη μετάφαση της μίτωσης, καθώς όλα τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα είναι τοποθετημένα στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου και το κύτταρο Γ είναι ένα κύτταρο στη μετάφαση της μείωσης ΙΙ, γιατί υπάρχουν δύο χρωμοσώματα (ένα από κάθε ζευγάρι) τοποθετημένα στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου.

β. Τα κύτταρα Α και Β είναι διπλοειδή γιατί περιέχουν δύο αντίγραφα του γονιδιώματος, δηλαδή ζεύγη χρωμοσωμάτων. Το κύτταρο Γ είναι απλοειδές γιατί περιέχει ένα αντίγραφο του γονιδιώματος, δηλαδή ένα χρωμόσωμα από το κάθε ζεύγος. Ένα σωματικό κύτταρο του οργανισμού στην αρχή της μεσόφασης περιέχει 4 χρωμοσώματα (2n=4) και 4 μόρια DNA. Στο τέλος της μεσόφασης το γενετικό υλικό έχει διπλασιαστεί και κάθε διπλασιασμένο χρωμόσωμα περιλαμβάνει δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο. Συνεπώς υπάρχουν 8 μόρια DNA.

4.2

α. Το 1ο μόριο περιέχει Τ και ισχύει ο κανόνας της συμπληρωματικότητας, άρα πρόκειται για δίκλωνο μόριο DNA. Επειδή υπάρχουν ελεύθερες φωσφορικές ομάδες είναι γραμμικό. Το 2ο μόριο περιέχει Τ και ισχύει ο κανόνας της συμπληρωματικότητας, άρα πρόκειται για δίκλωνο μόριο DNA αλλά δεν υπάρχουν ελεύθερες φωσφορικές ομάδες, συνεπώς είναι κυκλικό. Το 3ο μόριο περιέχει U και δεν ισχύει ο κανόνας της συμπληρωματικότητας (αφού δεν ισούνται A=U και G=C), άρα πρόκειται για μονόκλωνο μόριο RNA και είναι επίσης γραμμικό.

β. Το 1ο μόριο μπορεί να ανήκει στο πυρηνικό γενετικό υλικό του Χρήστου γιατί τα κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών περιέχουν γραμμικά δίκλωνα μόρια DNA στον πυρήνα τους. Το 2ο μόριο μπορεί επίσης να ανήκει στο Χρήστο αν απομονώθηκε από τα μιτοχόνδρια των κυττάρων του, που περιέχουν κυκλικά μόρια DNA. Μπορεί όμως, να ανήκει και σε κάποιο προκαρυωτικό οργανισμό που τον έχει μολύνει καθώς τα βακτήρια περιέχουν κυκλικά δίκλωνα μόρια DNA (κυρίως γενετικό υλικό ή πλασμίδια) ή ιό με αντίστοιχο γενετικό υλικό. Το 3ο μόριο, αν αποτελεί γενετικό υλικό, δεν μπορεί να ανήκει φυσιολογικά στον Χρήστο. Μπορεί να απομονώθηκε από κάποιο ιό που τον έχει μολύνει

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

νέο φροντιστήριο

γιατί είναι μονόκλωνο μόριο RNA και μόνο οι ιοί διαθέτουν μονόκλωνα μόρια RNA ως γενετικό υλικό.

γ. Με ιστόνες συσπειρώνεται μόνο το γενετικό υλικό του πυρήνα των ευκαρυωτικών οργανισμών. Οι ιστόνες δομούν τα νουκλεοσώματα, δηλαδή τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης.

νέο φροντιστήριο