

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ Α

- A1: γ  
A2: β  
A3: α  
A4: δ  
A5: β

### ΘΕΜΑ Β

**B1.** Ομοιόσταση ονομάζεται η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες του εσωτερικού του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, συγκεντρώσεις διάφορων συστατικών κτλ.), παρά τις εξωτερικές μεταβολές.

Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν ομοιοστατικοί μηχανισμοί που ρυθμίζουν:

- τη θερμοκρασία του σώματος στους 36.6 °C (δέρμα)
- τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα
- το pH του αίματος, που πρέπει να είναι σταθερό στο 7,4
- τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στο αίμα
- Το ανοσοβιολογικό σύστημα αποτελεί έναν ιδιαίτερο ομοιοστατικό μηχανισμό με το οποίο γίνεται η αναγνώριση και η εξουδετέρωση των παθογόνων μικροβίων.

**B2.** Μια ασθένεια, για να θεωρηθεί λοιμώδης, πρέπει να ικανοποιεί κάποιες προϋποθέσεις. Ο Κοχ, μελετώντας τον τρόπο μετάδοσης της φυματίωσης, διατύπωσε τις προϋποθέσεις αυτές που ονομάστηκαν «κριτήρια του Κοχ». Σύμφωνα με τα κριτήρια αυτά, μια ασθένεια οφείλεται σε έναν παθογόνο μικροοργανισμό, όταν ο μικροοργανισμός αυτός:

- Ανιχνεύεται στους ιστούς ή στα υγρά του ασθενούς ή στον οργανισμό ατόμων που πέθαναν από αυτή την ασθένεια
- Μπορεί να απομονωθεί και να καλλιεργηθεί στο εργαστήριο
- Μπορεί να προκαλέσει την ίδια ασθένεια σε πειραματόζωα αλλά και να απομονωθεί εκ νέου από αυτά

**B3.** Η ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στην επιφάνεια της Γης απορροφάται κατά ένα μέρος από αυτήν, ενώ κατά ένα άλλο μέρος εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Από το σύνολο της ανακλώμενης ακτινοβολίας, ένα μέρος δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδηγεί στην ήπια αύξηση της θερμοκρασίας της. (Σημειώνεται ότι, αν δε δεσμευόταν η υπέρυθρη ακτινοβολία, η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης θα ήταν -20 °C, αντί για τη μέση θερμοκρασία των 15 °C που είναι ευνοϊκή για τη ζωή). Το υπόλοιπο μέρος διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει στο διάστημα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη μας.

**B4.** Το τμήμα του κύκλου του νερού που αφορά την ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο, διότι σ' αυτήν οι πιθανές πορείες του νερού είναι περισσότερες. Το νερό που πέφτει με τις κατακρημνίσεις στην ξηρά μπορεί:

- Να εξατμιστεί.
- Να εισχωρήσει στο υπέδαφος και στο σύστημα των υπόγειων υδάτων.
- Να προσληφθεί από τα φυτά και να απομακρυνθεί με τη διαπνοή.
- Να απομακρυνθεί με την επιφανειακή απορροή από το χερσαίο περιβάλλον.

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι η παραγωγή των αντισωμάτων έναντι του βακτηρίου καθυστερεί σε σχέση με τη στιγμή της μόλυνσης. Συνεπώς διαπιστώνουμε ότι ενεργοποιείται η πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση, καθώς γνωρίζουμε ότι εάν ενεργοποιούνται η δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση η παραγωγή των αντισωμάτων θα ήταν άμεση σε σχέση με τη στιγμή της μόλυνσης.

**Γ2.** Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο της πρωτογενούς ανοσοβιολογικής απόκρισης, τα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα, τα οποία έχουν ενεργοποιηθεί από τα αντιγόνα που βρίσκονται εκτεθειμένα στην επιφάνεια των μακροφάγων, εκκρίνουν ουσίες που ενεργοποιούν τα Β-λεμφοκύτταρα, προκειμένου αυτά να πελλαπλασιαστούν και τελικά να διαφοροποιηθούν σε πλασματοκύτταρα και Β-λεμφοκύτταρα μνήμης. Τα πλασματοκύτταρα στη συνέχεια εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες αντισωμάτων ειδικών για το συγκεκριμένο αντιγόνο. Τα Β-λεμφοκύτταρα μνήμης θα ενεργοποιηθούν στην περίπτωση που ο οργανισμός θα εκτεθεί και πάλι στο ίδιο αντιγόνο. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται χυμική ανοσία, γιατί τα αντισώματα απελευθερώνονται μέσα στο αίμα και στη λέμφο, αντιδρούν με το αντιγόνο και το εξουδετερώνουν.

**Γ3.** Η συγκέντρωση της αμμωνίας στο έδαφος αυξάνεται με τις διαδικασίες της ατμοσφαιρικής αζωτοδέσμευσης και της αποικοδόμησης.

Αναλυτικότερα, κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά είτε με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία, είτε με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Η απαραίτητη ενέργεια προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί). Η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος. Η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση κατέχει το 10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Επίσης, τόσο τα φυτά όσο και τα ζώα εγκαταλείπουν στο έδαφος νεκρή οργανική ύλη (καρπούς, φύλλα, νεκρά σώματα, τρίχωμα κτλ.) που φυσικά περιέχει άζωτο. Τα ζώα επιπροσθέτως αποβάλλουν αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους, όπως είναι η ουρία, το ουρικό οξύ και τα περιττώματα. Όλες αυτές οι ουσίες διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνία.

- Γ4.** Το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των πυρηνικών αντιδραστήρων και των εργοστασίων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, όταν διοχετεύεται σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και επομένως ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο σ' αυτό.

Τα αστικά λύματα που καταλήγουν μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά. Οι διαταραχές που προκαλούν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι η αύξηση του μικροβιακού φορτίου τους, που μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων και το φαινόμενο του ευτροφισμού. Όσον αφορά το φαινόμενο του ευτροφισμού, το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν. Επειδή όμως οι ουσίες αυτές αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτόν), προκαλείται υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους. Έτσι αυξάνεται και ο πληθυσμός των μονοκύτταρων ζωικών οργανισμών (ζωοπλαγκτόν) που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Με το θάνατο των πλαγκτονικών οργανισμών συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, η οποία με τη σειρά της πυροδοτεί την αύξηση των αποικοδομητών, δηλαδή των βακτηρίων που την καταναλώνουν. Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι η ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό γίνεται ολοένα μικρότερη, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία.

## **ΘΕΜΑ Δ**

- Δ1.** Τα είδη που είναι περισσότερο συγγενικά μεταξύ τους είναι ο σκύλος και ο λύκος (που ανήκουν στο ίδιο γένος). Με βάση το φυλογενετικό δέντρο φαίνεται ότι η κοινή προγονική τους μορφή είναι ο οργανισμός 4 (φαίνεται από το σημείο τομής των κλάδων τους), που έζησε πιο πρόσφατα από τις κοινές προγονικές μορφές των άλλων ειδών που ζουν σήμερα. Αυτό γιατί το σημείο τομής των κλάδων του σκύλου και του λύκου είναι πιο κοντά στα είδη που ζουν σήμερα.
- Δ2.** Ο πιο πρόσφατος κοινός πρόγονος του σκύλου και του γορίλα είναι ο οργανισμός 2, όπως φαίνεται στο φυλογενετικό δέντρο από το σημείο τομής των κλάδων τους (ο σκύλος και ο γορίλας ανήκουν στην ίδια τάξη).

**Δ3.** Ο ορισμός του είδους παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς. Ο βασικότερος από όλους είναι το γεγονός ότι όλοι οι οργανισμοί δεν αναπαράγονται με την επαφή με άτομο διαφορετικού φύλου. Για παράδειγμα η αμοιβάδα είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός που αναπαράγεται με κυτταρική διαίρεση (μονογονία). Πώς λοιπόν θα ορίσουμε το είδος, αφού το κριτήριο της δυνατότητας αναπαραγωγής με άλλο άτομο – που ονομάζεται μειξιολογικό κριτήριο – δεν ισχύει; Στην περίπτωση αυτή αντί του μειξιολογικού κριτηρίου εφαρμόζεται τυπολογικό κριτήριο, δηλαδή το κριτήριο της ομοιότητας μεταξύ των οργανισμών. Όταν δύο οργανισμοί έχουν κοινά μορφολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιούνται στο ίδιο είδος.

Με βάση αυτό το τυπολογικό κριτήριο, που αποτελεί επινόηση του Σουηδού φυσιολόγου Λινναίου, έχει ταξινομηθεί το σύνολο των διαφορετικών οργανισμών του πλανήτη και έχει γίνει δυνατή η συγκρότηση ευρύτερων ταξινομικών βαθμίδων πέρα από το είδος. Έτσι τα είδη που μοιάζουν μεταξύ τους περισσότερο από ό,τι άλλα συνιστούν ένα γένος, τα γένη που μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους από ό,τι άλλα συνιστούν μια οικογένεια, οι οικογένειες μια τάξη, οι τάξεις μια κλάση, οι κλάσεις ένα φύλο.

**Δ4.** Σύμφωνα με τη θεωρία του Λαβίνου (της φυσικής επιλογής), στο φυλογενετικό δέντρο των παπιανών, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν τόσο πάπιες με μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους όσο και πάπιες χωρίς μεμβράνες. Ο αριθμός των ατόμων που γεννιούνται ήταν μεγαλύτερος από τον αριθμό των ζώων που μπορούσε να θρέψει το περιβάλλον. Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη ελέγχου του μεγέθους του πληθυσμού τους. Η φυσική επιλογή ευνόησε τα άτομα με τις μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους καθώς μπορούσαν να κολυμπούν γρηγορότερα και να εξασφαλίζουν τροφή καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης ποσότητας. Τα άτομα χωρίς ανεπτυγμένες μεμβράνες σταδιακά λιγόστευαν και τελικά εξαφανίστηκαν. Το χαρακτηριστικό των μεμβρανών ανάμεσα στα δάκτυλα κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους.

**Δ5.** Ο Λαμάρκ πίστευε επίσης ότι οι αλλαγές στο περιβάλλον δημιουργούν νέες συνήθειες στα ζώα, με αποτέλεσμα αυτά να χρησιμοποιούν περισσότερο κάποια όργανά τους ή, αντίθετα, να μην τα χρησιμοποιούν καθόλου. Σύμφωνα με την αρχή της χρήσης και της αχρησίας, τα όργανα ενός ζώου που βοηθούν στην προσαρμογή του στο περιβάλλον χρησιμοποιούνται από αυτό περισσότερο, αναπτύσσονται και μεγαλώνουν, ενώ τα όργανα εκείνα που δε συμβάλλουν στην προσαρμογή του περιπίπτουν σε αχρησία, ατροφούν και εξαφανίζονται. Μ' αυτό τον τρόπο τα ζώα αποκτούν νέα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ζωής τους.