

Α' Τεύχος

2^ο ΘΕΜΑ

1. Τα κύτταρα, ανάλογα με τις ανάγκες τους σε χημική ενέργεια, διαθέτουν και τον ανάλογο αριθμό μιτοχονδρίων, τα οποία περιέχουν το δικό τους γενετικό υλικό.

α. Να περιγράψετε τη δομή των μιτοχονδρίων (μονάδες 3) και να αναφέρετε τα είδη των κυττάρων (προκαρυωτικά ή ευκαρυωτικά, ζωικά ή φυτικά) στα οποία εντοπίζονται μιτοχόνδρια (μονάδες 3).

β. Το DNA των μιτοχονδρίων χαρακτηρίζεται από πολλούς ως «το DNA της Εύας». Να εξηγήσετε ποια ιδιότητα του μιτοχονδριακού DNA πιστεύετε ότι οδηγεί σε αυτό τον χαρακτηρισμό (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Το σχήμα των μιτοχονδρίων ποικίλλει (επίμηκες, σφαιρικό ή ωοειδές), και τα μιτοχόνδρια περιβάλλονται από διπλή στοιχειώδη μεμβράνη. Η εξωτερική μεμβράνη είναι λεία, ενώ η εσωτερική παρουσιάζει αναδιπλώσεις προς το εσωτερικό του μιτοχονδρίου. Στις αναδιπλώσεις αυτές εντοπίζονται διάφορα ένζυμα. Ο χώρος μέσα από την εσωτερική μεμβράνη καλύπτεται από μια παχύρρευστη μάζα, τη μήτρα του μιτοχονδρίου στην οποία υπάρχουν DNA, ένζυμα και ριβοσώματα. Τα μιτοχόνδρια υπάρχουν σε όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα. Τόσο στα ζωικά, όσο και στα φυτικά. Τα προκαρυωτικά κύτταρα δεν διαθέτουν μιτοχόνδρια.

β. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική, γι αυτό χαρακτηρίζεται ως «DNA της Εύας».

4. Μια από τις επιδιώξεις των Φυσικών Επιστημών αποτέλεσε η περιγραφή και εξήγηση της δομής και των ιδιοτήτων της ύλης, ξεκινώντας από τα μικρότερα δομικά συστατικά της. Η επιδίωξη αυτή, για την ύλη γενικά, πραγματοποιήθηκε με την ανάπτυξη της ατομικής θεωρίας, ενώ η περιγραφή της δομής και των ιδιοτήτων της έμβιας ύλης με την κυτταρική θεωρία.

α. Να αναφέρετε τι υποστηρίζει η κυτταρική θεωρία στη σύγχρονη εκδοχή της (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε το κριτήριο με βάση το οποίο τα κύτταρα διακρίνονται σε προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά (μονάδες 4), να αναφέρετε ποιο από τα δύο είδη κυττάρων θεωρείται ότι προϋπήρξε εξελικτικά (μονάδα 1) και να γράψετε ένα παράδειγμα οργανισμών που χαρακτηρίζονται ως προκαρυωτικοί σήμερα (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Η κυτταρική θεωρία στη σύγχρονη εκδοχή της υποστηρίζει ότι:

- Όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα και από κυτταρικά παράγωγα.
- Όλα τα κύτταρα δομούνται από τις ίδιες χημικές ενώσεις και εκδηλώνουν παρόμοιες μεταβολικές διεργασίες.
- Η λειτουργία των οργανισμών είναι το αποτέλεσμα της συλλογικής δράσης και αλληλεπίδρασης των κυττάρων που τους αποτελούν.
- Κάθε κύτταρο προέρχεται από τη διαίρεση προϋπάρχοντος κυττάρου.

β. Τα κύτταρα διακρίνονται σε προκαρυωτικά και σε ευκαρυωτικά με κριτήριο την πολυπλοκότητα της κατασκευής τους και κυρίως την ύπαρξη ή όχι μεμβράνης που περιβάλλει το γενετικό

τους υλικό. Τα προκαρυωτικά κύτταρα θεωρείται ότι κατά την εξελικτική διαδικασία προϋπήρξαν των ευκαρυωτικών.

Στα προκαρυωτικά κύτταρα ανήκουν τα βακτήρια (εναλλακτικά τα κυανοβακτήρια).

5. Στο ανθρώπινο σώμα υπολογίζεται ότι υπάρχουν περισσότερες από 30.000 διαφορετικές πρωτεΐνες με συγκεκριμένο βιολογικό ρόλο, ο οποίος καθορίζεται από τη τελική διαμόρφωση της κάθε πρωτεΐνης στο χώρο.

α. Να τοποθετήσετε στη σωστή σειρά τα παρακάτω στάδια αναδίπλωσης ενός πρωτεϊνικού μορίου (μονάδες 4) και να ονομάσετε το επίπεδο οργάνωσης στο οποίο αντιστοιχούν (μονάδες 2):

I. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά είτε ελικοειδή είτε πτυχωτή μορφή.

II. Τα αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους και φτιάχνουν μια πολυπεπτιδική αλυσίδα.

III. Οι επιμέρους πολυπεπτιδικές αλυσίδες συνδυάζονται μεταξύ τους.

IV. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται στο χώρο.

β. Να αναφέρετε ένα παράδειγμα πρωτεΐνης που εντοπίζεται στο ανθρώπινο σώμα (μονάδες 2), καθώς και το τελικό στάδιο διαμόρφωσής της (μονάδες 2). Να ονομάσετε δύο παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή της τελικής διαμόρφωσης μιας πρωτεΐνης (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Η σωστή σειρά αναδίπλωσης ενός πρωτεϊνικού μορίου είναι:

II. Τα αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους και φτιάχνουν μια πολυπεπτιδική αλυσίδα (πρωτοταγής δομή).

I. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά είτε ελικοειδή είτε πτυχωτή μορφή (δευτεροταγής δομή).

IV. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται στο χώρο (τριτοταγής δομή).

III. Οι επιμέρους πολυπεπτιδικές αλυσίδες συνδυάζονται μεταξύ τους (τεταρτοταγής δομή).

Το αντίστοιχο επίπεδο οργάνωσης αναφέρεται μετά από κάθε πρόταση.

β. Μια ανθρώπινη πρωτεΐνη είναι η αιμοσφαιρίνη και το τελικό στάδιο διαμόρφωσής της είναι η τεταρτοταγής δομή, επειδή αποτελείται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες ανά δύο όμοιες (εναλλακτικά: τα αντισώματα που έχουν τεταρτοταγή δομή, τα μονομερή ινσουλίνης που παρουσιάζουν τριτοταγή δομή). Οι παράγοντες που προκαλούν καταστροφή της τελικής διαμόρφωσης μιας πρωτεΐνης είναι: οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας και pH.

6. Αν παρατηρήσουμε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο στο οπτικό μικροσκόπιο δεν θα δούμε τίποτα περισσότερο από μια οριοθετημένη μάζα, μέσα στην οποία συνήθως διακρίνεται ο πυρήνας. Όμως, σήμερα, γνωρίζουμε ότι τα κύτταρα έχουν αρκετά πολύπλοκη εσωτερική οργάνωση.

α. Να αναφέρετε ποιες δομές συναντώνται στο κυτταρόπλασμα (μονάδες 4) και ποιες δομές και χημικά συστατικά στο πυρηνόπλασμα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου (μονάδες 3).

β. Να ονομάσετε τη σφαιρική δομή με πυκνή υφή που γίνεται εύκολα διακριτή στο εσωτερικό ενός πυρήνα (μονάδες 2) και να αναφέρετε το ρόλο (μονάδες 2), καθώς και τα συστατικά από τα οποία αποτελείται (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Στο κυτταρόπλασμα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου εντοπίζεται ένα πλήθος διαφορετικών δομών ή οργανιδίων, συμπεριλαμβανομένης της οριοθετημένης περιοχής του πυρήνα. Άλλες

έχουν τη μορφή μεμβρανωδών δικτύων, όπως το ενδοπλασματικό δίκτυο (και το σύστημα Golgi), άλλες αφορούν σε μεμβρανώδη οργανίδια, όπως τα μιτοχόνδρια, άλλες αντιστοιχούν σε μη μεμβρανώδεις σχηματισμούς, όπως τα ριβοσώματα ή τα κεντροσωμάτια του ζωικού κυττάρου. (Το εσωτερικό του κυτταροπλάσματος διατρέχεται, επίσης, από ένα σημαντικότατο δίκτυο πρωτεϊνικών ινιδίων του κυτταρικού σκελετού).

Στο πυρηνόπλασμα περιέχονται το σύνολο σχεδόν του DNA του ευκαρυωτικού κυττάρου (με τη μορφή ινιδίων χρωματίνης), ένας ή περισσότεροι πυρηνίσκοι, RNA και διάφορες χημικές ενώσεις (νουκλεοτίδια, ένζυμα, πρωτεΐνες κ.α.).

β. Ο πυρηνίσκος είναι μια δομή που διακρίνεται εύκολα στο μικροσκόπιο από το σφαιρικό σχήμα και τη πυκνή υφή της. Στον πυρηνίσκο συντίθεται το rRNA (συστατικό των ριβοσωμάτων). Αποτελείται κυρίως από RNA και DNA και δεν περιβάλλεται από στοιχειώδη μεμβράνη.

7. Ένα ευκαρυωτικό κύτταρο εμφανίζει πολύπλοκη εσωτερική οργάνωση. Στο εσωτερικό του πρωτοπλάσματος, όπως είχε αρχικά ονομαστεί το κυτταρόπλασμα από τους πρωτοπόρους της βιολογικής έρευνας του 19ου αιώνα, υπάρχει ένα πλήθος διαφορετικών δομών, όπως είναι τα οργανίδια τα οποία είναι ικανά να επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες.

α. Να αναφέρετε σε ποιο/ ποια από τα παρακάτω οργανίδια εντοπίζεται DNA και σε ποιο/ ποια εντοπίζονται ριβοσώματα: πυρήνας, χλωροπλάστες, αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο, μιτοχόνδρια (μονάδες 6).

β. Να αναφέρετε τη λειτουργία που επιτελούν οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια μέσα σε ένα κύτταρο (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Το DNA εντοπίζεται στον πυρήνα και στα μιτοχόνδρια κάθε ευκαρυωτικού κυττάρου και στην περίπτωση που το κύτταρο είναι (φωτοσυνθετικό) φυτικό, εντοπίζεται DNA, επιπλέον, και στους χλωροπλάστες του. Τα ριβοσώματα εντοπίζονται στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο, στους χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια (επισήμανση: στον πυρήνα δεν εντοπίζονται ριβοσώματα πλήρως συναρμολογημένα, αλλά υπάρχουν ριβοσωμικές υπομονάδες οι οποίες φτιάχνονται στον πυρηνίσκο από rRNA, που μεταγράφεται από τα αντίστοιχα γονίδια, και πρωτεΐνες που εισέρχονται από το κυτταρόπλασμα μέσω των πυρηνικών πόρων).

β. Στους χλωροπλάστες γίνεται η φωτοσύνθεση, ενώ στα μιτοχόνδρια γίνεται μετατροπή της ενέργειας σε μορφή που να μπορεί να αξιοποιηθεί για τις διάφορες λειτουργίες του κυττάρου, όπως η οξειδωτική φωσφορυλίωση.

8. Ο όρος ένζυμο καθιερώθηκε από τον Φ. Κίνε το 1878 για να δηλώσει τις δραστικές ουσίες που βρίσκονται μέσα στα κύτταρα των ζυμών (μονοκύτταροι μύκητες). Σήμερα, έχει βρεθεί και μελετηθεί ένας μεγάλος αριθμός ενζύμων στους οργανισμούς.

α. Να βρείτε ποιο/ ποια από τα παρακάτω βιολογικά μόρια ανήκουν στη κατηγορία των ενζύμων, αιτιολογώντας την απάντησή σας και να αναφέρετε το υπόστρωμα στο οποίο δρουν τα ένζυμα αυτά: λιπάση, αιμοσφαιρίνη, άγαρ, καταλάση, λακτόζη (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε γιατί η δραστικότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία και το pH (μονάδες 3) και να αναλύσετε το γιατί απαιτείται μικρή ποσότητα ενζύμου για τη διεξαγωγή μιας αντίδρασης στην οποία μετέχει πολλαπλάσια ποσότητα υποστρώματος (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια, συνεπώς το άγαρ, που είναι πολυσακχαρίτης και η λα-

κτόζη, που είναι δισακχαρίτης, δεν ανήκουν στα ένζυμα. Τα ένζυμα παίρνουν συνήθως το όνομά τους είτε με προσθήκη της κατάληξης -άση στο όνομα του υποστρώματος στο οποίο δρουν είτε από τον τύπο της αντίδρασης που καταλύουν. Στη κατηγορία των ενζύμων ανήκουν η λιπάση που καταλύει την αντίδραση διάσπασης λιπιδίων και η καταλάση που διασπά το υπεροξειδίο του υδρογόνου. Η αιμοσφαιρίνη, αν και είναι πρωτεΐνη, δεν αποτελεί ένζυμο γιατί δεν καταλύει κάποια αντίδραση (μεταφέρει οξυγόνο και διοξειδίο του άνθρακα στο αίμα).

β. Όπως αναφέρθηκε στο ερώτημα (α), τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια. Ως πρωτεΐνες έχουν τριτοταγή δομή, η οποία καθορίζει τη λειτουργία τους, δηλαδή την καταλυτική τους δράση. Όταν εκτεθούν σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH, τα ένζυμα υφίστανται μετουσίωση. Σπάζουν οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή τους και έτσι, χάνουν τη δραστηριότητά τους.

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. Για το λόγο αυτό, απαιτείται μικρή ποσότητα ενζύμου για τη διεξαγωγή μιας αντίδρασης.

9. Μια σημαντική διαφορά μεταξύ των έμβιων όντων και της άβιας ύλης είναι η ικανότητα των οργανισμών να αναπτύσσονται και να αναπαράγονται. Κομβικό ρόλο σε αυτή τους την ικανότητα παίζει η κυτταρική διαίρεση. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι υπάρχουν διαφορετικά είδη κυτταρικής διαίρεσης που έχουν μελετηθεί διεξοδικά από τους επιστήμονες.

α. Να αναφέρετε το είδος της κυτταρικής διαίρεσης που πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις (μονάδες 6):

- αναπαραγωγή βακτηρίων,
- αντικατάσταση κατεστραμμένων κυττάρων δέρματος στον άνθρωπο,
- αναπαραγωγή του πρωτοζώου *paramecium*, ενός μονοκύτταρου ευκαρυωτικού οργανισμού,
- σχηματισμός γαμετών για την αναπαραγωγή του ανθρώπου,
- βλαστητική αναπαραγωγή φυτού με παραφυάδες,
- σχηματισμός δύο εμβρυϊκών κυττάρων από ένα γονιμοποιημένο ωάριο.

β. Να ονομάσετε δύο μηχανισμούς που συμβάλλουν στη γενετική ποικιλομορφία των οργανισμών που αναπαράγονται αμφιγονικά (μονάδες 2) και να εξηγήσετε γιατί η γενετική ποικιλομορφία είναι σημαντική για την εξέλιξη ενός είδους (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Το είδος της κυτταρικής διαίρεσης που πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις είναι:

- αναπαραγωγή βακτηρίων: διχοτόμηση
- αντικατάσταση κατεστραμμένων κυττάρων δέρματος στον άνθρωπο: μίτωση
- αναπαραγωγή του μονοκύτταρου ευκαρυωτικού οργανισμού *paramecium*: μίτωση
- σχηματισμός γαμετών για την αναπαραγωγή του ανθρώπου: μείωση
- βλαστητική αναπαραγωγή φυτού με παραφυάδες: μίτωση
- σχηματισμός δύο εμβρυϊκών κυττάρων από ένα γονιμοποιημένο ωάριο: μίτωση

β. Δύο μηχανισμοί που συμβάλλουν στη γενετική ποικιλομορφία των οργανισμών που αναπαράγονται αμφιγονικά είναι: ο ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων και ο επιχιασμός κατά τη πρώτη μειωτική διαίρεση (εναλλακτικά: η τυχαία γονιμοποίηση των ωαρίων από τα σπερματοζωάρια, οι μεταλλάξεις). Η γενετική ποικιλομορφία που χαρακτηρίζει τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς είναι σημαντική για την εξέλιξη ενός είδους. Μερικοί από τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι πιο επιτυχημένοι απ' ό,τι άλλοι, με την έννοια ότι προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο φορέα τους, σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο μηχανισμός αυτός

συμβάλλει στην εξέλιξη, γιατί κάθε πληθυσμός περνά στις επόμενες γενιές του πιο ευνοϊκούς συνδυασμούς γονιδίων και γνωρισμάτων.

12. Τα βακτήρια (προκαρυωτικοί οργανισμοί) και η αμοιβάδα (μονοκύτταρος ευκαρυωτικός οργανισμός), αν και αναπαράγονται μονογονικά, δηλαδή τα νέα άτομα προέρχονται από ένα μόνο γονέα, χρησιμοποιούν διαφορετικούς μηχανισμούς κυτταρικής διαίρεσης.

α. Να ονομάσετε (μονάδες 2) και να περιγράψετε το είδος της κυτταρικής διαίρεσης που χρησιμοποιούν τα βακτήρια για την αναπαραγωγή τους (μονάδες 4).

β. Να ονομάσετε το είδος της κυτταρικής διαίρεσης που χρησιμοποιεί η αμοιβάδα για την αναπαραγωγή της (μονάδες 2). Να αναφέρετε τη βιολογική σημασία αυτού του είδους της κυτταρικής διαίρεσης στην αμοιβάδα (μονάδες 2) και να εξηγήσετε σε ποιες άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιείται εκτός από την αναπαραγωγή των μονοκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. Τα βακτήρια αναπαράγονται με διχοτόμηση. Το βακτηριακό «χρωμόσωμα», ένα κυκλικό μόριο DNA, αυτοδιπλασιάζεται πριν από τη διαίρεση του βακτηρίου. Τα δύο «χρωμοσώματα» μοιράζονται στα θυγατρικά κύτταρα με τη βοήθεια της κυτταρικής μεμβράνης, χωρίς τη δημιουργία ατράκτου. Τη διανομή του γενετικού υλικού ακολουθεί η διαίρεση του κυτταροπλάσματος. Τα δύο θυγατρικά κύτταρα αποχωρίζονται με την ανάπτυξη νέων κυτταρικών τοιχωμάτων.

β. Η αμοιβάδα αναπαράγεται με μίτωση. Η μίτωση οδηγεί στη δημιουργία δύο πανομοιότυπων μεταξύ τους (όσο και με το μητρικό) θυγατρικών κυττάρων και συνεπώς, ευνοεί τη γενετική σταθερότητα. Εκτός από την αναπαραγωγή των μονοκύτταρων οργανισμών, η μίτωση στους πολυκύτταρους ευκαρυωτικούς οργανισμούς χρησιμοποιείται: i. για την αύξηση του αριθμού των κυττάρων και συνεπώς την ανάπτυξη των οργανισμών, ii. για την ανανέωση των κυττάρων τους, δηλαδή την αντικατάσταση των νεκρών, κατεστραμμένων ή γηρασμένων κυττάρων στους ιστούς με άλλα όμοια με αυτά και iii. για την αναπαραγωγή τους σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. βλαστική αναπαραγωγή των φυτών με παραφυάδες, οφθαλμούς κτλ.

19. Ο πυρήνας είναι το πιο ευδιάκριτο οργανίδιο των ευκαρυωτικών κυττάρων. Κατά κανόνα, υπάρχει ένας πυρήνας σε κάθε κύτταρο· υπάρχουν ωστόσο και κύτταρα με δύο ή με πολυάριθμους πυρήνες. Σε κάθε περίπτωση, ο πυρήνας περιβάλλεται από τον πυρηνικό φάκελο ή πυρηνική μεμβράνη και έτσι διαχωρίζεται το εσωτερικό του πυρήνα, δηλαδή το πυρηνόπλασμα, από το κυτταρόπλασμα. Στο πυρηνόπλασμα περιέχονται το σύνολο σχεδόν του DNA του ευκαρυωτικού κυττάρου, ένας ή περισσότεροι πυρηνίσκοι και διάφορες χημικές ενώσεις (νουκλεοτίδια, ένζυμα, πρωτεΐνες κ.ά.).

α. Να αναφέρετε ένα είδος κυττάρων με πολυάριθμους πυρήνες (μονάδες 2) και να περιγράψετε τη δομή και το ρόλο του πυρηνικού φακέλου (μονάδες 4).

β. Να περιγράψετε τη δομή και τη λειτουργία του πυρηνίσκου (μονάδες 2) και να αναφέρετε τις λειτουργίες που επιτελούνται στον πυρήνα, καθιστώντας το ρόλο του σημαντικό για τη ζωή ενός κυττάρου (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Κύτταρα με πολυάριθμους πυρήνες είναι ορισμένα μυϊκά κύτταρα.

Ο πυρηνικός φάκελος (ή πυρηνική μεμβράνη) αποτελείται από δύο στοιχειώδεις μεμβράνες,

μια εσωτερική και μια εξωτερική, οι οποίες συνενώνονται κατά τόπους με αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι πυρηνικοί πόροι. Η πυρηνική μεμβράνη οριοθετεί τον πυρήνα, ενώ οι πυρηνικοί πόροι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία του πυρήνα με το κυτταρόπλασμα, γιατί ελέγχουν τα μακρομόρια που εισέρχονται και εξέρχονται προς και από τον πυρήνα, αντίστροφα.

β. Ο πυρηνίσκος είναι μια δομή με σφαιρικό σχήμα και πυκνή υφή. Αποτελείται κυρίως από RNA και DNA και δεν περιβάλλεται από στοιχειώδη μεμβράνη. Σ' αυτόν συντίθεται το rRNA (συστατικό των ριβοσωμάτων).

Ο ρόλος του πυρήνα για τη ζωή των κυττάρων είναι σημαντικός, αφού είναι το οργανίδιο στο οποίο:

- Φυλάσσεται το γενετικό υλικό (DNA) του κυττάρου.
 - Διπλασιάζεται το γενετικό υλικό (αντιγραφή του DNA), ώστε να εξασφαλίζεται η μεταβίβαση των γενετικών πληροφοριών, αναλλοίωτων, από κύτταρο σε κύτταρο αλλά και από γενιά σε γενιά,
 - Συντίθενται τα διάφορα είδη RNA από γενετικές πληροφορίες που φέρει το DNA (μεταγραφή του DNA).
-

23. Τα βιολογικά μακρομόρια συντίθενται από τη συνένωση καθορισμένων δομικών λίθων, που ονομάζονται μονομερή. Τα μονομερή των πρωτεϊνών είναι τα αμινοξέα τα οποία συνδέονται κατάλληλα και συμμετέχουν στην τελική διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου.

α. Να περιγράψετε τη δομή των αμινοξέων (μονάδες 4), επισημαίνοντας το σταθερό και το μεταβλητό τους τμήμα (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε τι δείχνει η τεταρτοταγής δομή στις πρωτεΐνες (μονάδες 2), πότε εμφανίζεται αυτή (μονάδα 1), καθώς και το είδος των δεσμών που συμμετέχουν σε αυτή τη δομή (μονάδες 2). Να αναφέρετε μια πρωτεΐνη που έχει τεταρτοταγή δομή (μονάδα 1).

Μονάδες 12

α. Σε κάθε αμινοξύ παρατηρούμε το σταθερό και το μεταβλητό τμήμα του. Το σταθερό τμήμα αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου, μια αμινομάδα και μια καρβοξυλομάδα, ενωμένα σε ένα κοινό άτομο άνθρακα. Το μεταβλητό τμήμα αποτελείται από μία πλευρική ομάδα R, η οποία έχει διαφορετική χημική δομή για κάθε αμινοξύ. Σύμφωνα με τα παραπάνω, στα αμινοξέα που δομούν τις πρωτεΐνες θα βρούσαμε 20 διαφορετικά είδη πλευρικών ομάδων R.

β. Η τεταρτοταγής δομή αποτελεί την τελική διαμόρφωση μιας πρωτεΐνης στο χώρο όταν αυτή αποτελείται από δύο ή περισσότερες πολυπεπτιδικές αλυσίδες. Στην τελική διαμόρφωση συμμετέχει ένα σύνολο από (διαμοριακές) αλληλεπιδράσεις και δεσμούς οι οποίοι αναπτύσσονται μεταξύ των πλευρικών ομάδων R των αμινοξέων (όπως οι δεσμοί υδρογόνου, οι δεσμοί Van der Waals, οι υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις, οι ιοντικοί δεσμοί). Μια γνωστή πρωτεΐνη με τεταρτοταγή δομή είναι η αιμοσφαιρίνη, η οποία αποτελείται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες ανά δύο όμοιες. (εναλλακτικά: τα αντισώματα που αποτελούνται από 4 επιμέρους πολυπεπτιδικές αλυσίδες).

27. Η μητέρα της Μαρίας αγόρασε ένα απορρυπαντικό εξειδικευμένο για τους λεκέδες από μέλι και προσπάθησε να το χρησιμοποιήσει σε λεκέδες από κρασί χωρίς επιτυχία. Τα απορρυπαντικά περιέχουν ένζυμα που καταλύουν τη διάσπαση των χημικών ουσιών που προκαλούν λεκέδες στα υφάσματα.

α. Να εξηγήσετε γιατί δεν καθάρισε το ρούχο που είχε λερωθεί με κρασί με το συγκεκριμένο

απορρυπαντικό (μονάδες 6).

β. Οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται, με την παρουσία ενζύμων, μέσα σ' ένα λεπτό, θα χρειάζονταν έως και 32 μήνες για να πραγματοποιηθούν χωρίς αυτά. Να γράψετε το χαρακτηριστικό των ενζύμων που αιτιολογεί την παραπάνω πρόταση (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Τα ένζυμα εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού τους κέντρου με το υπόστρωμα. Αυτό σημαίνει ότι δρουν συνήθως σε ένα μόνο συγκεκριμένο υπόστρωμα. Ένα ένζυμο δηλαδή καταλύει συνήθως μία μόνο χημική αντίδραση ή, το πολύ, μια σειρά από πολύ συγγενικές αντιδράσεις π.χ. η παγκρεατική λιπάση, ένζυμο που εκκρίνεται από το πάγκρεας, καταλύει τις αντιδράσεις διάσπασης μιας σειράς διαφορετικών λιπιδίων. Συνεπώς το ένζυμο που επιταχύνει τη διάσπαση του μελανιού δεν μπορεί να δράσει και στη διάσπαση των χημικών ουσιών του κρασιού.

β. Τα ένζυμα, γενικά, καταλύουν αντιδράσεις που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία τους. Με την παρουσία όμως των ενζύμων η ταχύτητα των αντιδράσεων αυξάνεται ακόμη και μέχρι 100 εκατομμύρια φορές. Συνεπώς, τα ένζυμα δρουν πολύ γρήγορα. Για παράδειγμα, ένα μόριο καταλάσης μπορεί να καταλύσει, στη θερμοκρασία του κυττάρου, τη διάσπαση έξι εκατομμυρίων μορίων υπεροξειδίου του υδρογόνου μέσα σε ένα λεπτό.

29. Το κολλαγόνο είναι η πιο άφθονη δομική πρωτεΐνη των θηλαστικών και αποτελείται από τρεις πολυπεπτιδικές αλυσίδες, οι οποίες περιελίσσονται δεξιόστροφα και σχηματίζουν μία άκαμπτη ράβδο.

α. Να ονομάσετε το τελικό επίπεδο οργάνωσης του κολλαγόνου (μονάδες 2) και να εξηγήσετε αν αυτό το επίπεδο οργάνωσης υπάρχει σε όλες τις πρωτεΐνες των οργανισμών (μονάδες 4).

β. Η ζελατίνη είναι μια ινώδης πρωτεΐνη που εξάγεται από τη μετουσίωση του κολλαγόνου με ευρεία εφαρμογή σε πολλούς βιομηχανικούς τομείς. Να γράψετε υπό ποιες συνθήκες πραγματοποιείται η μετουσίωση (μονάδες 2) και να εξηγήσετε το αποτέλεσμα αυτής στην πρωτεΐνη (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Το τελικό επίπεδο οργάνωσης του κολλαγόνου είναι η τεταρτοταγής δομή γιατί η πρωτεΐνη αποτελείται από 3 πολυπεπτιδικές αλυσίδες. Αν μια πρωτεΐνη αποτελείται από περισσότερες από μία πολυπεπτιδικές αλυσίδες, το τελικό στάδιο είναι η τεταρτοταγής δομή, δηλαδή ο συνδυασμός των επιμέρους πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε ένα ενιαίο πρωτεϊνικό μόριο. Αν η πρωτεΐνη αποτελείται από μία μόνο πολυπεπτιδική αλυσίδα, το τελικό στάδιο της διαμόρφωσής της είναι η τριτοταγής δομή. Συνεπώς δεν υπάρχει τεταρτοταγής δομή σε όλες τις πρωτεΐνες ενός οργανισμού.

β. Όταν το κολλαγόνο εκτεθεί σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH, τότε η πρωτεΐνη υφίσταται μετουσίωση. Σπάζουν, δηλαδή, οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της και η πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της. Έτσι προκύπτει μία τροποποιημένη πρωτεΐνη, η ζελατίνη.

33. Στους διπλοειδείς οργανισμούς που αναπαράγονται αμφιγονικά υπάρχουν συγκεκριμένα κύτταρα που υφίστανται έναν άλλο τύπο κυτταρικής διαίρεσης, τη λεγόμενη μείωση.

α. Να εξηγήσετε ποιο πρόβλημα λύνει η μείωση για τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς (μονάδες 4) αναφέροντας και τη βιολογική διαδικασία με την οποία συνδυάζεται (μονάδες 2).

β. Να αναφέρετε τα κύτταρα που υφίστανται μειωτική διαίρεση (μονάδες 2) και να περιγράψετε τα κύτταρα που προκύπτουν μετά το τέλος της μείωσης (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Αν κάθε γονέας, από τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς, μεταβίβαζε στον απόγονο του τον ακριβή αριθμό χρωμοσωμάτων του, το νέο άτομο θα είχε το άθροισμα του αριθμού των χρωμοσωμάτων και των δύο, δηλαδή θα είχε διαφορετικό αριθμό χρωμοσωμάτων από αυτόν που είναι καθορισμένος για το είδος του. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε στη διάρκεια της εξέλιξης μέσα από τη μείωση και τη γονιμοποίηση. Με τη μείωση κάθε γονέας παράγει τους γαμέτες του, 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 είναι και ο νέος οργανισμός, αφού η συνένωση των απλοειδών γαμετών επαναφέρει τον αριθμό χρωμοσωμάτων στο κανονικό.

β. Η μείωση γίνεται σε μια ειδική κατηγορία διπλοειδών κυττάρων, που χαρακτηρίζονται ως άωρα γεννητικά κύτταρα. Μετά τον αυτοδιπλασιασμό του γενετικού υλικού (καθένα χρωμόσωμα αποτελείται από δύο χρωματίδες), στο κύτταρο που πρόκειται να υποστεί μείωση γίνονται δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις. Από την πρώτη κυτταρική διαίρεση, που χαρακτηρίζεται ως 1η μειωτική διαίρεση ή μείωση I, παράγονται δύο κύτταρα. Καθένα από αυτά υφίσταται τη δεύτερη κυτταρική διαίρεση, που χαρακτηρίζεται ως 2η μειωτική διαίρεση ή μείωση II, με αποτέλεσμα την παραγωγή τεσσάρων γαμετών. Η μείωση παράγει γαμέτες που έχουν πάρει, από κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων, υποχρεωτικά τη μία χρωματίδα, η οποία με το τέλος της μείωσης αντιστοιχεί σε ένα χρωμόσωμα.

36. Η μελέτη του φαινομένου της κυτταρικής διαίρεσης και η διάκριση των επιμέρους κατηγοριών της έλυσε το μυστήριο της προέλευσης των πολυκύτταρων οργανισμών από το ένα και μοναδικό ζυγωτό, το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού και εξήγησε στην πορεία πολλά άλλα βιολογικά φαινόμενα.

α. Να εξηγήσετε ποια βιολογικά φαινόμενα και ανάγκες των ζωντανών οργανισμών εξυπηρετεί ο τύπος της κυτταρικής διαίρεσης που αποκαλείται “μίτωση” (μονάδες 7).

β. Να ονομάσετε τους παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η διάρκεια του κυτταρικού κύκλου σε ένα κύτταρο (μονάδες 4) και να αναφέρετε μια περίπτωση κυττάρων του ανθρώπου, που η διάρκεια του κυτταρικού τους κύκλου είναι πολύ μεγάλη καθώς δεν διαιρούνται ή διαιρούνται σπάνια (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Η μίτωση είναι μια διαδικασία που ευνοεί τη γενετική σταθερότητα και για το λόγο αυτό άλλωστε αποτελεί τη διαδικασία με την οποία διεξάγονται πολλές βιολογικές διαδικασίες. Κατ' αρχήν η μονογονική αναπαραγωγή των μονοκύτταρων και των πολυκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών (π.χ. η βλαστητική αναπαραγωγή των φυτών με παραφυάδες, οφθαλμούς κτλ.), καθώς και η αύξηση του αριθμού των κυττάρων και συνεπώς η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών και η ανανέωση των κυττάρων τους. Τέλος, με μίτωση πραγματοποιείται η αντικατάσταση των νεκρών, κατεστραμμένων ή γερασμένων κυττάρων στους ιστούς των πολυκύτταρων οργανισμών με άλλα όμοια με αυτά.

β. Η διάρκεια του κυτταρικού κύκλου αλλά και η διάρκεια καθεμιάς από τις φάσεις του εξαρτώνται από τον τύπο του κυττάρου αλλά και από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η παροχή θρεπτικών ουσιών, οξυγόνου κ.ά. Μερικά κύτταρα ολοκληρώνουν τον κυτταρικό

τους κύκλο σύντομα και αυτό τους επιτρέπει να διαιρούνται με μεγάλη συχνότητα. Άλλα, όπως τα νευρικά κύτταρα, από τη στιγμή που θα δημιουργηθούν, διαιρούνται σπάνια ή και καθόλου.

37. Οι φωτοσυνθετικές χρωστικές ουσίες είναι χημικές ενώσεις που απορροφούν και αντανακλούν συγκεκριμένα μήκη κύματος ορατού φωτός. Διαφορετικοί τύποι φωτοαυτότροφων οργανισμών περιέχουν φωτοσυνθετικές χρωστικές, οι οποίες απορροφούν σε διαφορετικά μήκη κύματος του ορατού φάσματος και εκπέμπουν σε μήκη κύματος που αντιστοιχούν κυρίως στο πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα.

α. Να αναφέρετε πως ονομάζονται οι χρωστικές που δίνουν το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα στα αντίστοιχα τμήματα των φυτών και σε ποια κατηγορία οργανιδίων του φυτικού κυττάρου περιέχονται (μονάδες 4). Να ονομάσετε τα αντίστοιχα οργανίδια που υπάρχουν στα άνθη και στους καρπούς των φυτών (μονάδες 2).

β. Να περιγράψετε τη δομή στο εσωτερικό των προαναφερόμενων οργανιδίων που εντοπίζονται στα πράσινα μέρη των φυτών (μονάδες 4) και να εξηγήσετε γιατί τα συγκεκριμένα οργανίδια χαρακτηρίζονται ως ενεργειακοί μετατροπείς του κυττάρου (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα στα αντίστοιχα τμήματα των φυτών οφείλεται στις χλωροφύλλες οι οποίες περιέχονται στους χλωροπλάστες. Αντίστοιχα οργανίδια (πλαστίδια) που περιέχουν χρωστικές είναι οι χρωμοπλάστες και βρίσκονται στα άνθη και στους καρπούς. β. Στο εσωτερικό των χλωροπλάστων υπάρχει μια ρευστή μάζα, το στρώμα, στο οποίο περιέχονται πεπλατυσμένα κυστίδια, τα θυλακοειδή, που στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, ώστε να σχηματίσουν σωρούς, τα *grana*, στα οποία περιέχονται μόρια χλωροφύλλης. Υπάρχουν επίσης μεμονωμένες μεμβρανώδεις δομές, τα ελασμάτια, που συνδέουν τα *grana* μεταξύ τους. Τα οργανίδια του ευκαρυωτικού κυττάρου, τα εξειδικευμένα στη μετατροπή της εξωτερικής ενέργειας σε χρησιμοποιήσιμη μορφή, είναι οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια, γι αυτό και χαρακτηρίζονται ως ενεργειακοί μετατροπείς του κυττάρου. Στα οργανίδια αυτά γίνεται η φωτοσύνθεση.

38. Η α αμανιτίνη είναι τοξίνη, η οποία παράγεται από το μανιτάρι *Amanita phalloides* και είναι θανατηφόρα, επειδή παρεμποδίζει τη λειτουργία του ενζύμου που χρειάζεται για την παραγωγή RNA από συγκεκριμένα γονίδια.

α. Να αναφέρετε ποιο ένζυμο πιστεύετε ότι καταστέλλεται από τη δράση της τοξίνης (μονάδες 2), ποια αντίδραση καταλύει (μονάδες 2) και να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο τα ένζυμα επηρεάζουν την ενέργεια ενεργοποίησης μιας αντίδρασης (μονάδες 3).

β. Να περιγράψετε το επίπεδο ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης στο οποίο συμμετέχει το ένζυμο του προηγούμενου ερωτήματος (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Τα ένζυμα που δρουν για την παραγωγή των RNA των κυττάρων είναι οι RNA πολυμεράσες (στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς υπάρχουν τρία είδη RNA πολυμερασών, άρα το συγκεκριμένο ένζυμο μπορεί να είναι η RNA πολυμεράση I, II ή III).

Η αντίδραση που καταλύει η RNA πολυμεράση είναι η μεταγραφή (συγκεκριμένα ο πολυμερισμός ριβονουκλεοτιδίων). Η επίδραση της στην ενέργεια ενεργοποίησης είναι η εξής: Για να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις, πρέπει αρχικά να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ενέργεια ενεργοποίησης. Επιπλέον ο

χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των μεταβολικών αντιδράσεων είναι πολύ μεγάλος. Τα κύτταρα, διαθέτουν μηχανισμό μείωσης της ενέργειας ενεργοποίησης των μεταβολικών τους αντιδράσεων, ο οποίος στηρίζεται στη δράση των ενζύμων, που είναι πρωτεΐνες. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή μορίων - υποστρωμάτων. Ο προσανατολισμός των μορίων - υποστρωμάτων γίνεται στο ενεργό κέντρο του ενζύμου, που αποτελεί μια μικρή περιοχή του. Η σύνδεση των αντιδρώντων μορίων με αυτό μοιάζει με το «ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά».

β. Το επίπεδο ρύθμισης στο οποίο συμμετέχει η RNA πολυμεράση είναι το επίπεδο της μεταγραφής. Στο επίπεδο αυτό, ένας αριθμός μηχανισμών ελέγχουν ποια γονίδια θα μεταγραφούν ή/και με ποια ταχύτητα θα γίνει η μεταγραφή. Στο DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων κάθε γονίδιο έχει το δικό του υποκινητή. Η RNA πολυμεράση λειτουργεί με τη βοήθεια πρωτεϊνών, που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς οι μεταγραφικοί παράγοντες παρουσιάζουν τεράστια ποικιλία. Κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων. Διαφορετικός συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων ρυθμίζει τη μεταγραφή κάθε γονιδίου. Μόνο όταν ο σωστός συνδυασμός των μεταγραφικών παραγόντων προσδεθεί στον υποκινητή ενός γονιδίου, αρχίζει η RNA πολυμεράση τη μεταγραφή ενός γονιδίου.

40. Ο πυρήνας είναι το πιο ευδιάκριτο οργανίδιο των ευκαρυωτικών κυττάρων και συχνά αναφέρεται ως το κέντρο λειτουργιών του κυττάρου. Κατά κανόνα, υπάρχει ένας πυρήνας σε κάθε κύτταρο. Υπάρχουν ωστόσο και κύτταρα με δύο πυρήνες, όπως το κύτταρο του πρωτόζωου Παραμέτσιουμ (*Paramecium*), ή κύτταρα με πολυάριθμους πυρήνες, όπως ορισμένα μυϊκά. Υπάρχουν όμως και κύτταρα, όπως είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια, που κατά τη διάρκεια της διαφοροποίησής τους χάνουν τον πυρήνα τους.

α. Να περιγράψετε το ρόλο του πυρήνα (μονάδες 3) και να εξηγήσετε με ποιο τρόπο ο πυρήνας συμμετέχει στη γονιδιακή έκφραση (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο μπορεί η απώλεια του πυρήνα (φυσική ή τεχνητή) να επηρεάσει τη ζωή ενός κυττάρου (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Οι λειτουργίες του πυρήνα είναι οι ακόλουθες:

1. Φυλάσσει το γενετικό υλικό (DNA). Με βάση τις πληροφορίες που είναι καταγεγραμμένες σ' αυτό καθορίζονται οι ιδιότητες του κυττάρου και κατ' επέκταση του οργανισμού, και ελέγχονται όλες οι κυτταρικές δραστηριότητες.

2. Είναι το οργανίδιο στο οποίο διπλασιάζεται το γενετικό υλικό (με τη διαδικασία της αντιγραφής), με τρόπο που εξασφαλίζει τη μεταβίβαση των γενετικών πληροφοριών, αναλλοίωτων, από κύτταρο σε κύτταρο αλλά και από γενιά σε γενιά.

3. Είναι το οργανίδιο στο εσωτερικό του οποίου συντίθενται τα διάφορα είδη RNA από γενετικές πληροφορίες που φέρει το DNA, πραγματοποιείται δηλαδή η μεταγραφή των γονιδίων του DNA σε RNA. Επίσης, στον πυρήνα πραγματοποιείται η ωρίμανση των πρόδρομων mRNA του κυττάρου με τη βοήθεια των μικρών ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιών. Τέλος, στο στάδιο μετά τη μεταγραφή, καθορίζεται η ταχύτητα με την οποία το ώριμο mRNA αφήνει τον πυρήνα και εισέρχεται στο κυτταρόπλασμα. Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν τη συμμετοχή του πυρήνα στη γονιδιακή έκφραση.

β. Κύτταρα τα οποία έχασαν τον πυρήνα τους κατά τη διαφοροποίησή τους (π.χ. ερυθρά αιμοσφαίρια) ή κύτταρα από τα οποία αφαιρέθηκε τεχνητά ο πυρήνας δεν αναπαράγονται και εμφανίζουν μικρό αριθμό μεταβολικών διεργασιών και περιορισμένη διάρκεια ζωής.

45. Η αλβουμίνη είναι μια σφαιρική πρωτεΐνη, η οποία εντοπίζεται στο αίμα των σπονδυλωτών, όπου συμβάλλει στη διατήρηση σταθερής της ωσμωτικής πίεσης και του pH. Στον άνθρωπο, οι οξείες λοιμώξεις, τα εγκαύματα και το στρες του οργανισμού μπορούν να αυξήσουν τη συγκέντρωσή της στο αίμα.

α. Να εξηγήσετε πως η αλβουμίνη διατηρεί την τρισδιάστατη δομή της στο χώρο, με δεδομένο ότι αποτελείται από μία πολυπεπτιδική αλυσίδα (μονάδες 3). Αν οι πρωτεΐνες, με κριτήριο τη λειτουργία τους, διακρίνονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες (τις δομικές και τις λειτουργικές), να κατατάξετε την αλβουμίνη σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες (μονάδα 1). Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

β. Η έκθεση των πρωτεϊνών σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας συνοδεύεται από ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο. Να ονομάσετε το φαινόμενο αυτό (μονάδες 3) και να δικαιολογήσετε τις επιπτώσεις που θα έχει η υψηλή θερμοκρασία στην λειτουργία της αλβουμίνης (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Η αλβουμίνη έχει τριτοταγή διαμόρφωση στο χώρο. Η διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου στο χώρο σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες (R) των αμινοξέων της. Η αλβουμίνη κατατάσσεται στις λειτουργικές πρωτεΐνες επειδή συμβάλλει σε διάφορες λειτουργίες, όπως είναι η διατήρηση σταθερής ωσμωτικής πίεσης του αίματος στον ανθρώπινο οργανισμό.

β. Όταν εκτεθεί μία πρωτεΐνη σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH υφίσταται μετουσίωση. Πιο συγκεκριμένα, σπάζουν οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων (R) των αμινοξέων της με αποτέλεσμα να καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της. Η τρισδιάστατη δομή μιας πρωτεΐνης όμως καθορίζει τη λειτουργία που αυτή επιτελεί, οπότε και η αλβουμίνη με αυτόν τον τρόπο χάνει τη λειτουργικότητά της.

47. Κατά τη διάρκεια της κυτταροπλασματικής διαίρεσης, στο τέλος της μίτωσης, το κυτταρόπλασμα του μητρικού κυττάρου μοιράζεται σε δύο νέα θυγατρικά κύτταρα, έτσι ώστε το καθένα να συνιστά ένα κύτταρο με ολοκληρωμένη δομή και λειτουργία.

α. Να περιγράψετε τις πυρηνικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται ακριβώς πριν ή και ταυτόχρονα με την κυτταροπλασματική διαίρεση ενός ευκαρυωτικού κυττάρου που διαιρείται με μίτωση (μονάδες 6).

β. Ο φραγμοπλάστης είναι ένα πλέγμα νηματίων που αναπτύσσεται κατά την κυτταροπλασματική διαίρεση. Να αναφέρετε την κατηγορία των νηματίων από το οποίο αποτελείται το πλέγμα αυτό (μονάδες 2) και να περιγράψετε τη διαίρεση ποιων κυττάρων και με ποιο τρόπο εξυπηρετεί (μονάδες 2). Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο γίνεται ο διαχωρισμός του κυτταροπλάσματος στα ζωικά κύτταρα (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Η ολοκλήρωση της πυρηνικής διαίρεσης είναι η διαδικασία που προηγείται της κυτταροπλασματικής διαίρεσης ώστε να ολοκληρωθεί η μίτωση και πραγματοποιείται κατά την τελόφαση. Στη διάρκειά της συμβαίνουν οι ακριβώς αντίστροφες διαδικασίες από αυτές που συνέβησαν στην πρόφαση. Η άτρακτος αποδιοργανώνεται και επανεμφανίζονται οι πυρηνικοί φάκελοι. Δημιουργούνται έτσι δύο θυγατρικοί πυρήνες. Σε καθέναν από αυτούς τα χρωμοσώματα επανέρχονται στη μορφή του δικτύου χρωματίνης της μεσόφασης και επανασχηματίζεται ο πυρηνίσκος.

β. Ο φραγμοπλάστης δημιουργείται από τα νηματία που ονομάζονται μικροσωληνίσκοι. Αποτελεί σχηματισμό που ολοκληρώνει την κυτταροπλασματική διαίρεση κατά τη μίτωση των φυ-

τικών κυττάρων. Από το φραγμοπλάστη προκύπτουν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο θυγατρικών φυτικών κυττάρων. Στα ζωικά κύτταρα στο ύψος του ισημερινού επιπέδου του κυττάρου, σχηματίζεται ένας περιφερικός δακτύλιος από ινίδια ακτίνης. Ο δακτύλιος αυτός με την πάροδο του χρόνου στενεύει όλο και περισσότερο, ώσπου να διχοτομήσει τελικά το κύτταρο (αυλάκωση).

48. Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια που καταλύουν μια ποικιλία χημικών αντιδράσεων εμφανίζοντας υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, ενώ παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος των αντιδράσεων, με αποτέλεσμα να μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές.

α. Να γράψετε τον λόγο για τον οποίο τα ένζυμα εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης (μονάδες 4) και να αναφέρετε ένα σχετικό παράδειγμα (μονάδες 2).

β. Τα ενδοκυτταρικά ένζυμα, δρουν μέσα στα κύτταρα του οργανισμού ώστε να καταλύσουν τις χημικές αντιδράσεις. Να ονομάσετε δύο ένζυμα που δρουν στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων (μονάδες 2) και να περιγράψετε την αντίδραση που καταλύει καθένα από αυτά (μονάδες 2). Να αναφέρετε ένα ένζυμο που δρα μόνο στα προκαρυωτικά κύτταρα και όχι στα ευκαρυωτικά (μονάδα 1) και να γράψετε το φυσιολογικό ρόλο του στα κύτταρα (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Τα ένζυμα εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού τους κέντρου με το υπόστρωμα. Αυτό σημαίνει ότι δρουν συνήθως σε ένα μόνο συγκεκριμένο υπόστρωμα. Ένα ένζυμο δηλαδή καταλύει συνήθως μία μόνο χημική αντίδραση ή, το πολύ, μια σειρά από πολύ συγγενικές αντιδράσεις. Η καταλάση, για παράδειγμα, καταλύει μόνο την αντίδραση διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου (εναλλακτικά: η παγκρεατική λιπάση, ένζυμο που εκκρίνεται από το πάγκρεας, καταλύει τις αντιδράσεις διάσπασης μιας σειράς διαφορετικών λιπιδίων).

β. Τα ένζυμα που μπορούν να δράσουν μέσα στον πυρήνα είναι:

- οι DNA ελικάσες, που σπάζουν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των δύο συμπληρωματικών αλυσίδων DNA κατά την αντιγραφή,
- το πριμόσωμα, ένα ειδικό ενζυμικό σύμπλοκο, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA (πρωταρχικά τμήματα), συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες DNA.

Εναλλακτικά:

- οι DNA πολυμεράσες που επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA, επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής και απομακρύνουν τα πρωταρχικά τμήματα RNA και τα αντικαθιστούν με τμήματα DNA,
- τα επιδιορθωτικά ένζυμα που επιδιορθώνουν σε μεγάλο ποσοστό λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες,
- η DNA δεσμάση που συνδέει κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας και όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής του DNA,
- η RNA πολυμεράση που προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA και τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων,
- τα ριβουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια που κόβουν τα εσώνια και συρράπτουν τα εξώνια μεταξύ τους στο πρόδρομο mRNA ώστε να σχηματιστεί το «ώριμο» mRNA.

Μία κατηγορία ενζύμου που δρα στα προκαρυωτικά κύτταρα περιλαμβάνει τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες. Ο φυσιολογικός ρόλος αυτών είναι να προστατεύουν τα βακτήρια από την εισβολή «ξένου» DNA.

52. Κατά τη διάρκεια της μετάφασης I, των άωρων γεννητικών κυττάρων, τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων ολοκληρώνουν τη μετακίνησή τους προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου.

α. Να γράψετε με ποιον μηχανισμό μετακινούνται τα ζεύγη των χρωμοσωμάτων προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου κατά τη μετάφαση I (μονάδες 3) και να συγκρίνετε την τελική τοποθέτησή τους εκεί με την τοποθέτηση των χρωμοσωμάτων κατά τη μετάφαση της μίτωσης (μονάδες 3).

β. Να ονομάσετε το φαινόμενο της μετάφασης I που συμβάλλει στην γενετική ποικιλομορφία των οργανισμών (μονάδες 3) και να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Με την έναρξη της μετάφασης I τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων που έχουν δημιουργηθεί με σύναψη εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που καταλάμβαναν κατά την πρόφαση και αρχίζουν να μετακινούνται κατά μήκος των νηματίων της ατράκτου, προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Αυτό επιτελείται με τη βοήθεια των ίδιων των νηματίων της ατράκτου. Κατά την μιτωτική μετάφαση ο στοίχος που δημιουργείται είναι στοίχος μεμονωμένων χρωμοσωμάτων ενώ στην μετάφαση I το κάθε χρωμόσωμα τοποθετείται απέναντι στο ομόλόγο του, με αποτέλεσμα να δημιουργείται στοίχος ζευγών ομόλογων χρωμοσωμάτων.

β. Το φαινόμενο αυτό λέγεται ανεξάρτητος συνδυασμός των χρωμοσωμάτων. Πρόκειται για έναν μηχανισμό αναδιανομής των γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά, μη ομόλογα, χρωμοσώματα. Στην μετάφαση I κάθε χρωμόσωμα από τα μέλη κάθε ζευγαριού ομόλογων μπορεί να κατευθυνθεί είτε προς τον έναν είτε προς τον άλλο πόλο, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών συνδυασμών.

61. Η πρωτεϊνοσύνθεση αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες βιολογικές διεργασίες που γίνονται στα κύτταρα, κατά την οποία πραγματοποιείται η μετάβαση από τη γλώσσα των νουκλεοτιδίων, στην οποία είναι γραμμένη η γενετική πληροφορία, στην γλώσσα των αμινοξέων, από τα οποία φτιάχνεται η πρωτοταγής δομή μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας. α. Να αναφέρετε τις διαφορετικές περιοχές ενός ζωικού και ενός φυτικού κυττάρου στις οποίες γίνεται σύνθεση πρωτεϊνών (μονάδες 6).

β. Να αναφέρετε τα είδη των μακρομορίων που συμμετέχουν στην κατασκευή των κυτταρικών δομών στις οποίες γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση (μονάδες 4). Να ονομάσετε ποιο από αυτά τα μακρομόρια παράγεται στον πυρήνα του ευκαρυωτικού κυττάρου (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Σύνθεση πρωτεϊνών τόσο στο ζωικό κύτταρο, όσο και στο φυτικό κύτταρο πραγματοποιείται όπου υπάρχουν ριβοσώματα, δηλαδή στα ελεύθερα ριβοσώματα του κυτταροπλάσματος, στα ριβοσώματα που εντοπίζονται στην επιφάνεια του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου, καθώς και στα μιτοχόνδριά τους. Στην περίπτωση που το φυτικό κύτταρο είναι φωτοσυνθετικό, προερχόμενο από τα πράσινα μέρη του φυτού, πρωτεϊνοσύνθεση γίνεται, επιπλέον, και στους χλωροπλάστες.

β. Η πρωτεϊνοσύνθεση γίνεται στα ριβοσώματα, τα οποία αποτελούνται από δύο ριβοσωμικές υπομονάδες, την μικρή και την μεγάλη. Κάθε ριβοσωμική υπομονάδα φτιάχνεται με τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ριβοσωμικού rRNA. Τα μόρια των rRNA παράγονται στον πυρήνα του ευκαρυωτικού κυττάρου κυρίως από γονίδια των χρωμοσωμάτων που εντοπίζονται στον

62. Μεταξύ των χαρακτηριστικών που φέρουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος του ανθρώπου περιλαμβάνονται: η μικρή διάρκεια ζωής τους, η αδυναμία κυτταρικής τους διαίρεσης, ο μικρός αριθμός μεταβολικών διεργασιών και ταυτόχρονα η μεγάλη περιεκτικότητά τους σε μια αναγκαία, για την επιβίωση του ανθρώπου, πρωτεΐνη.

α. Να εξηγήσετε πού πιστεύετε ότι οφείλονται τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά των ερυθρών αιμοσφαιρίων του ανθρώπου (μονάδες 6).

β. Να ονομάσετε την πρωτεΐνη που αφθονεί στο κυτταρόπλασμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων των ενηλίκων (μονάδες 2), να αναφέρετε το βιολογικό της ρόλο (μονάδες 2) και να περιγράψετε την τελική διαμόρφωση αυτής της πρωτεΐνης στο χώρο, όσον αφορά στους ενήλικες, εξηγώντας τον τρόπο με τον οποίο προκύπτει η διαμόρφωση αυτή (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. Η μικρή διάρκεια της ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων και το γεγονός ότι τα κύτταρα αυτά έχουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους μικρό αριθμό μεταβολικών διεργασιών, δικαιολογείται τόσο από την απουσία πυρήνα (και γενετικού υλικού), όσο και από την απουσία μιτοχονδρίων, τα οποία απαιτούνται για την πραγματοποίηση κυτταρικής αναπνοής. Η έλλειψη γενετικού υλικού εξηγεί και την αδυναμία των κυττάρων αυτών να διαιρευθούν.

β. Τα ερυθροκύτταρα του αίματος περιέχουν αιμοσφαιρίνη, μια σημαντικότερη πρωτεΐνη για τη ζωή πολλών οργανισμών. Η κύρια αιμοσφαιρίνη των ενηλίκων είναι η HbA. Ο βιολογικός ρόλος της πρωτεΐνης αυτής είναι κυρίως η μεταφορά οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα προς και από τους ιστούς αντίστοιχα. Η HbA αποτελείται από 2α και 2β πολυπεπτιδικές αλυσίδες, συνεπώς η τελική της διαμόρφωση στο χώρο περιλαμβάνει την τεταρτοταγή της δομή. Η πρωτοταγής δομή κάθε αλυσίδας της HbA (της α και β) συντίθεται στα ριβοσώματα του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου των πρόδρομων ερυθροκυττάρων, ενώ οι ανώτερες δομές της πρωτεΐνης ολοκληρώνονται στους αυλούς του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου των παραπάνω κυττάρων.

72. Τα κύτταρα χρειάζονται ενέργεια για να διατηρήσουν τη δομή και τη λειτουργικότητά τους. Οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια είναι εξειδικευμένα κυτταρικά οργανίδια, στα οποία η εισερχόμενη ενέργεια μετατρέπεται σε μορφή αξιοποιήσιμη από τα κύτταρα του οργανισμού. Τα δύο οργανίδια διαθέτουν δικό τους γενετικό υλικό, εκτός από το γενετικό υλικό που υπάρχει στον πυρήνα του κυττάρου.

α. Να περιγράψετε τη μορφή του γενετικού υλικού των χλωροπλαστών και να αναφέρετε τις πληροφορίες που αυτό περιέχει (μονάδες 4). Να εξηγήσετε πώς συνδέονται οι πληροφορίες αυτές με το γεγονός ότι οι χλωροπλάστες θεωρούνται ημιαυτόνομα οργανίδια (μονάδες 3).

β. Να ονομάσετε τρεις δομές και τρία βιολογικά μακρομόρια-συστατικά που συναντώνται στο στρώμα των χλωροπλαστών (μονάδες 3). Να περιγράψετε το ρόλο που διαδραματίζουν αυτές οι δομές και τα μακρομόρια (μονάδα 3).

Μονάδες 13

α. Το γενετικό υλικό των χλωροπλαστών είναι κυκλικό μόριο δίκλωνου DNA και έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το μιτοχονδριακό DNA. Περιέχει γενετικές πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή με τη φωτοσύνθεση και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών, οι οποίες συντίθενται στα ριβοσώματα των χλωροπλαστών. Επίσης, μπορεί να αντιγράφεται ανεξάρτητα από το γενετικό υλικό του κυττάρου. Στα δύο αυτά γεγονότα οφείλεται η σχετική αυτονομία

των χλωροπλαστών. Οι περισσότερες πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία τους, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι οι χλωροπλάστες είναι οργανίδια που δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου. Έχουν μια σχετική γενετική αυτοδυναμία, και γι αυτό χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόνομα.

β. Στο εσωτερικό των χλωροπλαστών υπάρχει μια ρευστή μάζα, το στρώμα, το οποίο περιέχει πεπλατυσμένα κυστίδια, τα θυλακοειδή, που στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, ώστε να σχηματίζουν σωρούς, τα grana, στα οποία περιέχονται μόρια χλωροφύλλης που εξυπηρετούν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Επίσης, υπάρχουν μεμονωμένες μεμβρανώδεις δομές τα ελασμάτια, που συνδέουν τα grana μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, στο στρώμα του χλωροπλάστη συναντώνται ριβοσώματα που η παρουσία τους επιτρέπει στους χλωροπλάστες να συνθέτουν ορισμένες από τις πρωτεΐνες τους. Εκτός από τις παραπάνω δομές, στο στρώμα συναντάμε και μακρομόρια όπως DNA, RNA και ένζυμα, που επιτρέπουν στον χλωροπλάστη να διαιρείται και να δίνει θυγατρικά οργανίδια, αλλά και να εκφράζει τις γενετικές του πληροφορίες

95. Για να διευκολυνθούμε στη μελέτη και την περιγραφή του φαινομένου της πυρηνικής διαίρεσης των ευκαρυωτικών κυττάρων, το χωρίζουμε σε τέσσερα στάδια. Η ανάφαση αποτελεί το τρίτο στάδιο της πυρηνικής διαίρεσης, κατά το οποίο λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός του γενετικού υλικού του κυττάρου.

α. Να γράψετε τα βιολογικά φαινόμενα που χαρακτηρίζουν την ανάφαση της μίτωσης (μονάδες 3). Στο τέλος του σταδίου αυτού μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κάθε χρωματίδα αποτελεί πλέον ένα ανεξάρτητο χρωμόσωμα (μονάδα 1); Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

β. Η ανάφαση της μειωτικής διαίρεσης I περιλαμβάνει ανάλογα φαινόμενα διαχωρισμού γενετικού υλικού με εκείνα της μιτωτικής ανάφασης. Να περιγράψετε τα φαινόμενα αυτά εστιάζοντας στις διαφορές που παρουσιάζει η ανάφαση της μείωσης I από την ανάφαση της μίτωσης (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Η ανάφαση αρχίζει με τη διαίρεση του κεντρομεριδίου κάθε χρωμοσώματος. Οι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου ασκούν αντίθετη έλξη στα δημιουργούμενα κεντρομερίδια και έτσι οι δύο αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται, σαν να κινούνται πάνω σε ράγες τρένου, προς αντίθετο πόλο η καθεμιά. Από το σημείο αυτό θεωρούμε ότι κάθε χρωματίδα αποτελεί πλέον ένα ανεξάρτητο χρωμόσωμα. Στο τέλος του σταδίου αυτού μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κάθε χρωματίδα αποτελεί πλέον ένα ανεξάρτητο χρωμόσωμα διότι με την ολοκλήρωση αυτής της διαίρεσης καθεμιά από τις αδελφές χρωματίδες ανεξαρτητοποιείται από την άλλη με τη διαίρεση του κεντρομεριδίου κάθε χρωμοσώματος και πρόκειται να αποτελέσουν συνολικά το γενετικό υλικό κάθε νέου κυττάρου.

β. Στην ανάφαση I αντίθετα από τη μιτωτική ανάφαση, τα κεντρομερίδια δε διαιρούνται, με αποτέλεσμα να μην αποχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες. Αποχωρίζονται όμως τα μέλη κάθε ζεύγους ομόλογων χρωμοσωμάτων. Σχηματίζονται έτσι δύο πλήρεις απλοειδείς σειρές χρωμοσωμάτων, που απομακρύνονται κατευθυνόμενες προς τους αντίθετους πόλους. Αντίθετα, κατά την ανάφαση της μίτωσης, όπως προαναφέρθηκε, διαχωρίζονται οι χρωματίδες των διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων, και κάθε νέος πυρήνας που θα δημιουργηθεί στη συνέχεια θα περιέχει διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων εφόσον πρόκειται για διπλοειδή οργανισμό.

98. Ο πυρήνας είναι το πιο ευδιάκριτο οργανίδιο των ευκαρυωτικών κυττάρων. Περιβάλλεται από τον πυρηνικό φάκελο, που κατά διαστήματα παρουσιάζει πόρους, που σχηματίζονται από

τη συνένωση της εσωτερικής με την εξωτερική μεμβράνη. Οι πυρηνικοί πόροι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία του πυρήνα με το κυτταρόπλασμα, γιατί ελέγχουν τα μακρομόρια που ανταλλάσσονται μεταξύ τους.

α. Να γράψετε μια ομάδα πρωτεϊνών που εισέρχεται στον πυρήνα, καθώς και τη λειτουργία που επιτελούν (μονάδες 2) και να αναφέρετε σε ποιες κυτταρικές δομές παράγονται οι πρωτεΐνες αυτές (μονάδες 2). Να ονομάσετε τους χώρους/οργανίδια στα οποία εντοπίζονται οι παραπάνω δομές σε ένα ζωικό κύτταρο (μονάδες 3).

β. Να αναφέρετε δύο μόρια που μεταφέρονται από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα (μονάδες 4) και δύο μόρια τα οποία δεν εξέρχονται ποτέ από τον πυρήνα κατά τη μεσόφαση ενός κυττάρου (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Μια ομάδα πρωτεϊνών που εισέρχονται στον πυρήνα αποτελούν οι ιστόνες, που αποτελούν δομικό συστατικό των ινιδίων χρωματίνης. Οι ιστόνες παράγονται στα ριβοσώματα του κυττάρου. (Εναλλακτικά: ένζυμα αντιγραφής, ένζυμα μεταγραφής, πρωτεΐνες μικρών ριβονουκλεοπρωτεϊνικών σωματιδίων, άλλες πρωτεΐνες που συμμετέχουν στην αναδίπλωση του DNA, μεταγραφικοί παράγοντες κ.α). Τα ριβοσώματα εντοπίζονται στις μεμβράνες του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου, ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα, αλλά και στη μήτρα των μιτοχονδρίων.

β. Μόρια που εξέρχονται από τον πυρήνα είναι το mRNA και το rRNA (Εναλλακτικά: το tRNA, ριβοσωμικές υπομονάδες).

Το πυρηνικό DNA και το snRNA είναι δύο μόρια τα οποία δεν εξέρχονται ποτέ από τον πυρήνα κατά τη μεσόφαση του κυττάρου.

101. Τα μιτοχόνδρια των ευκαρυωτικών κυττάρων συχνά αποκαλούνται ημιαυτόνομα οργανίδια καθώς περιέχουν το δικό τους γενετικό υλικό. Στο DNA των μιτοχονδρίων μάλιστα εντοπίζονται συνήθως γονίδια που αφορούν διαδικασίες όπως η κυτταρική αναπνοή, που σχετίζονται με τα οργανίδια αυτά.

α. Να εξηγήσετε αν οι πρωτεΐνες που σχετίζονται με τη λειτουργία των μιτοχονδρίων προκύπτουν ανεξάρτητα από την έκφραση του DNA, που βρίσκεται στον πυρήνα του κυττάρου (μονάδες 4) και να περιγράψετε πως κληρονομούνται τα μιτοχονδριακά γονίδια του ανθρώπου στους απογόνους του (μονάδες 2).

β. Ανάλυση DNA σε ένα σωματικό κύτταρο της Dolly, το πρώτο γνωστό σε όλους πρόβατο - κλώνος, κατέδειξε ότι περιέχει DNA από διαφορετικά πρόβατα. Να υποδείξετε σε πόσα διαφορετικά πρόβατα αντιστοιχούν τα μόρια DNA που εντοπίστηκαν στην ανάλυση (μονάδες 2). Να εξηγήσετε αν η ίδια ανάλυση DNA σε ένα τυχαίο πρόβατο - προϊόν φυσιολογικής διασταύρωσης μεταξύ προβάτων - και όχι προϊόν κλωνοποίησης θα δείξει τα ίδια ή διαφορετικά αποτελέσματα (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Το DNA των μιτοχονδρίων κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών σχετικών συνήθως με τη λειτουργία τους. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών, επομένως και του ανθρώπου, περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η κληρονομήση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

β. Η Dolly προέκυψε από μεταφορά του πυρήνα ενός σωματικού κυττάρου (πρόβατο 1) στο απύρηνω ωάριο από ένα άλλο πρόβατο (πρόβατο 2). Επομένως στα κύτταρα της Dolly με την ανάλυση DNA εντοπίζονται το πυρηνικό DNA του προβάτου 1 και το μιτοχονδριακό DNA του

προβάτου 2. Άρα εντοπίζεται DNA από δύο διαφορετικά πρόβατα. Ένα πρόβατο που προκύπτει από την φυσιολογική διασταύρωση ενός θηλυκού με ένα αρσενικό πρόβατο θα φέρει και πάλι DNA από δύο διαφορετικά πρόβατα με την εξής όμως διαφορά: το μεν μιτοχονδριακό DNA θα ανήκει και πάλι στο θηλυκό άτομο, αφού αυτό παράγει τα ωάρια, το δε πυρηνικό DNA θα ανήκει εξ ημισείας στο αρσενικό και στο θηλυκό πρόβατο.

104. 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.

α. Να περιγράψετε τη δομή ενός νουκλεοτιδίου και ενός αμινοξέος (μονάδες 4). Να εξηγήσετε, με βάση τη δομή που περιγράψατε, το φαινόμενο όπου σε θρεπτικό υλικό που περιείχε μόνο τα θρεπτικά συστατικά που αναφέρονται στην εκφώνηση, δεν αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε πώς επιβιώνουν ορισμένα βακτήρια όταν στο θρεπτικό τους υλικό υπάρχει απουσία αμινοξέων (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Το μόριο των αμινοξέων αποτελείται από δύο τμήματα, ένα σταθερό και ένα μεταβλητό. Το σταθερό αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου, μια αμινομάδα και μια καρβοξυλομάδα, ενωμένα σε ένα κοινό άτομο άνθρακα, ενώ το μεταβλητό αποτελείται από την πλευρική ομάδα (η οποία μπορεί να περιλαμβάνει και θείο). Κάθε νουκλεοτίδιο αποτελείται από μία πεντόζη, τη δεοξυριβόζη ή ριβόζη, ενωμένη με μία φωσφορική ομάδα και μία αζωτούχο βάση. Στα νουκλεοτίδια του DNA η αζωτούχος βάση μπορεί να είναι μία από τις: αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και θυμίνη (T), ενώ στα νουκλεοτίδια του RNA αντί για θυμίνη υπάρχει ουρακίλη (U). Σε κάθε νουκλεοτίδιο η αζωτούχος βάση συνδέεται με τον 1' άνθρακα της δεοξυριβόζης και η φωσφορική ομάδα με τον 5' άνθρακα.

Για τη σύνθεση των νουκλεοτιδίων και των αμινοξέων απαιτούνται τα εξής χημικά στοιχεία: άνθρακας, άζωτο, υδρογόνο, οξυγόνο αλλά και θείο που περιλαμβάνεται στα αμινοξέα (όπως για παράδειγμα σε εκείνα της ινσουλίνης), καθώς και ο φώσφορος που περιλαμβάνεται στα νουκλεοτίδια (εναλλακτικά στα φωσφολιπίδια των μεμβρανών του κυττάρου). Συμπερασματικά, τα θρεπτικά συστατικά που αναφέρονται δεν επαρκούν για τη σύνθεση των απαραίτητων βιομορίων για την επιβίωση των μικροοργανισμών και γι' αυτό και δεν αναπτύχθηκαν στο συγκεκριμένο θρεπτικό μέσο.

β. Στο γονιδίωμα των προκαρυωτικών οργανισμών τα γονίδια των ενζύμων που παίρνουν μέρος σε μια μεταβολική οδό, όπως η διάσπαση της λακτόζης ή η βιοσύνθεση διάφορων αμινοξέων, οργανώνονται σε οπερόνια, δηλαδή σε ομάδες που υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασής τους. Επομένως τα βακτήρια διαθέτουν οπερόνια που εκφράζουν τα κατάλληλα ένζυμα σύνθεσης των αμινοξέων που χρειάζονται. Έτσι μπορούν και αναπτύσσονται σε θρεπτικό υλικό ακόμη και απουσία αμινοξέων.

115. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός κυττάρου ως τότε που και το ίδιο θα παράγει τους απογόνους του (θυγατρικά κύτταρα), ονομάζεται κυτταρικός κύκλος ή κύκλος ζωής του κυττάρου. Ο κυτταρικός κύκλος αποτελεί μια συνεχή διαδοχή γεγονότων. Προκειμένου να τον περιγράψουμε και να τον μελετήσουμε καλύτερα χωρίζουμε τον κύκλο σε δύο φάσεις, στη μεσόφαση και στη μιτωτική διαίρεση ή μίτωση.

α. Τα κύτταρα κατά τη διάρκεια της μεσόφασης φαίνεται να «αδρανούν», γιατί δεν παρατηρούνται έντονα κινητικά φαινόμενα στο χώρο του πυρήνα. Να τοποθετηθείτε με επιχειρή-

ματα ως προς την άποψη αυτή γράφοντας αν συμφωνείτε ή όχι (μονάδες 6).

β. Να περιγράψετε τις αλλαγές που παρατηρούνται στη μορφή του γενετικού υλικού κατά την διάρκεια της μεσόφασης (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Τα κύτταρα κατά τη διάρκειά της μεσόφασης δεν «αδρανούν», γιατί στην πραγματικότητα η φάση αυτή αποτελεί, αφ' ενός, περίοδο αύξησης του όγκου του κυττάρου και, αφ' ετέρου, περίοδο προετοιμασίας του κυττάρου για την επικείμενη διαίρεσή του. Αυτό σημαίνει έντονες μεταβολικές διαδικασίες (διπλασιασμό του DNA, σύνθεση mRNA, tRNA, πρωτεϊνών κτλ.).

β. 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 και αποτελούν τις χρωματίδες των διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων
