



ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2012

ΘΕΜΑ Α

1. α
2. γ
3. δ
4. β
5. γ

ΘΕΜΑ Β

1. **Σελ 120:** “Τα κύτταρα των οργάνων έχουν στην επιφάνειά τους ειδικά αντιγόνα επιφανείας, που αναγνωρίζονται από ειδικά μονοκλωνικά αντισώματα. Με τα μονοκλωνικά αντισώματα μπορεί να γίνει έλεγχος των οργάνων δωρητών, για να διαπιστωθεί αν ταιριάζουν ανοσολογικά με τα αντίστοιχα των ασθενών. Έτσι, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η απόρριψη και οι μεταμοσχεύσεις να είναι επιτυχείς.”
2. **Σελ 136:** “Το 1997, όταν οι ερευνητές του Ινστιτούτου Roslin της Σκωτίας ανακοίνωσαν ότι κλωνοποίησαν ένα πρόβατο, το νέο έκανε αμέσως το γύρο του κόσμου με πηχυαίους τίτλους. Το πρόβατο Dolly δημιουργήθηκε, όταν ο πυρήνας ενός κυττάρου του μαστικού αδένος ενός εξάχρονου πρόβατου τοποθετήθηκε στο ωάριο ενός άλλου πρόβατου. Από το ωάριο είχε προηγουμένως αφαιρεθεί ο πυρήνας. Το έμβρυο το

3. οποίο δημιουργήθηκε ύστερα από 3-4 διαιρέσεις εμφυτεύτηκε στη μήτρα θετής μητέρας-προβατίνας, η οποία γέννησε τη Dolly.”
4. **Σελ 93:** “Η συχνότητα των ετερόζυγων ατόμων με δρεπανοκυτταρική αναιμία ή β-θαλασσαιμία είναι αυξημένη σε περιοχές όπως οι χώρες της Μεσογείου, της Δυτικής και Ανατολικής Αφρικής και της ΝΑ. Ασίας, όπου εμφανιζόταν ελονοσία. Η αυξημένη συχνότητα οφείλεται στην ανθεκτικότητα των φορέων στην προσβολή από το πλασμώδιο (πρωτόζωο) που προκαλεί την ελονοσία, επειδή τα ερυθροκύτταρά τους δεν ευνοούν τον πολλαπλασιασμό του. Συνεπώς, η προστασία που προσδίδει η μετάλλαξη ως προς την ελονοσία αποτελεί ένα πλεονέκτημα, που τους παρέχει αυξημένη πιθανότητα επιβίωσης και δυνατότητα αναπαραγωγής.”
5. **Σελ 108:** “Όπως και όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί, για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός είναι απαραίτητο να μπορεί να προμηθεύεται από το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται μια σειρά θρεπτικών συστατικών. Σ' αυτά περιλαμβάνονται ο άνθρακας, το άζωτο, διάφορα μεταλλικά ιόντα και το νερό. Η πηγή άνθρακα για τους αυτότροφους μικροοργανισμούς είναι το CO₂ της ατμόσφαιρας, ενώ για τους ετερότροφους διάφορες οργανικές ενώσεις όπως οι υδατάνθρακες. Η πηγή αζώτου για τους περισσότερους μικροοργανισμούς είναι τα αμμωνιακά ή τα νιτρικά ιόντα (NO₃). Τέλος, τα μεταλλικά ιόντα είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων στο κύτταρο και ως συστατικά διαφόρων μορίων.”

ΘΕΜΑ Γ

1. Επειδή από τη διασταύρωση ατόμων *Drosophila* με κόκκινα μάτια (στην F_1 γενιά) προέκυψαν στην F_2 γενιά, εκτός από άτομα με κόκκινα μάτια και απόγονοι με λευκά, συμπεραίνεται ότι το αλληλόμορφο που ελέγχει το κόκκινο χρώμα ματιών είναι το επικρατές και εκείνο που ελέγχει το λευκό είναι το υπολειπόμενο.

Για να βρεθεί αν το γονίδιο αυτό είναι αυτοσωμικό ή φυλοσύνδετο, υπολογίζεται η φαινοτυπική αναλογία των απογόνων ως προς το χρώμα ματιών ξεχωριστά για το κάθε φύλο:

Θηλυκοί απόγονοι: Άτομα με κόκκινα μάτια / Άτομα με λευκά μάτια = 159 / 0 συνεπώς όλα με κόκκινα μάτια.

Αρσενικοί απόγονοι: Άτομα με κόκκινα μάτια / Άτομα με λευκά μάτια = 82 / 78 συνεπώς περίπου ίση με 1:1.

Η φαινοτυπική αναλογία είναι διαφορετική μεταξύ των δύο φύλων, γεγονός που σημαίνει ότι το γονίδιο είναι φυλοσύνδετο. Έτσι, έστω:

X^K : το αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα ματιών,

X^k : το αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για το λευκό χρώμα ματιών.

Με βάση τα παραπάνω στην πατρική γενιά η αρσενική μύγα με λευκά μάτια έχει γονότυπο X^kY . Η θηλυκή μύγα με κόκκινα μάτια μπορεί να έχει γονότυπο είτε X^KX^K είτε X^KX^k . Όλα όμως τα άτομα της επόμενης γενιάς έχουν κόκκινα μάτια. Επομένως τα άτομα αυτά έχουν κληροδοτήσει το X^K από τη μητέρα τους, άρα το θηλυκό άτομο της πατρικής γενιάς έχει γονότυπο X^KX^K .

Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Mendel (ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων) κατά την παραγωγή των γαμετών διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα

γονίδια. Σε ένα άτομο γονότυπου X^KX^K , για παράδειγμα, σχηματίζονται δύο ειδών γαμέτες, X^K και X^K , σε ίση αναλογία. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον 1ο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.

Επομένως η διασταύρωση των ατόμων της πατρικής γενιάς είναι η εξής:

P γενιά: X^KX^K (x) X^KY

γαμέτες: X^K X^K , Y

F_1 γενιά: X^KX^K , X^KY

Παρατηρούμε ότι όλοι οι απόγονοι στην F_1 γενιά έχουν κόκκινα μάτια, όπως προκύπτει και στην διασταύρωση της άσκησης. Η διασταύρωση των ατόμων της F_1 γενιάς είναι η εξής:

F_1 γενιά: X^KX^K (x) X^KY

γαμέτες: X^K , X^K X^K , Y

F_2 γενιά: X^KX^K , X^KX^K , X^KY , X^KY

Η φαινοτυπική αναλογία που προκύπτει στην F_2 γενιά είναι 2 θηλυκά άτομα με κόκκινα μάτια : 1 αρσενικό άτομο με κόκκινα μάτια : 1 αρσενικό άτομο με λευκά μάτια.

Η αναλογία της άσκησης στην F_2 γενιά 159 : 82 : 78 είναι περίπου 2 : 1 : 1, επομένως η διασταύρωση αυτή εξηγεί τα αποτελέσματα της άσκησης.

2. Αν η ασθένεια οφείλεται σε επικρατές αλληλόμορφο, είτε αυτοσωμικό είτε φυλοσύνδετο, τότε τα υγιή άτομα θα φέρουν μόνο τα υπολειπόμενα αλληλόμορφα, τα οποία και θα κληρονομούν στα παιδιά τους. Επομένως, τα παιδιά τους υποχρεωτικά θα είναι υγιή. Στο γενεαλογικό δέντρο της άσκησης παρατηρούμε ότι, στην περίπτωση των ατόμων 1 και 2 της πρώτης γενιάς, από υγιείς γονείς προκύπτει άρρωστο αγόρι (άτομο 3 της δεύτερης γενιάς). Αυτό, όμως, μπορεί να συμβεί μόνο αν το αλληλόμορφο που δημιουργεί την ασθένεια είναι υπολειπόμενο, αφού, όπως εξηγήσαμε, στην περίπτωση της επικρατούς κληρονομικότητας, κάθε ασθενής πρέπει να έχει έναν τουλάχιστον ασθενή γονέα. Επομένως απορρίπτεται τόσο ο αυτοσωμικός επικρατής, όσο και ο φυλοσύνδετος επικρατής τύπος κληρονομικότητας της ασθένειας.

Στο γενεαλογικό δέντρο της άσκησης παρατηρούμε ότι από υγιή πατέρα (άτομο 4 της τρίτης γενιάς) προκύπτει άρρωστο κορίτσι (άτομο 3 της τέταρτης γενιάς). Αυτό, όμως, δε θα μπορούσε να συμβεί αν το γονίδιο που ελέγχει την ασθένεια ήταν φυλοσύνδετο, αφού στην περίπτωση αυτή ο πατέρας θα είχε γονότυπο X^AY , οπότε θα κληροδοτούσε το X^A αλληλόμορφο στην κόρη του, η οποία υποχρεωτικά δε θα έπρεπε να πάσχει. Έτσι, το αλληλόμορφο που ελέγχει την ασθένεια είναι αυτοσωμικό. Επομένως, αφού απορρίπτεται και ο φυλοσύνδετος υπολειπόμενος τύπος κληρονομικότητας, η ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τρόπο.

3. Έστω:

A: το επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο

a: το υπολειπόμενο αλληλόμορφο που προκαλεί την ασθένεια.

Τα υγιή άτομα έχουν γονότυπο AA ή Aa, ενώ τα ασθενή aa. Το άτομο III₁ έχει ένα A αλληλόμορφο επειδή δεν πάσχει και ένα a αλληλόμορφο που κληρονόμησε από τον ασθενή πατέρα του (άτομο 2 της δεύτερης γενιάς). Επομένως έχει γονότυπο Aa. Ομοίως, το άτομο III₂ έχει ένα A αλληλόμορφο επειδή δεν πάσχει και ένα a αλληλόμορφο που κληρονόμησε από τον ασθενή πατέρα του (άτομο 3 της δεύτερης γενιάς). Επομένως έχει γονότυπο Aa.

Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Mendel (ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων) κατά την παραγωγή των γαμετών διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Σε ένα άτομο γονότυπου Aa, για παράδειγμα, σχηματίζονται δύο ειδών γαμέτες, A και a, σε ίση αναλογία. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών. Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον 1ο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.

Επομένως η διασταύρωση μεταξύ των ατόμων III₁ και III₂ είναι η εξής:

P γενιά: Aa (x) Aa

γαμέτες: A, a A, a

F₁ γενιά: AA, Aa, Aa, aa

Η φαινοτυπική αναλογία που προκύπτει στους απογόνους είναι 3 υγιή άτομα : 1 ασθενές, άρα η πιθανότητα να προκύψει παιδί που να πάσχει από την ασθένεια είναι 1/4.

Η πιθανότητα σε μια γέννα να γεννηθεί αγόρι ή κορίτσι είναι 1/2, όπως φαίνεται από τη διασταύρωση:

P γενιά: XX (x) XY

γαμέτες: X X, Y

F₁ γενιά: XX, XY

Άρα η πιθανότητα από τα άτομα III₁ και III₂ να προκύψει αγόρι που θα πάσχει είναι $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$. Κάθε γέννα είναι ανεξάρτητο γεγονός και δεν σχετίζεται με τα αποτελέσματα των προηγούμενων κυήσεων.

4. **Σελ 21:** “Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.”

Το άτομο I₁ είναι αρσενικό, επομένως δεν κληροδοτεί το μιτοχονδριακό DNA στο παιδί του και έτσι κανένας απόγονός του δεν θα κληροδοτήσει το γονίδιο που προκαλεί την ασθένεια.

Το άτομο I₄ είναι θηλυκό επομένως το παιδί του, το άτομο II₄ θα κληρονομήσει το γονίδιο και θα πάσχει από την ασθένεια. Το άτομο II₄ είναι θηλυκό επομένως και τα δύο παιδιά του, τα άτομα III₂ και III₃ θα κληρονομήσουν το γονίδιο και θα πάσχουν από την ασθένεια. Το άτομο III₃ είναι θηλυκό επομένως το παιδί του, το άτομο IV₃ θα κληρονομήσει το γονίδιο και θα πάσχει από την ασθένεια.

ΘΕΜΑ Δ

1. Κατά τη μεταγραφή ενός γονιδίου, το mRNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μια αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται μη κωδική. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται κωδική. Επομένως, αφού η μη κωδική αλυσίδα είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη τόσο με το mRNA όσο και με την κωδική αλυσίδα του DNA, το mRNA και η κωδική αλυσίδα είναι μεταξύ τους όμοιες, με τη μόνη διαφορά ότι όπου υπάρχει ουρακίλη στο mRNA, υπάρχει θυμίνη στην κωδική αλυσίδα.

Σύμφωνα με το γενετικό κώδικα, η μετάφραση όλων των mRNA αρχίζει από το κωδικόνιο έναρξης 5' AUG 3' και τελειώνει σε ένα από τα τρία κωδικόνια λήξης 5' UAG 3', 5' UGA 3' ή 5' UAA 3'. Επιπλέον, ο γενετικός κώδικας είναι:

- κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ,
- συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο και
- μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

Από το συνδυασμό των τριών παραπάνω χαρακτηριστικών του γενετικού κώδικα, συνεπάγεται ότι τα κωδικόνια έναρξης και λήξης του mRNA πρέπει να διαχωρίζονται από ακέραιο αριθμό τριάδων νουκλεοτιδίων.

Για να βρεθεί η κωδική αλυσίδα του DNA ψάχνουμε και στις δύο αλυσίδες το κωδικόνιο ATG, που αντιστοιχεί στο κωδικόνιο έναρξης της μετάφρασης AUG του mRNA και ένα από τα TAG, TGA ή TAA, που αντιστοιχούν στα τρία κωδικόνια λήξης της μετάφρασης UAG, UGA ή UAA. Τα δύο αυτά κωδικόνια, όπως αναφέρθηκε, πρέπει να διαχωρίζονται μεταξύ τους με ακέραιο αριθμό κωδικονίων.

Η αλυσίδα η οποία εκπληρώνει τις προϋποθέσεις αυτές είναι η αλυσίδα 2, επομένως αυτή είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Η αλυσίδα 1 είναι η μη κωδική. Επιπλέον, επειδή η διαδικασία της μεταγραφής γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3' και επειδή οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες τα άκρα των αλυσίδων είναι τα εξής:

5' GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC 3' Μη κωδική
3' CAACTTAAG AATCGAATTCAGCCCGT ACTTAAGAG 5' Κωδική

2. **Σελ 28:** “Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Επειδή τα ένζυμα αυτά δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής, μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα.”

και

Σελ 29: “Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3’ άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5’ προς 3’. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται, οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μία αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση. Το ίδιο ένζυμο συνδέει και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής.”

Με ασυνεχή τρόπο αντιγράφεται η αλυσίδα 1:

Αλυσίδα 1: 5’ GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCTGGGCATGAATTCTC 3’

Στις υπογραμμισμένες αλληλουχίες συνδέονται τα συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα πρωταρχικά τμήματα ii και i αντίστοιχα.

Με συνεχή τρόπο αντιγράφεται η Αλυσίδα 2:

Αλυσίδα 2: 3’ CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG5’

Στην υπογραμμισμένη αλληλουχία συνδέεται το συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο πρωταρχικό τμήμα iii.



3. **Σελ 57-58:** “Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli*. Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία:

5'GAATTC3'

3'CTTAAG5', στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→ 3'), αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα. Τα άκρα αυτά μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τις συμπληρωματικές βάσεις άλλων κομματιών DNA που έχουν κοπεί με το ίδιο ένζυμο”

και

Σελ 58-59: “Τα πλασμίδια που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης έχουν τη συγκεκριμένη αλληλουχία μία μόνο φορά. Έτσι τα πλασμίδια κόβονται από την EcoRI σε αυτή τη θέση και δημιουργείται ένα γραμμικό μόριο DNA με μονόκλωνα άκρα. Τα δύο είδη DNA, του πλασμιδίου και του οργανισμού, αναμιγνύονται και, επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση ενός ενζύμου, της DNA δεσμάσης. Η DNA δεσμάση φυσιολογικά είναι ένα από τα ένζυμα της αντιγραφής που συνδέει κομμάτια του DNA. Έτσι δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια.”

Επομένως, θα επιλέξουμε το πλασμίδιο A, αφού μόνο αυτό φέρει το σωστό προσανατολισμό της αλληλουχίας-στόχου της EcoRI, προκειμένου να ανοίξει από αυτή σε ένα σημείο της.

Η δράση της EcoRI θα προκαλέσει τη διάσπαση 2 φωσφοδιεστερικών δεσμών, ένα σε κάθε αλυσίδα μεταξύ G και A

Μετά τον ανασυνδυασμό θα σχηματιστούν από τη DNA δεσμάση 4 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί, μεταξύ G και A πάντα, δύο σε κάθε αλυσίδα του ανασυνδυασμένου πλέον πλασμιδίου.

4. **Σελ 14:** “Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή.”

και

Σελ 20: “Κατά τη μεσόφαση το γενετικό υλικό έχει μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζει δίκτυο ινιδίων χρωματίνης. Κατά συνέπεια τα ινίδια χρωματίνης δεν είναι ορατά ως μεμονωμένες δομές με το οπτικό μικροσκόπιο. Με το τέλος της αντιγραφής κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε ινιδίου συνδέονται μεταξύ τους με μία δομή που ονομάζεται κεντρομερίδιο. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο. Στην κυτταρική διαίρεση οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται και, κατά το στάδιο της μετάφασης, αποκτούν μέγιστο βαθμό συσπείρωσης. Στο στάδιο αυτό ο υψηλός βαθμός συσπείρωσης καθιστά τα μεταφασικά χρωμοσώματα ευδιάκριτα και έτσι είναι εύκολο να παρατηρηθούν με το οπτικό μικροσκόπιο. Στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης προκύπτουν δύο νέα κύτταρα, γενετικά όμοια μεταξύ τους και με το αρχικό, αφού το καθένα περιέχει τη μία από τις δύο «πρώην» αδελφές χρωματίδες από κάθε χρωμόσωμα.”



Επομένως, το κύτταρο που περιέχει $1,6 \times 10^8$ ζεύγη βάσεων είναι γαμέτης, αφού περιέχει τη μικρότερη ποσότητα γενετικού υλικού, σε σχέση με τα άλλα δύο είδη κυττάρων που μας δίνονται.

Το κύτταρο που περιέχει $3,2 \times 10^8$ ζεύγη βάσεων είναι σωματικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης, πριν τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.

Το κύτταρο που περιέχει $6,4 \times 10^8$ ζεύγη βάσεων είναι σωματικό κύτταρο είτε στο τέλος της μεσόφασης, μετά τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, είτε σε κάποιο στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης, πριν δηλαδή να προκύψουν τα δύο νέα κύτταρα.

Προαιρετικά: Το κύτταρο που περιέχει $3,2 \times 10^8$ ζεύγη βάσεων μπορεί επίσης να είναι είτε άωρο γεννητικό κύτταρο στην αρχή της μεσόφασης, είτε κύτταρο μετά τη Μείωση Ι.

Το κύτταρο που περιέχει $6,4 \times 10^8$ ζεύγη βάσεων, μπορεί επίσης να είναι άωρο γεννητικό κύτταρο στο τέλος της μεσόφασης.

Επιμέλεια Καθηγητών Φροντιστηρίων Βακάλη