

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΟ 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1

Το μόριο DNA μιας χρωματίδας μεταφασικού χωμοσώματος ενός φυσιολογικού ευκαρυωτικού κυττάρου περιέχει το 29% των νουκλεοτιδίων του με αζωτούχα βάση την Τ.

a. Ποιο είναι το ποσοστό της βάσης C στο μόριο DNA της αδελφής χρωματίδας του ίδιου χωμοσώματος;

b. Η αναλογία βάσεων στο μόριο DNA που προέρχεται από χρωματίδα του ομόλογου χωμοσώματος έδειξε ότι η βάση T αντιστοιχεί στο 31%.

Πώς ερμηνεύεται αυτή η διαφορά;

2

Σε ένα μόριο DNA το άθροισμα του μοριακού κλάσματος της Αδενοσίνης και της Θυμίνης είναι 0,5. Να βρεθεί το % ποσοστό της Κυτοσίνης

3

Σε ένα πείραμα βακτήρια ενός στελέχους καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό υλικό στο οποίο υπήρχε ραδιενεργό άζωτο.

Σε διαφορετική καλλιέργεια βακτήρια ενός άλλου στελέχους αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό υλικό στο οποίο υπήρχε ραδιενεργός φώσφορος.

Στη συνέχεια βακτήρια από τις 2 προηγούμενες καλλιέργειες αναπτύχθηκαν για κάποιο χρονικό διάστημα σε κοινή καλλιέργεια (στην οποία δεν υπήρχε ραδιενεργό υλικό).

Μετά από 2 διαιρέσεις στην τελική καλλιέργεια βρέθηκαν μεταξύ των άλλων και κάποια βακτήρια που στο κύριο μόριο DNA τους εκτός από ραδιενεργό φώσφορο είχαν και μικρό ποσοστό ραδιενεργού αζώτου.

Να εξηγήσετε το γεγονός και να αναφερθείτε σε εκείνα τα χαρακτηριστικά των βακτηρίων που ευθύνονται για το παραπάνω φαινόμενο.

4

Από τρεις διαφορετικούς διπλοειδείς οργανισμούς απομονώθηκαν φυσιολογικά κύτταρα, που βρίσκονταν σε διαφορετικό στάδιο του κυτταρικού κύκλου, και προσδιορίστηκε ο αριθμός των μορίων DNA του πυρήνα τους.

Στο κύτταρο του οργανισμού Α, που βρισκόταν στο στάδιο μετάφασης, βρέθηκαν 28 μόρια DNA. Στο κύτταρο του οργανισμού Β, που ήταν γαμέτης, βρέθηκαν 14 μόρια DNA και στο κύτταρο του οργανισμού Γ, που βρισκόταν στην αρχή της μεσόφασης βρέθηκαν 14 μόρια DNA.

A. Ποιοι από τους παραπάνω οργανισμούς μπορεί να ανήκουν στο ίδιο είδος και ποιοι όχι; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

B. Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να διαπιστώσετε αν όντως τελικά ανήκαν στο ίδιο είδος ή σε διαφορετικά.

5

Στην μία αλυσίδα της διπλής έλικας ενός DNA έχουμε την αναλογία: $(A+C)/(T+G) = 0,5$.

Ποια είναι η αναλογία:

- α) Στο μόριο του DNA;
- β) Στη συμπληρωματική της αλυσίδα;

6

Ένα νουκλεϊκό οξύ συνίσταται από 80.000.000 νουκλεοτίδια. Η θυμίνη αποτελεί το 15% των αζωτούχων βάσεων του.

- α) Ποιο είναι το ποσοστό και το πλήθος των άλλων αζωτούχων βάσεων;
- β) Ποιο είναι το πλήθος των δεσμών υδρογόνου που αναπτύσσονται;
- γ) Ποιο είναι το πλήθος των φωσφοδιεστερικών δεσμών;

7

Από ανάλυση ενός μορίου DNA βρέθηκαν 160 αδενίνες. Ποιος είναι ο αριθμός των άλλων βάσεων αν το πλήθος των δεοξυριβοζών είναι 500;

8

Το πλασμίδιο ενός βακτηρίου έχει Μ.Β. 480.000. Στο ίδιο μόριο, ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου είναι κατά 800 μεγαλύτερος από τον αριθμό των φωσφοδιεστερικών δεσμών. Ζητείται να βρεθεί η ποσοστιαία αναλογία των αζωτούχων βάσεων.

Σημείωση: Μ.Β. T = Μ.Β. C = 180 και Μ.Β. G = Μ.Β. A = 220

9

Μια πρωτεΐνη αποτελείται από 4 διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες ίδιου μεγέθους που συνολικά αποτελούνται από 1200 αμινοξέα.

Να βρεθεί:

- α. Ο αριθμός των διαφορετικών mRNA που είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση της.
- β. Ο αριθμός των νουκλεοτιδίων στο DNA που την κωδικοποιεί

10

Ένας οργανισμός έχει $2n=10$ χρωμοσώματα.

Να βρεθεί ο αριθμός:

- α. των χρωμοσωμάτων σε ένα φυσιολογικό γαμέτη
- β. των χρωμοσωμάτων στους γαμέτες που προκύπτουν όταν κατά τη μειωτική διαίρεση δεν γίνει φυσιολογικά ο διαχωρισμός ενός ζεύγους ομόλογων χρωμοσωμάτων
- γ. των μορίων DNA σε κύτταρο στη μετάφαση της μίτωσης

11

Ένα δίκλωνο μόριο DNA έχει μήκος, αν ξετυλιχτεί, 340.000 nm και μεταξύ των νουκλεοτιδίων του σχηματίζονται 2.250.000 δεσμοί υδρογόνου. Ποια θα είναι η επί τοις εκατό αναλογία των βάσεων στο μόριο αυτό, αν είναι γνωστό ότι το μήκος 10 ζευγών

βάσεων είναι 3,4 nm;

Από πόσα νουκλεοσώματα αποτελείται το παραπάνω δίκλωνο μόριο του DNA, αν είναι γνωστό ότι τα ζεύγη βάσεων που συνδέουν δυο νουκλεοσώματα (συνδετικό DNA) είναι 54 ζεύγη νουκλεοτιδίων;

Να θεωρήσετε ότι στο ένα άκρο υπάρχει νουκλεόσωμα, ενώ στο άλλο όχι.

12

Ποιές είναι οι χαρακτηριστικές μορφές του γενετικού υλικού των ευκαρυωτικών οργανισμών;

Πόσα μόρια DNA, πόσα κεντρομερίδια, πόσοι βραχίονες, πόσες χρωματίδες και πόσα ζεύγη βάσεων υπάρχουν σε:

- I) ένα σωματικό κύτταρο του ανθρώπου στην αρχή της μεσόφασης,
- II) ένα σωματικό ανθρώπινο κύτταρο στη μετάφαση και
- III) έναν ανθρώπινο γαμέτη.

13

Η γενετική ανάλυση δύο ευκαρυωτικών οργανισμών, που έγινε στη μετάφαση της μίτωσης, έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

A οργανισμός: 40 μόρια DNA, B οργανισμός: 30 μόρια DNA

Γνωρίζουμε, επίσης, ότι ο ένας οργανισμός είναι απλοειδής και ο άλλος διπλοειδής.

α. Ποιος είναι ο απλοειδής και ποιος ο διπλοειδής οργανισμός;

β. Από πόσα ζεύγη χρωμοσωμάτων αποτελείται ο διπλοειδής οργανισμός;

14

Η ανάλυση 4 δειγμάτων DNA έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

	1ο	2ο	3ο	4ο
Αδενίνη (A)	800	1500	714	666
Γουανίνη (G)	1200	1250	386	666
Θυμίνη (T)	800	1500	714	666
Κυτοσίνη (C)	1200	1250	368	555
Φωσφοδιεστερικοί δεσμοί	4000	5498	2182	2552

Ποια είναι η πιθανή προέλευση κάθε δείγματος;

15

Δύο τμήματα από δύο μόρια DNA σχηματίζουν 4500 δεσμούς υδρογόνου το καθένα.

α. αν για το 1ο τμήμα δίνεται ο λόγος $(A+T) / (G+C) = 0,75$ να βρείτε το μήκος του

β. αν για το 2ο τμήμα δίνεται ο λόγος $(A+T) / (G+C) = 3/2$ να βρείτε:

- i) τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς που συναντάμε στο τμήμα αυτό
- ii) τον αριθμό των διαφορετικών ως προς την αλληλουχία των βάσεων τμημάτων που μπορεί να προκύψουν για το τμήμα αυτό.

16

Αν ο λόγος $A+T/G+C$ στη μία αλυσίδα ενός δίκλωνου μορίου DNA είναι $3/4$ να βρείτε ποιος είναι ο αντίστοιχος λόγος:

α. στη συμπληρωματική αλυσίδα

β. σε όλο το μόριο

Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας

17

Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα που αναφέρεται σε ένα σωματικό κύτταρο του ανθρώπου:

	Αρχή μεσόφασης	Τέλος μεσόφασης	Μετάφαση
α. Μόρια DNA			
β. Ινίδια χρωματίνης			
γ. Ζεύγη αδελφών χρωματίδων			
δ. Ζεύγη νουκλεοτιδίων			
ε. Χρωμοσώματα			

18

Ένα τμήμα γραμμικού δίκλωνου DNA μήκους 2000 ζευγών βάσεων περιέχει 56 μόρια ιστονών και 4600 δεσμούς υδρογόνου.

α) Ποια είναι η σύσταση των βάσεων στο τμήμα αυτό;

β) Πόσα νουκλεοσώματα περιέχονται στο τμήμα αυτό του DNA;

γ) Να βρείτε τον αριθμό των πεντοζών και των ατόμων φωσφόρου που περιέχονται στο τμήμα αυτό.

Πόσα άτομα φωσφόρου συμμετέχουν σε φωσφοδιεστερικούς δεσμούς;

19

Αν ένα μεταφασικό κύτταρο διπλοειδούς οργανισμού έχει 48 μόρια DNA τότε πόσα μόρια DNA θα έχει ο γαμέτης και πόσα χρωμοσώματα ένα σωματικό κύτταρο, στην αρχή της μεσόφασης, του ίδιου οργανισμού;

20

Να κατατάξετε σε σειρά αυξανόμενου μεγέθους τις παρακάτω έννοιες που σχετίζονται με το γενετικό υλικό των οργανισμών:
νουκλεόσωμα, χρωμόσωμα, αδενίνη, νουκλεοτίδιο, γονίδιο (2000 ζεύγη αζωτούχων βάσεων), χρωματίδα, γονιδίωμα.

21

Η γενετική ανάλυση δύο ευκαρυωτικών οργανισμών, που έγινε στη μετάφαση της μίτωσης, έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Οργανισμός Α: 80 μόρια DNA

Οργανισμός Β: 70 μόρια DNA

Ποιος από τους δύο οργανισμούς είναι διπλοειδής και ποιος απλοειδής;

22

Από τη μελέτη του γενετικού υλικού στελεχών πνευμονιόκοκκων προέκυψαν οι εξής παρατηρήσεις:

α. Ο αριθμός των αζωτούχων βάσεων του γενετικού υλικού των λείων πνευμονιόκοκκων ήταν διαφορετικός από τον αριθμό των βάσεων των αδρών.

β. Οι αδροί πνευμονιόκοκκοι ήταν ανθεκτικοί στο αντιβιοτικό τετρακυκλίνη, ενώ η καλλιέργεια των λείων καταστρεφόταν από την προσθήκη της τετρακυκλίνης.

γ. Ο αριθμός αζωτούχων βάσεων σε ένα στέλεχος δεν ήταν απαραίτητα σταθερός σε κάθε βακτήριο.

δ. Η διατήρηση για κάποιο χρονικό διάστημα σε κοινή καλλιέργεια αδρών και λείων και η προσθήκη τετρακυκλίνης αργότερα στην καλλιέργεια έδειξε ότι επιβίωσαν βακτήρια και από τα δύο στελέχη.

Να δικαιολογήσετε τις παρατηρήσεις.

23

Να βάλετε «+» στο σωστό κουτάκι

Πείραμα	In vitro	In vivo
Griffith		
Avery, McLeod		

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

MacCarty		
Hersey Chase		
Καλλιέργεια κυττάρων για καρυότυπο		
Απόδειξη ημισυντηρητικού τρόπου αντιγραφής		

ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1

a. Το ποσοστό της C στη χρωματίδα είναι $[100 - (2 \times 29)] / 2 = 21\%$. Αφού οι δύο αδελφές χρωματίδες του μεταφασικού χρωμοσώματος είναι πανομοιότυπες, το ποσοστό της βάσης C στην άλλη χρωματίδα είναι ομοίως 21%.

b. Τα ομόλογα χρωμοσώματα δεν είναι όμοια μεταξύ τους λόγω του ότι το ένα έχει πατρική και το άλλο μητρική προέλευση. Επιπλέον μπορεί να οφείλονται σε μεταλλάξεις που συνέβησαν στην διάρκεια της ζωής του κυττάρου

2

Επειδή το άθροισμα του μοριακού κλάσματος της Αδενίνης και της Θυμίνης είναι 0,5, το 50% των αζωτούχων βάσεων θα είναι Α και Τ. Το υπόλοιπο 50% θα είναι C και G (επειδή C=G) το ποσοστό της C = $50\% / 2 = 25\%$.

3

Το ραδιενεργό άζωτο ενσωματώνεται στις αζωτούχες βάσεις των νουκλεϊκών οξέων DNA κ' RNA (ενσωματώνεται βέβαια και στις αμινομάδες των αμινοξέων).

Έτσι δημιουργήθηκαν βακτήρια του 1ου στελέχους που είχαν ιχνηθετημένο το κύριο μόριο DNA και τα πλασμίδια τους με ραδιενεργό άζωτο και βακτήρια του 2ου στελέχους που είχαν ιχνηθετημένο το DNA τους με ραδιενεργό φώσφορο.

Όταν αναπτύχθηκαν μαζί στην ίδια καλλιέργεια πλασμίδια του 1ου στελέχους μετασημάτισαν τα βακτήρια του 2ου στελέχους και αντάλλαξαν γενετικό υλικό με το κύριο μόριο DNA τους.

Έτσι μετά από δυο διαιρέσεις προέκυψαν κάποια βακτήρια που είχαν στο κύριο μόριο DNA τους κανονικό φώσφορο και άζωτο, ραδιενεργό φώσφορο αλλά και μικρό ποσοστό ραδιενεργού αζώτου, ως προϊόν της ανταλλαγής.

Τα παραπάνω οφείλονται στο ότι: «Μεταξύ των γονιδίων ... προσδίδουν καινούργιες ιδιότητες.» (Σχολικό Βιβλίο σελ. 18)

4

A. Στο στάδιο της μετάφασης της μίτωσης τα χρωμοσώματα έχουν το μέγιστο βαθμό συμπύκνωσης και το καθένα αποτελείται από τις 2 αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο, δηλαδή από 2 ίδια μόρια DNA το καθένα. Άρα στο μεταφασικό κύτταρο του A οργανισμού υπήρχαν 14 χρωμοσώματα (που το καθένα είχε 2 μόρια DNA και άρα συνολικά 28 μόρια DNA).

Το διπλοειδές κύτταρο του Γ οργανισμού βρισκόταν στην αρχής της μεσόφασης, δηλαδή πριν από την αντιγραφή του DNA, και είχε 14 μόρια DNA, που αντιστοιχούν σε 14 ινίδια χρωματίνης. Αυτά μετά το διπλασιασμό και τη συσπείρωσή τους (κατά τη διάρκεια της κυτταρικής διαίρεσης) θα σχηματίσουν 14 χρωμοσώματα.

Το απλοειδές κύτταρο του Β οργανισμού είχε 14 μόρια DNA. Άρα σε ένα διπλοειδές κύτταρο του ίδιου οργανισμού, στην αρχή της μεσόφασης θα υπάρχουν διπλάσια μόρια DNA (28) που αντιστοιχούν σε 28 ινίδια χρωματίνης. Αυτά αφού διπλασιαστούν και συμπυκνωθούν θα σχηματίσουν 28 χρωμοσώματα (κατά τη διάρκεια της κυτταρικής διαίρεσης).

«Κατά τη μεσόφαση ... τη μία από τις 2 αδελφές χρωματίδες από κάθε χρωμόσωμα». (Σχολικό Βιβλίο σελ. 20)

Παρατηρούμε ότι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι ο ίδιος για τους οργανισμούς Α και Γ (14 χρωμοσώματα), που άρα θα μπορούσαν να ανήκουν στο ίδιο είδος, και διαφέρει για τον οργανισμό Β, που σίγουρα ανήκει σε διαφορετικό είδος.

Β. Για να διαπιστώσουμε αν όντως οι οργανισμοί Α και Γ ανήκουν στο ίδιο είδος θα κατασκευάσουμε τον καρυότυπο, γιατί ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων στον καρυότυπο είναι χαρακτηριστικός για κάθε είδος. Αν τα χρωμοσώματα ταιριάζουν και ως προς τη μορφολογία τους (σχήμα, μέγεθος, ζωνώσεις που εμφανίζονται μετά από κατάλληλη χρώση) τότε μπορούμε να πούμε ότι ανήκουν στο ίδιο είδος.

«Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται ... Η απεικόνιση αυτή αποτελεί τον καρυότυπο» (Σχολικό Βιβλίο σελ. 20)

5

(α) 1

(β) 2

6

(α) Έχουμε 12.000.000 Τ 15% και 12.000.000 Α 15%, 28.000.000 Γ 28% και 28.000.000 Σ.

(β) $12.000.000 \times 2 = 24.000.000$ και $28.000.000 \times 3 = 84.000.000$

(γ) Εάν είναι κυκλικό 80.000.000 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς και αν γραμμικό $80.000.000 - 2$ φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.

7

Όσες είναι οι δεοξυριβόζες είναι και τα νουκλεοτίδια. $A=T=160$, $500-320=180$, άρα $G=C=90$.

8

Εάν χ το πλήθος των ζευγών Α-Τ και ψ το πλήθος των ζευγών Σ-Γ

Γνωρίζουμε ότι οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ Α-Τ είναι 2 και οι δεσμοί μεταξύ Σ-Γ είναι 3. Άρα το πλήθος των δεσμών υδρογόνου είναι $2\chi+3\psi$.

Επίσης οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί αφού πρόκειται για κυκλικό μόριο είναι ίσοι με το πλήθος των νουκλεοτιδίων που είναι $2\chi+2\psi$

Από την άσκηση ξέρουμε ότι οι δεσμοί υδρογόνου είναι κατά 800 περισσότεροι άρα θα ισχύει: $2\chi+3\psi = 2\chi+2\psi + 800$ άρα $\psi = 800$

Γνωρίζουμε ότι $180\chi + 220\chi + 180\psi + 220\psi = 480.000$ αντικαθιστώντας το ψ βρίσκουμε ότι $\chi = 400$. Οπότε $\chi = 33,3\%$ και $\psi = 66,6\%$ κ.λ.π.

9

α. Εφόσον οι 4 πολυπεπτιδικές αλυσίδες της πρωτεΐνης είναι διαφορετικές μεταξύ τους τότε τέσσερα διαφορετικά mRNA, που μεταγράφονται από 4 διαφορετικά γονίδια, είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση της.

β. Εφόσον οι 4 πολυπεπτιδικές αλυσίδες της πρωτεΐνης είναι ίδιου μεγέθους η κάθε αλυσίδα αποτελείται από $1200/4 = 300$ αμινοξέα τα οποία αντιστοιχούν σε 300 κωδικόνια.

Αν προσθέσουμε και το κωδικόνιο λήξης-στο οποίο δεν αντιστοιχεί αμινοξύ-τότε έχουμε $300+1=301$ κωδικόνια στο κάθε m-RNA. Έτσι με δεδομένο ότι κάθε κωδικόνιο αποτελείται από τρία ριβονουκλεοτίδια, ο αριθμός των ριβονουκλεοτιδίων στο mRNA είναι $301 \times 3 = 903$ και άρα στο κάθε γονίδιο $903 \times 2 = 1806$ νουκλεοτίδια. Συνολικά λοιπόν ο αριθμός των νουκλεοτιδίων στο DNA είναι $4 \times 1806 = 7224$

10

α. Οι γαμέτες είναι απλοειδή κύτταρα και περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα (διπλοειδή με 10 χρωμοσώματα), άρα έχουν 5 χρωμοσώματα καθένας.

β. Εφόσον στη μειωτική διαίρεση δεν γίνει φυσιολογικά διαχωρισμός σε ένα ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων θα προκύψουν 2 είδη γαμετών: γαμέτες με 1 περισσότερο χρωμόσωμα, δηλαδή 6, και γαμέτες με 1 λιγότερο, δηλαδή 4 χρωμοσώματα.

γ. Σε κύτταρο στη μετάφαση της μίτωσης έχει ήδη προηγηθεί αντιγραφή του DNA, άρα κάθε ινίδιο χρωματίνης που αποτελείται από 1 μόριο DNA έχει διπλασιαστεί και τα δύο αντίγραφα (οι αδελφές χρωματίδες) συνδέονται μεταξύ τους με το κεντρομερίδιο. Ο αριθμός χρωμοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα (10 χρωμοσώματα) είναι ίσος με τον αριθμό μορίων DNA πριν την αντιγραφή, άρα στη μετάφαση ο αριθμός μορίων DNA είναι 20.

11

Έστω χ τα ζεύγη της αδεΐνης- θυμίνης και ψ τα ζεύγη κυτοσίνης-γουανίνης.

Τότε θα έχουμε $\chi T = \chi A$ και $\psi C = \psi G$. Ισχύει $2\chi + 3\psi = 2.250.000$ (1)

Επειδή τα 10 ζεύγη βάσεων έχουν μήκος 3,4nm, τα 340.000 nm αποτελούνται από 1.000.000 ζεύγη βάσεων. Ισχύει $\chi + \psi = 1.000.000$ (2)

(1) και (2) $\Rightarrow \chi = 750.000 A = 750.000 T$ και $\psi = 250.000 C = 250.000 G$. υπάρχουν Στα 2.000.000 βάσεων υπάρχουν 750.000 A

Στις 100 βάσεις z; $\Rightarrow z = 37,5\% A = 37,5\% T$

Στα 2.000.000 βάσεων υπάρχουν 250.000 C

Στις 100 βάσεις υπάρχουν ω; $\Rightarrow \omega = 12,5\% C = 12,5\% G$

Το δίκλωνο μόριο του DNA αποτελείται από 1.000.000 ζεύγη νουκλεοτιδίων. Κάθε νουκλεόσωμα περιλαμβάνει DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και το μήκος του DNA που παρεμβάλλεται μεταξύ δύο διαδοχικών νουκλεοσωμάτων είναι 54 ζεύγη βάσεων. Άρα αν x είναι ο αριθμός των νουκλεοσωμάτων και λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπάρχει νουκλεόσωμα στο ένα άκρο, ισχύει η εξίσωση: $1.000.000 = 146x + 54x \Rightarrow x = 1.000.000/200 = 5000$ νουκλεοσώματα.

12

α) I) "Αν παρατηρήσουμε το γενετικό υλικό ενός ευκαρυωτικού κυττάρου ... παραμένει αμετάβλητη". (Σχολικό Βιβλίο σελ. 18-20)

β) • I) Σε ένα σωματικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης τα χρωμοσώματα έχουν τη μορφή ινιδίων χρωματίνης και αποτελούν 23 ζεύγη, δηλαδή 46 ινίδια χρωματίνης. Κάθε ινίδιο χρωματίνης αποτελείται από ένα μόριο DNA και ιστόνες. Στο κύτταρο αυτό, επομένως, που δεν έχει γίνει η αντιγραφή του DNA και δεδομένου ότι το απλοειδές γονιδίωμα του ανθρώπου έχει μήκος 3×10^9 ζεύγη βάσεων, έχουμε 46 μόρια DNA, μηδέν κεντρομερίδια, μηδέν βραχίονες, 46 χρωματίδες και 6×10^9 ζεύγη βάσεων, αφού το κύτταρο είναι διπλοειδές.

• II) Στη μετάφαση της μίτωσης το γενετικό υλικό των σωματικών κυττάρων του ανθρώπου εμφανίζεται με τη μορφή των μεταφασικών χρωμοσωμάτων (μέγιστα συσπειρωμένα ζεύγη αδελφών χρωματίδων). Έχει ρηπογηθεί η αντιγραφή του DNA στη μεσόφαση. Στο στάδιο αυτό έχουμε σε ένα σωματικό κύτταρο: 92 μόρια DNA, 46 κεντρομερίδια, 184 βραχίονες

(αφού το κεντρομερίδιο χωρίζει κάθε μια από τις 2 αδελφές χρωματίδες σε 2 βραχίονες, έναν μεγάλο και έναν μικρό), 92 χρωματίδες και 12×10^9 ζεύγη βάσεων.

13

α. Στη μετάφαση της μίτωσης τα χρωμοσώματα έχουν το μέγιστο βαθμό συσπείρωσης και αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο.

Άρα για τον οργανισμό Α έχουμε $40/2=20$ χρωμοσώματα πριν την αντιγραφή του DNA.

Ομοίως, για τον οργανισμό Β έχουμε $30/2=15$ χρωμοσώματα πριν την αντιγραφή του DNA.

Παρατηρούμε ότι στον πρώτο οργανισμό μόνο ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι ζυγός αριθμός, επομένως αυτός έχει τα χρωμοσώματά του σε ζεύγη.

β. Ο οργανισμός Α λοιπόν έχει 10 ζεύγη χρωμοσωμάτων και είναι διπλοειδής, ενώ ο οργανισμός Β έχει 15 χρωμοσώματα και είναι απλοειδής.

14

1ο δείγμα DNA: $A=T$ και $C=G$. Επιπλέον, $v=4000=\varphi.δ.$ Πρόκειται για κυκλικό, δίκλωνο μόριο. Μπορεί να έχει απομονωθεί από βακτήριο, μιτοχόνδριο, χλωροπλάστη ή ιό.

2ο δείγμα DNA: $A=T$ και $C=G$. Επιπλέον, $v=5500$ και $\varphi.δ.=4498=v-2$. Πρόκειται για γραμμικό, δίκλωνο μόριο. Μπορεί να έχει απομονωθεί από πυρήνα ευκαρυωτικού κυττάρου, μιτοχόνδριο κατώτερου πρωτοζώου, ή ιό.

3ο δείγμα DNA: $A=T$ αλλά $C \neq G$. Επιπλέον, $v=2182=\varphi.δ.$ Πρόκειται για κυκλικό, μονόκλωνο μόριο. Μπορεί να έχει απομονωθεί μόνο από ιό.

4ο δείγμα DNA: $A=T$ αλλά $C \neq G$. Επιπλέον, $v=2553$ και $\varphi.δ.=2552$, δηλαδή $\varphi.δ.=v-1$. Πρόκειται για γραμμικό, μονόκλωνο μόριο. Μπορεί να έχει απομονωθεί μόνο από ιό.

15

α. Δίνεται $\delta H1 = \delta H2 = 4500$

1ο τμήμα : $A+T/G+C = 0,75 \rightarrow 2A/2C = 0,75 \rightarrow A/C = 0,75 \rightarrow A = 0,75C$ (1)

$v = A+T+G+C = 2A+2C$ (2)

(1,2) $\rightarrow v = 2 \cdot 0,75C + 2C = 1,5C + 2C = 3,5C$. Άρα $v = 3,5C$ (3)

$\delta H1 = 2A + 3C = 1,5C + 3C = 4,5C = 4500 \rightarrow C = 4500/4,5 = 1000$ άρα $v = 3,5C = 3500$.

β. i) $A' + T'/C' + G' = 3/2 \rightarrow 2A'/2C' = 3/2 \rightarrow A'/C' = 3/2 \rightarrow A' = 1,5C'$

$\varphi.δ. = v - 2$ (τμήμα DNA)

$\delta H2 = 2A' + 3C' = 3C' + 3C' = 4500 \rightarrow C' = 750$ και $A' = 1125$

$v' = 2A' + 2C' = 3750$

$\varphi.δ.' = v' - 2 = 3750 - 2 = 3748$

ii) $v' = 3750 \rightarrow 3750/2 = 1875$ νουκλεοτίδια σε κάθε αλυσίδα.

Άρα 4^{1875} διαφορετικές αλληλουχίες αφού μόνο η μια αλυσίδα θα έχει τυχαία αλληλουχία βάσεων και η άλλη θα είναι η συμπληρωματική της αλυσίδα.

16

Έστω $A1, T1, C1, G1$ οι αζωτούχες βάσεις της μίας αλυσίδας, $A2, T2, C2, G2$ οι αζωτούχες βάσεις της δεύτερης αλυσίδας και $Aολ, Tολ, Cολ, Gολ$ οι αζωτούχες βάσεις όλου του μορίου.

Ισχύει: $A1=T2, T1=A2, C1=G2$ και $G1=C2$ όπως επίσης και $Aολ=A1+A2, Tολ=T1+T2,$

$Cολ=C1+C2$ και $Gολ=G1+G2 \Rightarrow A1+T1/C1+G1=3/4$

Στη 2η αλυσίδα έχουμε: $A2+T2/C2+G2=T1+A1/G1+C1= A1+T1/C1+G1=3/4$

Και σε όλο το μόριο:

$Aολ+Tολ/Cολ+Gολ=A1+A2+T1+T2/C1+C2+G1+G2=2A1+2T1/2$

17

Αρχή μεσόφασης	Τέλος μεσόφασης	Μετάφαση	
α. Μόρια DNA	46	92	92
β. Ινίδια χρωματίνης	46	92	92
γ. Ζεύγη αδελφών χρωματίδων	-	46	46
δ. Ζεύγη νουκλεοτιδίων	$6 \cdot 10^9$	$12 \cdot 10^9$	$12 \cdot 10^9$
ε. Χρωμοσώματα	46	92	

18

α) Από τις σχέσεις $2A + 2C = 4000$ και $2A + 3C = 4600$ υπολογίζουμε ότι $C=G= 600$ και $A=T= 1400$

β) Κάθε νουκλεόσωμα περιλαμβάνει 8 μόρια ιστονών, άρα τα 56 μόρια περιλαμβάνονται σε 7 νουκλεοσώματα.

γ) Τα νουκλεοτίδια που υπάρχουν στο DNA αποτελούνται από πεντόζες και από φωσφορικές ομάδες. Επειδή στο μόριο αυτό υπάρχουν 4000 νουκλεοτίδια, 4000 είναι και οι πεντόζες και τα άτομα φωσφόρου. Σε φωσφοδιεστερικούς δεσμούς συμμετέχουν 3998 άτομα φωσφόρου, αφού το πρώτο από κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα είναι ελεύθερο.

19

Κατά την μετάφαση το DNA είναι διπλασιασμένο, και οι αδελφές χρωματίδες είναι ενωμένες στο κεντρομερίδιο. Οι δύο αδελφές χρωματίδες αποτελούν ένα χρωμόσωμα αλλά δύο μόρια DNA. Αυτό σημαίνει πως τα 48 μόρια αποτελούν στην ουσία 24 χρωμοσώματα οργανωμένα σε 12 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Στον γαμέτη κάθε μόριο DNA αποτελεί και ένα χρωμόσωμα, άρα έχουμε 12 μόρια, όσα και τα ζεύγη στο σωματικό κύτταρο. Επίσης σε ένα σωματικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης, οπότε και δεν έχει γίνει διπλασιασμός, θα έχουμε 12 ζεύγη χρωμοσωμάτων, δηλαδή 24 χρωμοσώματα.

20

αδενίνη < νουκλεοτίδιο < νουκλεόσωμα < γονίδιο < χρωματίδα < χρωμόσωμα < γονιδίωμα

21

Το γενετικό υλικό της μετάφασης είναι διπλάσιο σε σχέση με αυτό της αρχής της μεσόφασης λόγω της αντιγραφής του γενετικού υλικού. Κατά συνέπεια στην αρχή της μεσόφασης οι 2 οργανισμοί θα είχαν:

Οργανισμός A: $80:2=40$ μόρια DNA

Οργανισμός B: $70:2=35$ μόρια DNA

Όπως είναι γνωστό ο διπλοειδής οργανισμός έχει 2 αντίγραφα της γενετικής πληροφορίας και ο απλοειδής 1 αντίγραφο. Με βάση αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο οργανισμός A είναι διπλοειδής (τα 40 μόρια DNA δημιουργούν 20 ζεύγη) και ο οργανισμός B απλοειδής (τα 35 μόρια DNA δεν μπορούν να σχηματίσουν όλα ζεύγη μεταξύ τους)

22

Οι πνευμονιόκοκκοι είναι βακτήρια και οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις ερμηνεύονται σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε για το γενετικό υλικό των βακτηρίων.

α. Τα δύο στελέχη διαθέτουν διαφορετικό αριθμό αζωτούχων βάσεων, παρά το γεγονός ότι ανήκουν στο ίδιο είδος, διότι μπορεί να διαθέτουν διαφορετικό αριθμό πλασμιδίων και με διαφορετικό μέγεθος. Εξάλλου είναι δυνατό να υπάρχουν διαφοροποιήσεις στο κύριο μόριο DNA, αφού στο λείο στέλεχος σχηματίζεται κάψα

β. Τα πλασμίδια περιέχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά. Προφανώς οι αδροί πνευμονιόκοκκοι έφεραν πλασμίδιο ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη, το οποίο στερούνται οι λείοι.

γ. Τα πλασμίδια αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA, γεγονός που μεταβάλλει το συνολικό αριθμό των βάσεων σε ένα κύτταρο.

δ. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρονται από το ένα βακτήριο στο άλλο και περιέχουν γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά αυτή. Κατά τη διάρκεια της κοινής καλλιέργειας είναι πιθανό ένα πλασμίδιο, το οποίο περιείχε το γονίδιο ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη, να μεταφέρθηκε από αδρό πνευμονιόκοκκο σε λείο μεταφέροντας ταυτόχρονα και αυτή την ιδιότητα.

23

Πείραμα	In vitro	In vivo
Griffith		+
Avery, McLeod MacCarty	+	
Hersey Chase		+
Καλλιέργεια κυττάρων για καρυότυπο		+
Απόδειξη ημισυντηρητικού τρόπου αντιγραφής		+