

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΝΟΤΗΤΑ 1: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Τι είναι η Οικολογία;

Απάντηση

Οικολογία είναι η **επιστήμη** που μελετά τις σχέσεις των οργανισμών και φυσικά του ανθρώπου με τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους και με τους άλλους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος από αυτούς.

Ερώτηση 2.

Ποιοι είναι οι αβιοτικοί παράγοντες του περιβάλλοντος; Ποιος είναι ο ρόλος τους;

Απάντηση

Οι αβιοτικοί παράγοντες του περιβάλλοντος περιλαμβάνουν το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τη σύσταση του εδάφους, την αλατότητα του νερού κ.ά. Αποτελούν συστατικό των οικοσυστημάτων. Βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς παράγοντες ενός οικοσυστήματος και καθορίζουν τη φύση αλλά και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.

Ερώτηση 3.

Πως ορίζεται η έννοια του οικοσυστήματος;

Απάντηση

Η έννοια του οικοσυστήματος αποτελεί θεμελιώδη έννοια για την Οικολογία. Είναι ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει του βιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν, τους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

Ερώτηση 4.

Δώστε ένα παράδειγμα που να δείχνει ότι οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και καθορίζουν τη φύση του αλλά και τη λειτουργία του.

Απάντηση

Η διαθεσιμότητα του νερού σε ένα οικοσύστημα καθορίζει την ποικιλία των οργανισμών που ζουν σ' αυτό αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις. Αν, για παράδειγμα, η βροχόπτωση σε μια περιοχή είναι μεγάλη, ευνοείται η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών φυτικών ειδών και κατ' επέκταση η αύξηση του πληθυσμού των φυτοφάγων ζώων.

Ερώτηση 5.

Πώς διακρίνονται οι οργανισμοί σε ένα οικοσύστημα ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους;

Απάντηση

Οι οργανισμοί που ζουν σε ένα οικοσύστημα διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους, δηλαδή την ενέργεια που χρειάζονται σε παραγωγούς, καταναλωτές και αποικοδομητές.

Ερώτηση 6.

Τι σημαίνει ο όρος παραγωγοί; Ποιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως τέτοιοι;

Απάντηση

Παραγωγοί είναι όλοι οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, έχουν δηλαδή την ικανότητα να δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και να την αξιοποιούν για την παραγωγή αφενός γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων, και αφετέρου για την παραγωγή οξυγόνου, από απλά ανόργανα μόρια όπως διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Παραγωγοί οργανισμοί είναι οι πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, τα φύκη (π.χ. φυτοπλαγκτόν) και τα προκαρυωτικά κυανοβακτήρια.

Ερώτηση 7.

Ποιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως αυτότροφοι και γιατί;

Απάντηση

Αυτότροφοι ή παραγωγοί χαρακτηρίζονται όλοι οι οργανισμοί που παράγουν οι ίδιοι (από απλά ανόργανα μόρια, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα και νερό) τις χημικές ουσίες (π.χ. γλυκόζη) από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους.

Ερώτηση 8.

Ποιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως ετερότροφοι και γιατί;

Απάντηση

Ετερότροφοι είναι όσοι οργανισμοί δεν φωτοσυνθέτουν. Αυτοί παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.

Ερώτηση 9.

Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι ετερότροφοι οργανισμοί;

Απάντηση

Οι ετερότροφοι οργανισμοί διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές.

Ερώτηση 10.

Ποιοι οργανισμοί θεωρούνται καταναλωτές; Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται; Εξηγείστε.

Απάντηση

Καταναλωτές είναι οι οργανισμοί που τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς. Καταναλωτές είναι οι μονοκύτταροι και οι πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί. Διακρίνονται ανάλογα με τον «αριθμό των βημάτων», που τους χωρίζουν από τους παραγωγούς σε: καταναλωτές πρώτης τάξης (φυτοφάγα ζώα), καταναλωτές δεύτερης τάξης (σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με φυτοφάγα) και καταναλωτές τρίτης (ή μεγαλύτερης) τάξης, που είναι τα σαρκοφάγα τα οποία τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα.

Ερώτηση 11.

Ποιοι οργανισμοί θεωρούνται αποικοδομητές; Ποιος είναι ο ρόλος τους σε ένα οικοσύστημα;

Απάντηση

Οι αποικοδομητές είναι ετερότροφοι οργανισμοί. Σε αυτούς ανήκουν ορισμένα βακτήρια και μύκητες εδάφους και νερών, που τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη όπως πεσμένα φύλλα και καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών. Ο ρόλος τους στη λειτουργία του οικοσυστήματος είναι πολύ σημαντικός διότι μετατρέπουν την νεκρή οργανική ύλη σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς. Με τον τρόπο αυτό συμβάλλουν στην ανακύκλωση των χημικών στοιχείων σε ένα οικοσύστημα.

Ερώτηση 12.

Να ορίσετε τις παρακάτω έννοιες: α) πληθυσμός, β) βιοκοινότητα, γ) βιότοπος.

Απάντηση

α) **Πληθυσμός:** είναι το σύνολο των οργανισμών που ανήκουν σε ένα είδος και ζουν σε έναν βιότοπο.

β) **Βιοκοινότητα:** είναι το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών, δηλαδή των οργανισμών διαφορετικών ειδών, που ζουν σε ένα οικοσύστημα καθώς και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

γ) **Βιότοπος:** είναι η περιοχή που ζει ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.

Ερώτηση 13.

Ποιοι παράγοντες απαιτούνται για να υπάρξει και να διατηρηθεί ένα οικοσύστημα;

Απάντηση

Οι παράγοντες που είναι απαραίτητοι για την ύπαρξη και την διατήρηση των οικοσυστημάτων είναι: α) η συνεχής προσφορά ενέργειας, β) η διανομή της ενέργειας αυτής στους οργανισμούς του οικοσυστήματος και γ) η ανακύκλωση των διάφορων χημικών στοιχείων.

Ερώτηση 14.

Ποια οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται ως αυτότροφα και γιατί;

Απάντηση

Αυτότροφα είναι τα οικοσυστήματα τα οποία εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτότροφα είναι τα περισσότερα οικοσυστήματα που υπάρχουν στον πλανήτη μας.

Ερώτηση 15.

Ποια οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται ως ετερότροφα και γιατί;

Απάντηση

Ετερότροφα είναι τα οικοσυστήματα τα οποία εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους με τη μορφή χημικών ενώσεων. Παράδειγμα ετερότροφου οικοσυστήματος είναι μια πόλη, η οποία εισάγει την ενέργεια που χρειάζεται για την επιβίωση των κατοίκων της με τη μορφή κυρίως τροφίμων που δεν έχουν παραχθεί σε αυτήν αλλά σε άλλα αυτότροφα οικοσυστήματα.

Ερώτηση 16.

Γιατί είναι αναγκαία η είσοδος και διανομή της ενέργειας στους οργανισμούς του οικοσυστήματος και πώς επιτυγχάνεται;

Απάντηση

Όσο αναγκαία είναι η τροφοδότηση ενός οικοσυστήματος με ενέργεια άλλο τόσο αναγκαία είναι και η διανομή της ενέργειας αυτής στους οργανισμούς του οικοσυστήματος, ώστε να καλύπτουν αυτοί τις ανάγκες τους. Η διανομή της ενέργειας γίνεται μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος (ροή ενέργειας).

Ερώτηση 17.

Γιατί πρέπει να ανακυκλώνονται συνεχώς τα χημικά στοιχεία στα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων είναι η ανακύκλωση των διάφορων χημικών στοιχείων, ώστε να είναι συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος. Αυτό συμβαίνει διότι η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη, καθώς ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το διάστημα (μετεωρίτες κλπ). Για το λόγο αυτό τα χημικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών πρέπει να κυκλοφορούν, ώστε να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα.

Ερώτηση 18.

Πως καθορίζονται το μέγεθος και τα όρια ενός οικοσυστήματος; Γιατί συμβαίνει αυτό κατά την γνώμη σας;

Απάντηση

Το μέγεθος και τα όρια του οικοσυστήματος καθορίζονται κάθε φορά από τον ερευνητή που το μελετά. Αυτό γίνεται διότι το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης, δηλαδή ένα σύνολο από αντικείμενα που δεν εξετάζονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, αλλά στην αλληλεπίδρασή τους. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αν και τα όρια καθορίζονται αυθαίρετα από τον ερευνητή, σε μερικές περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στο οικοσύστημα ενός νησιού, μπορούν να καθοριστούν με σχετική ακρίβεια.

Ερώτηση 19.

Τι ονομάζεται βιόσφαιρα;

Απάντηση

Βιόσφαιρα είναι το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής. Είναι το μεγαλύτερο οικοσύστημα.

Ερώτηση 20.

Τι σημαίνει ο όρος «ισορροπία του οικοσυστήματος»;

Απάντηση

Είναι η ικανότητα των οικοσυστημάτων να διατηρούν σε δυναμική ισορροπία τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διάφορων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους. Αυτό συμβαίνει διότι οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων ενός οικοσυστήματος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά.

Ερώτηση 21.

Ποιος είναι ο ρόλος των μηχανισμών αυτορρύθμισης ενός οικοσυστήματος;

Απάντηση

Οι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που διαθέτει ένα οικοσύστημα εξασφαλίζουν την ισορροπία του. Οι μηχανισμοί αυτοί κάνουν το οικοσύστημα ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων όποτε μια μεταβολή τείνει να τις απορρυθμίσει.

Ερώτηση 22.

Τι θα συμβεί όταν σε ένα λιβάδι, που φιλοξενεί φυτοφάγα ζώα, εκδηλωθεί πυρκαγιά και μειωθεί ένα μέρος των παραγωγών του;

Απάντηση

Ένα λιβάδι μπορεί να φιλοξενήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό φυτοφάγων ζώων που είναι ανάλογος με την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής (χορτάρι - παραγωγοί). Αν όμως εξαιτίας μιας περιορισμένης πυρκαγιάς (μεταβολή αβιοτικού παράγοντα) μειωθεί η ποσότητα του χορταριού, δηλαδή της διαθέσιμης τροφής για τα φυτοφάγα ζώα, τότε θα μειωθεί σταδιακά και αναλογικά ο πληθυσμός των φυτοφάγων ζώων για τα οποία μπορεί να εξασφαλιστεί τροφή από το οικοσύστημα. Το οικοσύστημα θα επανέλθει σε ισορροπία, όχι στην αρχική, αλλά ισορροπία σε μια νέα θέση.

Ερώτηση 23.

Τι σημαίνει ο όρος «ποικιλότητα» σε ένα οικοσύστημα;

Απάντηση

Ο όρος ποικιλότητα ή βιοποικιλότητα αναφέρεται στα διαφορετικά είδη οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα. Η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων ενισχύει την ισορροπία τους.

Ερώτηση 24.

Τι εξασφαλίζει στο οικοσύστημα η μεγάλη ποικιλότητα;

Απάντηση

Η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων ενισχύει την ισορροπία τους. Τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλότητα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων μεταξύ των βιοτικών παραγόντων τους. Έτσι, όποτε μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν. Η μεγάλη ποικιλία ειδών οργανισμών παρέχει περισσότερες εναλλακτικές λύσεις διατροφής και επομένως η εξαφάνιση ή η μείωση του πληθυσμού ενός είδους δεν απειλεί άμεσα τα είδη που τρέφονται από αυτό. Για το λόγο αυτό τα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, λίμνες κλπ) που έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα είναι και περισσότερο σταθερά.

Ερώτηση 25.

Τι προβλήματα μπορεί να δημιουργήσει σε ένα οικοσύστημα η ελαττωμένη ποικιλότητα;

Απάντηση

Αν σε ένα οικοσύστημα υπάρχει μικρή ποικιλότητα, δηλαδή περιορισμένος αριθμός διαφορετικών ειδών που ζουν σε αυτό, περιορίζεται αναλογικά και το πλήθος των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Έτσι κάθε διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος που θα προκαλούσε την εξαφάνιση ενός είδους θα απειλούσε άμεσα και την εξαφάνιση του είδους που εξαρτάται τροφικά από αυτό. Για το λόγο αυτό τα τεχνητά οικοσυστήματα (καλλιεργούμενοι αγροί, τεχνητές λίμνες κλπ) που έχουν μικρότερη ποικιλότητα είναι και λιγότερο σταθερά.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ερώτηση 1.

Για τα περισσότερα οικοσυστήματα πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος. Θα μπορούσε να επιβιώσει ένα τέτοιο οικοσύστημα:

- α) μόνο με καταναλωτές;
- β) μόνο με αποικοδομητές;
- γ) μόνο με παραγωγούς;
- δ) με παραγωγούς και αποικοδομητές;
- ε) με παραγωγούς και καταναλωτές;

Απάντηση

α) Δεν θα μπορούσε να επιβιώσει μόνο με καταναλωτές, γιατί χωρίς τους παραγωγούς δεν θα μπορούσαν να συντεθούν οργανικές ενώσεις που αποτελούν πηγή ενέργειας και υλικών για τους καταναλωτές. Επίσης το οξυγόνο, το οποίο είναι απαραίτητο για την αναπνοή των περισσότερων ετερότροφων οργανισμών, παράγεται μόνο μέσω της φωτοσύνθεσης των παραγωγών.

β) Δεν θα μπορούσε να επιβιώσει μακροπρόθεσμα, γιατί οι αποικοδομητές χρειάζονται για τη διατήρησή τους απαραίτητα οργανικό υλικό που προέρχεται από τους παραγωγούς ή τους διάφορους καταναλωτές.

γ) Δεν θα μπορούσε να επιβιώσει μόνο με παραγωγούς γιατί κάποια στιγμή αυτοί δεν θα είχαν πλέον την δυνατότητα να δημιουργήσουν νέο οργανικό υλικό λόγω έλλειψης θρεπτικών στοιχείων. Η ύλη στα οικοσυστήματα είναι πεπερασμένη. Όλα τα στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά για να δημιουργήσουν οργανική ύλη θα είναι δεσμευμένα σε οργανικές ενώσεις και λόγω απουσίας αποικοδομητών δεν θα υπάρχουν άλλα υλικά (απλές ανόργανες ενώσεις) με τα οποία τα φυτά θα μπορούν να δημιουργήσουν νέα βιομάζα.

δ) Ναι, γιατί οι μεν παραγωγοί με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και χρησιμοποιώντας την ενέργεια του ήλιου και απλά ανόργανα υλικά από το περιβάλλον σχηματίζουν βιομάζα η οποία μεταφέρεται με τη μορφή νεκρής οργανικής ύλης (πεσμένα φύλλα, καρποί, ξερά χόρτα) στους αποικοδομητές οι οποίοι καλύπτουν έτσι τις ενεργειακές τους ανάγκες. Αλλά οι τελευταίοι με τη δράση τους, σιγά-σιγά επιστρέφουν απλές ανόργανες ενώσεις στο περιβάλλον, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πάλι από τα φυτά.

ε) Όχι, γιατί ναι μεν οι παραγωγοί θα παράγουν οργανικό υλικό που θα μπορεί να στηρίξει ενεργειακά τους καταναλωτές, όμως κάποια στιγμή θα αντιμετωπίσουν το

πρόβλημα της έλλειψης ανόργανων θρεπτικών συστατικών του εδάφους, λόγω απουσίας αποικοδομητών.

Ερώτηση 2.

Τα Γιούρα είναι νησί των Βορείων Σποράδων, έχουν έκταση 11 km² και είναι ακατοίκητο σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Στο νησί ζει ένας πληθυσμός αγριοκάτσικων (Αίγαγρος των Γιούρων - *Capra aegagrus dorcas*), τα οποία τρέφονται με βλαστούς, οφθαλμούς και φύλλα θάμνων και χαμηλών δέντρων, καθώς και με αγρωστώδη και πλατύφυλλες πόες. Στο νησί οι αίγαγροι κινδυνεύουν από την έλλειψη νερού και τροφής, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες. Να εξηγήσετε γιατί η μεταφορά νερού από ανθρώπους στο νησί μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του αίγαγρου.

Απάντηση

Τα οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από την τάση να διατηρούν σε ισορροπία τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διάφορων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους. Οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων ενός οικοσυστήματος μεταβάλλονται συνεχώς και ποσοτικά και ποιοτικά. Οι μηχανισμοί όμως αυτορρύθμισης που διαθέτει κάθε οικοσύστημα το κάνουν ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων όταν μια μεταβολή τείνει να τις απορρυθμίσει.

Η έκταση του νησιού είναι περιορισμένη και σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και τους υπόλοιπους αβιοτικούς παράγοντες (ηλιοφάνεια, διαθεσιμότητα νερού, γονιμότητα του εδάφους) παράγεται συγκεκριμένη ποσότητα φυτικής τροφής που είναι διαθέσιμη στους αίγαγρους και τους υπόλοιπους καταναλωτές πρώτης τάξης του οικοσυστήματος.

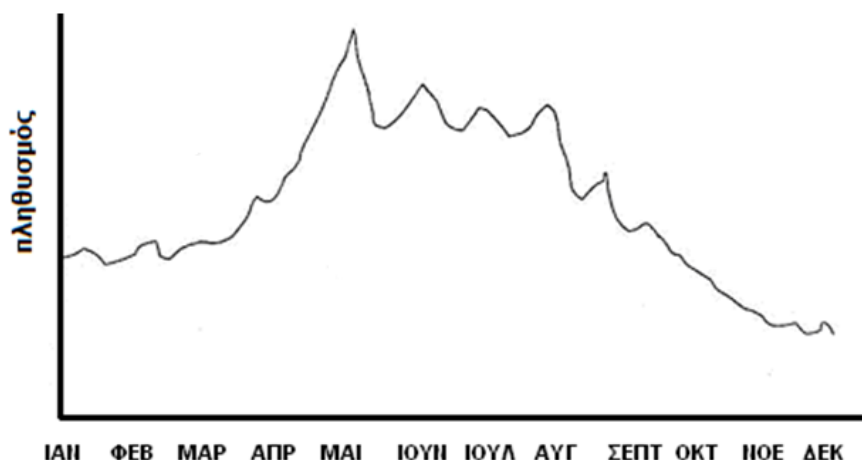
Τους θερινούς μήνες, τα ζώα ανταγωνίζονται για την εξασφάλιση νερού και κάποια από αυτά δεν καταφέρνουν να επιβιώσουν, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπεραύξηση του πληθυσμού τους. Δηλαδή, το νερό λειτουργεί στο οικοσύστημα του νησιού ως αυτορρυθμιστικός μηχανισμός.

Η μεταφορά νερού από τον άνθρωπο, προκειμένου να επιτευχθεί η επιβίωση του αίγαγρου, θα οδηγούσε σταδιακά στην υπεραύξηση του πληθυσμού του αίγαγρου, με αποτέλεσμα την αύξηση των τροφικών αναγκών του πληθυσμού του.

Στην περίπτωση αυτή, ο θάνατος των ζώων δεν θα επερχόταν πλέον από την έλλειψη νερού αλλά λόγω της ανεπάρκειας τροφής και θα ανάγκαζε τους ανθρώπους να παρέμβουν για δεύτερη φορά μεταφέροντας στο νησί τροφή για τα ζώα. Σταδιακά δηλαδή ένα αυτότροφο, φυσικό οικοσύστημα, μετά την παρέμβαση του ανθρώπου, θα μπορούσε να μετατραπεί σε ασταθές, ετερότροφο οικοσύστημα ή να οδηγηθεί στην εξαφάνιση ειδών του, όπως ο αίγαγρος.

Ερώτηση 3.

Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει τις μεταβολές του πληθυσμού ενός μονοκύτταρου φύκου σε λίμνη της εύκρατης ζώνης του βόρειου ημισφαιρίου.



Η αύξηση του πληθυσμού του φύκου το διάστημα από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο είναι πιθανότερο να οφείλεται:

- α) Στην αύξηση των φυτοφάγων μαλακίων της λίμνης.
- β) Στην άμεση αύξηση του οργανικού φορτίου της λίμνης κατά την περίοδο αυτή.
- γ) Στην αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών νερών της λίμνης κατά την περίοδο αυτή.
- δ) Στη μείωση των διαθέσιμων ανόργανων θρεπτικών συστατικών της λίμνης.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Απάντηση

α) **Λάθος επιλογή.** Η αύξηση των φυτοφάγων μαλακίων της λίμνης θα προκαλούσε μείωση του πληθυσμού του φύκου, αν το φύκος αποτελούσε τροφή για τα μαλάκια, καθώς τα περισσότερα μαλάκια θα καταλάωναν περισσότερα φύκη.

β) **Λάθος επιλογή.** Η αύξηση του οργανικού φορτίου της λίμνης δεν θα είχε άμεση επίπτωση στον πληθυσμό των φυκών, τα οποία αποτελούν αυτότροφους οργανισμούς.

γ) **Σωστή επιλογή.** Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και καθορίζουν τη φύση του αλλά και τη λειτουργία του.

Αβιοτικοί παράγοντες είναι το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, η σύσταση του εδάφους, η αλατότητα του νερού κ.ά.

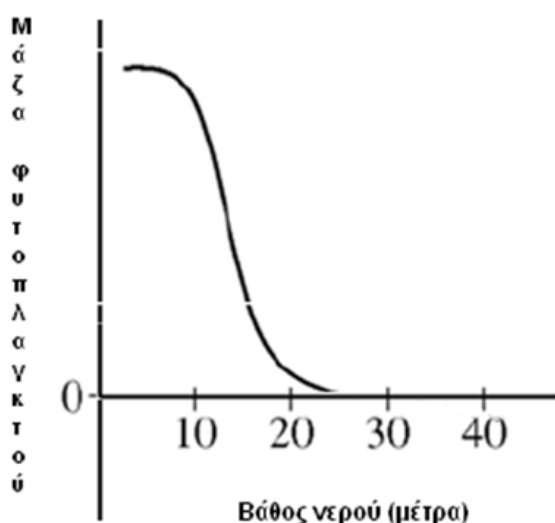
Την άνοιξη και το καλοκαίρι, στο βόρειο ημισφαίριο, το φως της ημέρας διαρκεί περισσότερο ή ακριβώς 12 ώρες. Το ημισφαίριο αρχίζει να ζεσταίνεται σημαντικά γεγονός που ευνοεί την ανθοφορία και τη φυτική ανάπτυξη. Επομένως η αύξηση του πληθυσμού του φύκους το διάστημα από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο είναι πιθανότερο να οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών νερών της λίμνης κατά την περίοδο αυτή.

δ) **Λάθος επιλογή.** Η μείωση των ανόργανων θρεπτικών συστατικών της λίμνης, τα οποία είναι απαραίτητα για τους αυτότροφους οργανισμούς όπως τα φύκη, θα προκαλούσε μείωση του πληθυσμού τους.

Ερώτηση 4.

Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει τη μάζα του φυτοπλαγκτού ενός λιμναίου οικοσυστήματος συναρτήσει του βάθους.

- α) Να ερμηνεύσετε τη μεταβολή της μάζας του φυτοπλαγκτού σε σχέση με το βάθος.
- β) Ποια κυρίως βιολογική διαδικασία είναι αυτή που προκαλεί τις μεταβολές στη μάζα του φυτοπλαγκτού;
- γ) Ποια από τα ακόλουθα μπορεί να αποτελούν πληθυσμούς της βιοκοινότητας του οικοσυστήματος αυτού; Ερπετά, αργυροπελεκάνοι, κυπρίνοι (ψάρια), καταναλωτές πρώτης τάξης, νερόφιδο.



Απάντηση

α) Παρατηρούμε, από το διάγραμμα, ότι η μάζα του φυτοπλαγκτού είναι μέγιστη σε βάθος από 0-10 μέτρα και αρχίζει να μειώνεται καθώς αυξάνεται το βάθος. Σε βάθος μεγαλύτερο των 25 μέτρων δεν υπάρχει φυτοπλαγκτόν. Οι οργανισμοί του φυτοπλαγκτού συνθέτουν μόνοι τους την τροφή τους μέσω της φωτοσύνθεσης. Για να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση είναι απαραίτητη ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία. Όμως το φως μπορεί να διεισδύσει μόνο μέχρι κάποιο βάθος στο νερό (το βάθος αυτό εξαρτάται από διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού αλλά και από την ανάπτυξη του ίδιου του φυτοπλαγκτού που μπορεί να εμποδίσει τη δίοδο του φωτός σε μεγαλύτερο βάθος). Τα δεδομένα του διαγράμματος δείχνουν ότι, στο συγκεκριμένο οικοσύστημα, επαρκής για τη φωτοσύνθεση ηλιακή ακτινοβολία φτάνει μέχρι τα 25 μέτρα βάθος.

β) Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

γ) Ένας πληθυσμός περιλαμβάνει άτομα του ίδιου είδους. Είδη οργανισμών ενός λιμναίου οικοσυστήματος μπορούν να είναι οι αργυροπελεκάνοι, οι κυπρίνοι (είδος

ψαριών του γλυκού νερού) και το νερόφιδο. Αντίθετα οι όροι «ερπετά» και «καταναλωτές πρώτης τάξης» δεν δηλώνουν είδη οργανισμών αλλά ομάδες οργανισμών που έχουν κοινά χαρακτηριστικά (τα ερπετά είναι διάφορα είδη τετράποδων σπονδυλωτών που γεννούν αυγά, ενώ καταναλωτές πρώτης τάξης είναι όλα τα φυτοφάγα ζώα ενός οικοσυστήματος). Τόσο τα ερπετά όσο και οι καταναλωτές πρώτης τάξης περιλαμβάνουν οργανισμούς διαφορετικών ειδών. Επομένως πληθυσμούς του οικοσυστήματος μπορούν να αποτελούν οι αργυροπελεκάνοι, οι κυπρίνοι και τα νερόφιδα.

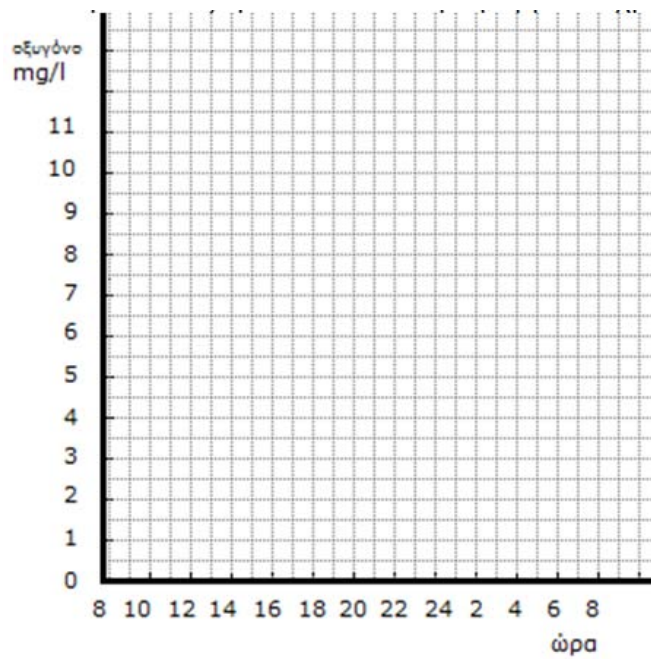
Ερώτηση 5.

Ένας ερευνητής μέτρησε την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου σε βάθος 30 εκατοστών από την επιφάνεια του νερού μιας λίμνης της εύκρατης ζώνης, τον μήνα Απρίλιο. Την ημέρα της μέτρησης είχε ηλιοφάνεια και άπνοια. Παρακάτω περιγράφονται τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων:

Ώρα	mg διαλυμένου οξυγόνου/L νερού
8:00 π.μ.	7,4 mg/L
10:00 π.μ.	8,2 mg/L
12:00 μεσημέρι	9,3 mg/L
2:00 μ.μ.	9,8 mg/L
4:00 μ.μ.	9,4 mg/L
6:00 μ.μ.	8,9 mg/L
8:00 μ.μ.	8,6 mg/L
10:00 μ.μ.	8,0 mg/L
12:00 μεσάνυχτα	7,7 mg/L
2:00 π.μ.	7,5 mg/L
4:00 π.μ.	7,2 mg/L
6:00 π.μ.	7,1 mg/L

α) Βάσει των παρατηρήσεων, ποια είναι η προέλευση του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό της λίμνης;

β) Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα κατασκευάστε την καμπύλη μεταβολής της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου σε συνάρτηση με το χρόνο.

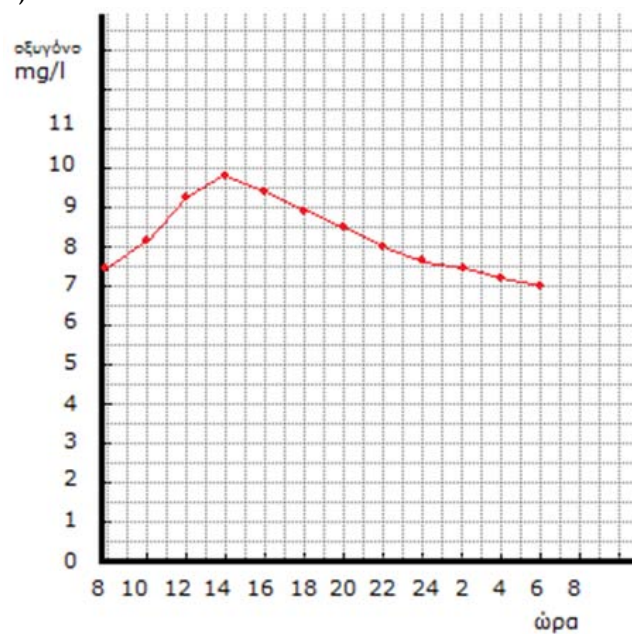


γ) Εξηγήστε τους παράγοντες που επηρεάζουν το σχήμα της καμπύλης.

Απάντηση

α) Το οξυγόνο παράγεται από τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Βέβαια, εμπλουτισμός της λίμνης σε οξυγόνο γίνεται και με διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό, όμως το γεγονός ότι την ημέρα διεξαγωγής των μετρήσεων επικρατούσε άπνοια, ελαχιστοποιεί τον εμπλουτισμό του νερού σε οξυγόνο από την ατμόσφαιρα.

β)



γ) Νωρίς το πρωί η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο είναι μικρή καθώς κατά τη διάρκεια της νύκτας δεν φωτοσυνθέτουν και έτσι δεν εμπλουτίζουν το νερό με οξυγόνο. Όσο προχωράει η μέρα και αυξάνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνεται και ο ρυθμός απελευθέρωσης οξυγόνου από τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, ο ρυθμός παραγωγής του γίνεται μεγαλύτερος από τον ρυθμό κατανάλωσής του και επομένως αυξάνεται και η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο.

Αντίθετα, μετά το μεσημέρι, οπότε και μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνεται ο ρυθμός παραγωγής οξυγόνου και αντίστοιχα μειώνεται η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο, καθώς οι οργανισμοί του υδάτινου οικοσυστήματος καταναλώνουν οξυγόνο προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, μέσω της κυτταρικής αναπνοής.

Ερώτηση 1.

Ποιά είναι τα συστατικά από τα οποία αποτελείται ένα οικοσύστημα; Για ποιο λόγο είναι απαραίτητο να τα μελετούμε στην αλληλεπίδρασή τους και όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο;

Απάντηση

Το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει:

- τους βιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν (φυτά, ζώα, μικρόβια) και
- τους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής, δηλαδή το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τη σύσταση του εδάφους, την αλατότητα του νερού κ.ά.

Τα συστατικά των οικοσυστημάτων αλληλεπιδρούν μεταξύ τους διατηρώντας σε ισορροπία τα οικοσυστήματα (πχ αλληλεπίδρασεις μεταξύ βιοτικών παραγόντων, αλληλεπιδράσεις μεταξύ αβιοτικών παραγόντων, αλλά και αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες).

Η ισορροπία αυτή δεν αποτελεί μια στατική κατάσταση. Όταν κάποιο από τα συστατικά του οικοσυστήματος μεταβάλλεται ποσοτικά ή ποιοτικά, οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των επί μέρους συστατικών του το επαναφέρουν σε ισορροπία. Αν, για παράδειγμα, η βροχόπτωση (αβιοτικός παράγοντας) σε μία περιοχή αυξηθεί, ευνοείται η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών ειδών (βιοτικός παράγοντας) που αποτελούν τροφή για τα φυτοφάγα ζώα, τα οποία επίσης θα αυξηθούν. Ταυτόχρονα, οι αποικοδομητές στα οικοσυστήματα ανοργανοποιώντας τη νεκρή οργανική ύλη διαμορφώνουν τα διαθέσιμα στους παραγωγούς ανόργανα θρεπτικά συστατικά του εδάφους (αβιοτικός παράγοντας). Επομένως είναι απαραίτητο να μελετάμε τα συστατικά ενός οικοσυστήματος στην αλληλεπίδρασή τους και όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Ερώτηση 2.

Η πόλη στην οποία ζείτε, όπως και κάθε άλλη πόλη, αποτελεί ένα ετερότροφο οικοσύστημα. Να προσδιορίσετε ποιες είναι οι εισροές και ποιες οι εκροές της, ώστε να εξασφαλίζεται η επιβίωση των οργανισμών που ζουν σε αυτήν και η ισορροπία του οικοσυστήματος.

Απάντηση

Η διατήρηση των οικοσυστημάτων, όπως και κάθε άλλης οργανωμένης δομής, απαιτεί συνεχή προσφορά ενέργειας. Τα οικοσυστήματα που υπάρχουν στον πλανήτη μας, στην πλειονότητά τους, εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα οικοσυστήματα αυτά χαρακτηρίζονται ως αυτότροφα και διακρίνονται από τα ετερότροφα, στα οποία η εισαγωγή ενέργειας γίνεται με τη μορφή χημικών ενώσεων.

Ένα παράδειγμα ετερότροφου οικοσυστήματος είναι μια πόλη η οποία, κατά κανόνα, εισάγει την ενέργεια που χρειάζεται για την επιβίωση των κατοίκων της με τη μορφή των τροφίμων (εισροές) που δεν έχουν παραχθεί σ' αυτήν αλλά σε άλλα αυτότροφα οικοσυστήματα. Στην πόλη βέβαια υπάρχουν μικρός αριθμός παραγωγών οι οποίοι όμως είναι συνήθως καλλωπιστικά φυτά. Το οικοσύστημα της πόλης έχει μεγάλο αριθμό καταναλωτών-ανθρώπων οι οποίοι αποδίδουν στο περιβάλλον μεγάλες ποσότητες αστικών λυμάτων και απορριμμάτων (νεκρή οργανική ύλη). Η αποικοδόμηση των υλικών αυτών, εντός του οικοσυστήματος της πόλης, θα προκαλούσε προβλήματα στο αστικό περιβάλλον (αισθητικά, υγειονομικά κλπ). Αναγκάζεται επομένως ο άνθρωπος να τα μεταφέρει εκτός πόλης, σε άλλα οικοσυστήματα (εκροές), όπου θα αποικοδομηθούν.

Ερώτηση 3.

Ποιοί από τους οργανισμούς (παραγωγούς, καταναλωτές, αποικοδομητές) ενός οικοσυστήματος δεν είναι απολύτως απαραίτητοι για την ύπαρξή του; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

Απάντηση

Οι παραγωγοί είναι οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, έχουν δηλαδή την ικανότητα να δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και να την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Στους παραγωγούς, που χαρακτηρίζονται και ως αυτότροφοι οργανισμοί, διότι παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους, υπάγονται οι πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, τα φύκη και τα κυανοβακτήρια. Καταναλωτές είναι οι ετερότροφοι οργανισμοί που τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς, Σε αυτούς ανήκουν οι μονοκύτταροι και οι πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί.

Οι αποικοδομητές είναι ετερότροφοι οργανισμοί, όπως και οι καταναλωτές. Οι αποικοδομητές τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών). Στους αποικοδομητές ανήκουν βακτήρια και μύκητες.

Πόσο σημαντική είναι λοιπόν η κάθε μια από τις παραπάνω ομάδες οργανισμών για την ύπαρξη ενός οικοσυστήματος;

Οι παραγωγοί είναι απολύτως απαραίτητοι σε ένα αυτότροφο οικοσύστημα γιατί είναι οι οργανισμοί που θα δεσμεύσουν, με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, ηλιακή ενέργεια και θα τη μετασχηματίσουν σε χημική, ώστε αυτή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τους ίδιους για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών όσο και από όλους τους άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος που θα την παραλάβουν από τους παραγωγούς, άμεσα ή έμμεσα, μέσω της τροφής τους.

Οι καταναλωτές σε ένα οικοσύστημα συντελούν στην διανομή της ενέργειας μέσα σε αυτό και στη σταθερότητα του οικοσυστήματος. Ο ρόλος τους όμως δεν είναι καθοριστικός για τη λειτουργία του οικοσυστήματος γιατί η οργανική ύλη που παράγεται από τους παραγωγούς θα μπορούσε να καταλήξει, χωρίς τη μεσολάβηση των καταναλωτών, απευθείας στους αποικοδομητές, οι οποίοι θα επαναφέρουν τα ανόργανα υλικά που περιέχονται σε αυτή στο περιβάλλον, ώστε και πάλι να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους παραγωγούς.

Οι αποικοδομητές είναι απολύτως απαραίτητοι για τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος καθώς μετατρέπουν την οργανική ύλη (φυτικής ή ζωικής προέλευσης) σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς.

Υπάρχουν βέβαια ιδιαίτερες περιπτώσεις οικοσυστημάτων, στα οποία η ενέργεια δεν εισάγεται μέσω της φωτοσύνθεσης των παραγωγών αλλά διαθέτουν παραγωγούς οι οποίοι χρησιμοποιούν την ενέργεια απλών χημικών ενώσεων για να φτιάξουν την τροφή τους (χημειοαυτότροφοι οργανισμοί) ή τέλος υπάρχουν ετερότροφα οικοσυστήματα, όπως οι πόλεις, που εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών των οργανισμών τους ή υδάτινα οικοσυστήματα σε μεγάλο βάθος τα οποία δέχονται τροφή από άλλα οικοσυστήματα που βρίσκονται σε μικρότερο βάθος και στα οποία γίνεται η φωτοσύνθεση.

Ερώτηση 4.

Οι γεωργικές καλλιέργειες αποτελούν συνήθως λιγότερο σταθερά οικοσυστήματα από τα φυσικά. Για ποιούς κατά τη γνώμη σας λόγους συμβαίνει αυτό;

Απάντηση

Όσο μεγαλύτερη ποικιλότητα έχει ένα οικοσύστημα, τόσο πιο ισορροπημένο είναι. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλότητα παρουσιάζουν και μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων μεταξύ των βιοτικών παραγόντων τους.

Έτσι, όποτε μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν. Αν για παράδειγμα σε ένα οικοσύστημα είναι περιορισμένος ο αριθμός των διαφορετικών ειδών, περιορίζεται αναλογικά και το πλήθος των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή, για παράδειγμα, η εξαφάνιση ενός είδους θα απειλούσε άμεσα και την εξαφάνιση του είδους που εξαρτάται τροφικά από αυτό.

Αν αντίθετα υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών, οι εναλλακτικές λύσεις στη διατροφή τους είναι περισσότερες και επομένως η εξαφάνιση ή η μείωση του πληθυσμού ενός είδους δεν απειλεί άμεσα τα είδη που τρέφονται από αυτό.

Τα φυσικά οικοσυστήματα έχουν μεγάλη ποικιλομορφία, δηλαδή περιλαμβάνουν πολλά διαφορετικά είδη οργανισμών.

Αντίθετα, στις γεωργικές καλλιέργειες ο άνθρωπος καλλιεργεί επιλεκτικά συγκεκριμένα είδη φυτών που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον (σιτηρά, οπωροφόρα με συγκεκριμένα είδη φρούτων κλπ). Τα οικοσυστήματα αυτά επομένως διαθέτουν μικρή ποικιλία οργανισμών, καθώς ο καλλιεργητής εμποδίζει με διάφορες μεθόδους, όπως είναι η χρήση εντομοκτόνων, παρασιτοκτόνων, την εγκατάσταση περισσότερων πληθυσμών που θα μπορούσαν προκαλέσουν μείωση της παραγωγής του.

Για το λόγο αυτό, τα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, λίμνες κτλ), που έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα από τα τεχνητά (καλλιεργούμενοι αγροί, τεχνητές λίμνες κτλ), είναι και περισσότερο σταθερά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΝΟΤΗΤΑ 1: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να γνωρίζεις το αντικείμενο μελέτης της επιστήμης της Οικολογίας.
2. Να απαριθμείς διάφορους παράγοντες που συνιστούν αβιοτικό περιβάλλον.
3. Να ορίζεις την έννοια του οικοσυστήματος καθώς και τους παράγοντες που το αποτελούν.
4. Να αντιλαμβάνεσαι πώς δομείται και πώς οργανώνεται το οικοσύστημα.
5. Να περιγράφεις τα διαδοχικά επίπεδα οργάνωσης των βιοτικών παραγόντων.
6. Να ορίζεις τις έννοιες πληθυσμός, βιοκοινότητα και βιότοπος.
7. Να σχεδιάζεις απλά μοντέλα οικοσυστημάτων.
8. Να εξηγείς τη σημασία των αβιοτικών παραγόντων για τη φύση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.
9. Να αναλύεις τις προϋποθέσεις για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων.
10. Να διακρίνεις τα οικοσυστήματα ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η εισαγωγή ενέργειας σε αυτά.
11. Να δίνεις παραδείγματα αυτότροφων και ετερότροφων οικοσυστημάτων.
12. Να εντοπίζεις το κριτήριο με βάση το οποίο διακρίνουμε τους οργανισμούς σε παραγωγούς και καταναλωτές.
13. Να εξηγείς τη σημασία των παραγωγών για τη δέσμευση ενέργειας στα οικοσυστήματα.
14. Να περιγράφεις σύντομα τη διαδικασία με την οποία οι αυτότροφοι οργανισμοί αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε χημική.
15. Να ονομάζεις τους οργανισμούς που υπάγονται στους παραγωγούς.
16. Να διακρίνεις και να κατονομάζεις τις διάφορες κατηγορίες καταναλωτών.
17. Να επισημαίνεις τη σημασία των αποικοδομητών για τη διατήρηση ενός οικοσυστήματος.

18. Να ονομάζεις τους οργανισμούς που υπάγονται στους αποικοδομητές και τις ουσίες που αποτελούν την τροφή τους.
19. Να εξηγείς ποιος και γιατί καθορίζει κάθε φορά το μέγεθος και τα όρια ενός οικοσυστήματος.
20. Να περιγράφεις τη φύση της ισορροπίας που υπάρχει ανάμεσα στους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες του οικοσυστήματος.
21. Να προβλέπεις πώς αποκαθίσταται η ισορροπία ενός οικοσυστήματος μετά από πιθανές μεταβολές σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες.
22. Να ορίζεις την έννοια της ποικιλότητας.
23. Να συσχετίζεις την ποικιλότητα ενός οικοσυστήματος με την σταθερότητα του και να αιτιολογείς αυτή τη σχέση.
24. Να συσχετίζεις τα όρια του οικοσυστήματος με τους στόχους της εκάστοτε έρευνας.
25. Να συγκρίνεις οικοσυστήματα ως προς τη σταθερότητά τους και να αιτιολογείς τις επιλογές σου.
26. Να εντοπίζεις τις δυσκολίες στην οριοθέτηση ενός οικοσυστήματος.
27. Να ορίζεις την έννοια της Βιόσφαιρας.
28. Να δίνεις παραδείγματα οικοσυστημάτων με πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό μέγεθος αντίστοιχα.
29. Να αντιλαμβάνεσαι τη φύση της ισορροπίας στην οποία βρίσκεται ένα οικοσύστημα και τους παράγοντες που συμμετέχουν σε αυτήν.
30. Να αναγνωρίζεις τη σημασία των αυτορρυθμιστικών μηχανισμών του οικοσυστήματος και να δίνεις παραδείγματα τέτοιων μηχανισμών.
31. Να ορίζεις την έννοια της ποικιλότητας.
32. Να αναγνωρίζεις τον ρόλο της ποικιλότητας στη διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος και να εξηγείς γιατί η ποικιλότητα επηρεάζει τη σταθερότητά του.
33. Να περιγράφεις πώς επηρεάζονται οι τροφικές σχέσεις σε οικοσυστήματα με μεγάλη και μικρή ποικιλότητα αντίστοιχα.
34. Να δίνεις παραδείγματα οικοσυστημάτων με μεγάλη ή μικρή σταθερότητα.

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Οικολογία είναι η επιστήμη, που μελετά τις σχέσεις των οργανισμών (και φυσικά του ανθρώπου) με τους:

1. **αβιοτικούς παράγοντες:** κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, σύσταση εδάφους, αλατότητα νερού κλπ.
2. **βιοτικούς παράγοντες:** οργανισμοί του ίδιου ή διαφορετικού είδους (φυτά, ζώα, μικρόβια).

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Είναι θεμελιώδης έννοια για την Οικολογία.
- Αποτελεί ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει:
 1. τους **βιοτικούς παράγοντες** μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν,
 2. τους **αβιοτικούς** παράγοντες της περιοχής καθώς και
 3. το **σύνολο των αλληλεπιδράσεων** που αναπτύσσονται μεταξύ των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων.
- Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος:
 1. βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς
 2. καθορίζουν τη φύση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.
 - Για παράδειγμα, η διαθεσιμότητα του νερού σε ένα οικοσύστημα καθορίζει:
 - την ποικιλία των οργανισμών που ζουν σ' αυτό
 - τις μεταξύ τους σχέσεις.

Σχόλιο 1: Μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος αναπτύσσεται μια ποικιλία σχέσεων: α) Ανάμεσα σε άτομα του ίδιου είδους αναπτύσσονται σχέσεις που αφορούν την αναπαραγωγή, την προστασία των μικρών τους, την συμπεριφορά τους ως μέλη του ίδιου πληθυσμού, καθώς και σχέσεις που αφορούν τον ανταγωνισμό τους για τροφή ή ταίρι β) Ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών ειδών, εκτός από τις προηγούμενες, μπορεί να αναπτύσσονται και άλλες σχέσεις, όπως για παράδειγμα οι τροφικές εξαρτήσεις ανάμεσα σε είδη που έχουν σχέση παρασιτική ή συμβιωτική ή σχέση θηράματος και θηρευτή. Επιπλέον τα διαφορετικά είδη ανταγωνίζονται για τροφή, νερό και γενικότερα για χώρο εγκατάστασης. Ακόμη κάποια είδη μπορούν να αναπτύξουν στρατηγικές και μηχανισμούς άμυνας απέναντι σε άλλα είδη που θεωρούνται εχθρικά.

Σχόλιο 2: Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη ζωή των οργανισμών είναι: α) οι αβιοτικοί, όπως η θερμοκρασία, οι καταστροφές, η ξηρασία, οι καταιγίδες, οι πυρκαγιές, η βροχή, οι κλιματολογικές συνθήκες, οι εποχικές αλλαγές κλίματος, η συγκέντρωση των χημικών στοιχείων του εδάφους, οι ώρες της ηλιοφάνειας, το υψόμετρο. β) οι βιοτικοί, όπως: ο ανταγωνισμός για ζευγάρωμα, η συμπεριφορά κατά το ζευγάρωμα, ο αριθμός των ατόμων του πληθυσμού, ο αριθμός άλλων ειδών στο οικοσύστημα, η δράση των αποικοδομητών, τα παράσιτα, οι παραγωγοί, η διαθεσιμότητα του νερού, ο χρόνος που χρειάζεται για να μεγαλώσει ένα μικρό, ο ανταγωνισμός για τροφή, ο ανταγωνισμός για χώρο.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1. **Συνεχής προσφορά ενέργειας.** Με κριτήριο την προέλευση αυτής, τα οικοσυστήματα διακρίνονται σε:
 - **Αυτότροφα οικοσυστήματα:** εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας.
 - αποτελούν την πλειονότητα των οικοσυστημάτων
 - ο **Ετερότροφα οικοσυστήματα:** εισάγουν την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους με τη μορφή **χημικών ενώσεων** (π.χ. πόλη).
2. **Διανομή της ενέργειας**
 - ο Η ενέργεια που τροφοδοτεί το οικοσύστημα διανέμεται στους οργανισμούς, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες τους.
 - ο Γίνεται μέσω των **τροφικών σχέσεων** που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος (**ροή ενέργειας**).

3. Ανακύκλωση διαφόρων στοιχείων

Σχόλιο 3: Τα αυτότροφα οικοσυστήματα, για να διατηρηθούν, έχουν ανάγκη από μικρά ποσά ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας, ενώ τα ετερότροφα απαιτούν τεράστια ποσά ενέργειας. Επομένως τα αυτότροφα οικοσυστήματα είναι πολύ πιο εύκολο να παραμείνουν σταθερά σε σχέση με τα ετερότροφα, τα οποία μπορεί εύκολα να καταρρεύσουν.

Σχόλιο 4: Όλοι οι οργανισμοί χρειάζονται άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, θείο, φώσφορο και άλλα χημικά στοιχεία για να συνθέσουν τις διάφορες οργανικές ενώσεις (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, σάκχαρα, λιπίδια) που είναι απαραίτητες αφενός για τον σχηματισμό κυτταρικών δομών όπως είναι η πλασματική μεμβράνη και τα διάφορα οργανίδια και αφετέρου για τις λειτουργίες των κυττάρων όπως τα ένζυμα κλπ. Κάθε οργανισμός όμως μπορεί να προσλάβει τα παραπάνω χημικά στοιχεία με συγκεκριμένη μορφή χημικών ενώσεων. Για παράδειγμα τα φυτά προσλαμβάνουν τον άνθρακα μόνο με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα, ενώ οι ετερότροφοι μόνο με την μορφή οργανικών ενώσεων. Όπως θα δούμε σε επόμενη ενότητα κάποια βακτήρια προσλαμβάνουν το άζωτο μόνο με τη μορφή μοριακού αζώτου (N_2), τα φυτά με τη μορφή νιτρικών ιόντων ενώ ο άνθρωπος με τη μορφή οργανικού αζώτου που βρίσκεται κυρίως στα αμινοξέα των πρωτεϊνών.

ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΠΟΥ ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΡΟΦΗ ΤΟΥΣ

1. **ΑΥΤΟΤΡΟΦΟΙ - ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ:** Είναι οι οργανισμοί (πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, φύκη και κυανοβακτήρια) που:
 - ο φωτοσυνθέτουν, δηλαδή δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων καθώς και οξυγόνου από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό)
 - ο παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους
2. **ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΟΙ:** Είναι οι οργανισμοί που:
 - ο δεν φωτοσυνθέτουν
 - ο παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους
 - ο διακρίνονται σε:
 - **Καταναλωτές:** μονοκύτταροι και πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί, που τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς και διακρίνονται σε
 - i. **καταναλωτές πρώτης τάξης:** φυτοφάγα ζώα,
 - ii. **καταναλωτές δεύτερης τάξης:** σαρκοφάγα ζώα τα οποία τρέφονται με φυτοφάγα,
 - iii. **καταναλωτές τρίτης ή μεγαλύτερης τάξης:** σαρκοφάγα τα οποία τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα.

- **Αποικοδομητές:** Βακτήρια και μύκητες του εδάφους που τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών), την οποία μετατρέπουν σε ανόργανη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς.

Σχόλιο 5: Οι αυτότροφοι οργανισμοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιούν για να συνθέσουν (από διοξείδιο του άνθρακα και νερό) τις οργανικές ενώσεις που χρειάζονται: α) τους φωτοσυνθετικούς αυτότροφους οργανισμούς, όπως τα πράσινα φυτά, που χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας τον ήλιο. β) τους χημειοσυνθετικούς αυτότροφους οργανισμούς όπως τα θειοβακτήρια, τα σιδηροβακτήρια κλπ. που χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας ανόργανες χημικές ενώσεις.

Σχόλιο 6: Στα υδάτινα οικοσυστήματα υπάρχουν περισσότερα επίπεδα καταναλωτών από ότι στα χερσαία οικοσυστήματα

ΑΛΛΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- **Πληθυσμός:** είναι το σύνολο των οργανισμών οι οποίοι ανήκουν στο ίδιο είδος και ζουν στην ίδια περιοχή, δηλαδή στον ίδιο βιότοπο
- **Βιοκοινότητα:** είναι το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών που ζουν σε ένα οικοσύστημα, αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
- **Βιότοπος:** είναι η περιοχή στην οποία ζει ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΟΡΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Καθορίζονται κάθε φορά από τον ερευνητή που το μελετά. Αυτό συμβαίνει διότι το οικοσύστημα, ως σύστημα μελέτης είναι ένα σύνολο από αντικείμενα που εξετάζονται όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, αλλά στην αλληλεπίδρασή τους.

Ένα οικοσύστημα μπορεί να έχει **μέγεθος**:

1. τόσο **μεγάλο** όσο ολόκληρη η βιόσφαιρα (το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής).
2. τόσο **μικρό** όσο μια γλάστρα με ένα φυτό, στα φύλλα του οποίου επιβιώνει ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών.

Τα **όρια** είναι δύσκολο να καθοριστούν με ακρίβεια (με εξαίρεση ίσως τα νησιωτικά οικοσυστήματα).

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ - ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Τα οικοσυστήματα έχουν την τάση να διατηρούν σε ισορροπία τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διάφορων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους. Η ισορροπία αυτή:

1. Είναι δυναμική και όχι στατική γιατί οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων ενός οικοσυστήματος μεταβάλλονται συνεχώς και ποσοτικά και ποιοτικά.
2. Επιτυγχάνεται με τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης, οι οποίοι το κάνουν ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, όποτε μια μεταβολή τείνει να τις απορρυθμίσει.
 - ο **Παράδειγμα:** Ένα λιβάδι μπορεί να φιλοξενήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό φυτοφάγων ζώων που είναι ανάλογος με την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής (χορτάρι). Αν όμως για κάποιο λόγο, όπως για παράδειγμα εξαιτίας μιας περιορισμένης πυρκαγιάς, μειωθεί η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής, θα μειωθεί αναλογικά και ο πληθυσμός των φυτοφάγων ζώων για τα οποία μπορεί να εξασφαλιστεί τροφή από το οικοσύστημα.
3. Ενισχύεται από την ποικιλότητα του οικοσυστήματος.

Σχόλιο 7: Χαρακτηριστικά παραδείγματα της αρνητικής επίδρασης του ανθρώπου στην ισορροπία του οικοσυστήματος αποτελούν τα παρακάτω:

α) Οι φραγκοσυκιές, δεν υπεραυξάνονταν στο Μεξικό, χώρα προέλευσής τους, διότι υπήρχε ένα έντομο - ρυθμιστικός παράγοντας - που ρύθμιζε την αναπαραγωγή τους. Όταν όμως ο άνθρωπος μετέφερε φραγκοσυκιές στην περιοχή της Μεσογείου, όπου δεν ζει το συγκεκριμένο είδος εντόμου, αυτές προσαρμόστηκαν και υπεραυξήθηκαν με αποτέλεσμα να εξαπλωθούν, κυριαρχώντας στην τοπική χλωρίδα.

β) Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, μια ιδιαίτερα επιθετική ποικιλία του φύκου *Caulerpa racemosa* πρωτοεμφανίστηκε στην Μεσόγειο, προερχόμενη πιθανότατα από την ΝΔ Αυστραλία. Φαίνεται να έχει «περάσει» στη Μεσόγειο από την Ερυθρά Θάλασσα με την διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ. Από τότε επεκτείνεται με ραγδαίους ρυθμούς και έχει εξαπλωθεί σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου. Έχει επικρατήσει εκτοπίζοντας κάθε άλλο φυτό. Η *Caulerpa racemosa* καλύπτει σχεδόν τα πάντα στον βυθό ενώ οι φυτοφάγοι οργανισμοί, όπως ο αχινός, δεν μπορούν να το καταναλώσουν γιατί κινδυνεύουν από την τοξικότητά του. Ένα άλλο φύκος το *Caulerpa taxifolia* «διέφυγε» στη Μεσόγειο από ατύχημα στο εκθεσιακό ενυδρείο του Μονακό. Μέσα σε λίγους μήνες από την εμφάνισή του το φύκος κάλυψε πλήρως το βυθό «πνίγοντας» τα φύκη που προϋπήρχαν. Οι επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα και στα αλιευτικά αποθέματα είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστες, ωστόσο οι προβλέψεις των ωκεανογράφων είναι ανησυχητικές.

- **Ποικιλότητα** είναι το σύνολο των διαφορετικών ειδών οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα.
 1. Όσο μεγαλύτερη ποικιλότητα έχει ένα οικοσύστημα, τόσο πιο ισορροπημένο είναι.
 2. Τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλότητα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων μεταξύ των βιοτικών παραγόντων τους, οπότε, όταν μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν. Έτσι,
 - Αν σε ένα οικοσύστημα είναι περιορισμένος ο αριθμός των διαφορετικών ειδών που ζουν σ' αυτό, περιορίζεται αναλογικά και το πλήθος των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα κάθε διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος που θα προκαλούσε την εξαφάνιση ενός είδους, θα απειλούσε άμεσα και την εξαφάνιση του είδους που εξαρτάται τροφικά από αυτό.
 - Αν αντίθετα υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών, οι εναλλακτικές λύσεις στη διατροφή τους είναι περισσότερες και επομένως η εξαφάνιση ή η μείωση του πληθυσμού ενός είδους δεν απειλεί άμεσα τα είδη που τρέφονται από αυτό.
 3. Τα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, λίμνες κτλ.), έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα από τα τεχνητά (καλλιεργούμενοι αγροί, τεχνητές λίμνες κτλ.), και γι' αυτό είναι και περισσότερο σταθερά.

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

<u>Αβιοτικοί παράγοντες</u>	Παράγοντες του οικοσυστήματος που δεν εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά της ζωής. Τέτοιοι είναι: το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, η σύσταση του εδάφους, η αλατότητα του νερού, η νεκρή οργανική ύλη κ.ά. Καθορίζουν τη φύση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.
<u>Ανακύκλωση χημικών στοιχείων</u>	Κυκλική επαναλαμβανόμενη διαδικασία με την οποία τα χημικά στοιχεία (C,H,O,N,P) τα οποία είναι απαραίτητα για τις δομές και τις λειτουργίες των οργανισμών, καθίστανται συνεχώς διαθέσιμα σε αυτούς. Αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Επιτυγχάνεται με τη βοήθεια βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διεργασιών.
<u>Αποικοδομητές</u>	Κατηγορία ετερότροφων οργανισμών. Σε αυτούς ανήκουν βακτήρια και μύκητες εδάφους και νερών που μετατρέπουν τη νεκρή οργανική ύλη (νεκρά φύλλα, πεσμένοι καρποί, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών) σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς.
<u>Αυτότροφο οικοσύστημα</u>	Οικοσύστημα που εισάγει την ενέργεια η οποία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής του με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα αυτότροφα οικοσυστήματα αποτελούν την πλειονότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη.
<u>Αυτότροφοι οργανισμοί</u>	Είναι οι παραγωγοί οργανισμοί (πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, φύκη, και κυανοβακτήρια) που φωτοσυνθέτουν, δηλαδή παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες (π.χ. γλυκόζη), από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους, από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό).
<u>Βιοκοινότητα</u>	Το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών, που ζουν σε ένα βιότοπο,

	αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
<u>Βιόσφαιρα</u>	Το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής.
<u>Βιοτικοί παράγοντες</u>	Το σύνολο των οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή, όπως φυτά, ζώα, μύκητες και μικρόβια και οι αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
<u>Βιότοπος</u>	Η περιοχή στην οποία ζει ένα πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.
<u>Ετερότροφο οικοσύστημα</u>	Οικοσύστημα που εισάγει την ενέργεια η οποία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής του με τη μορφή χημικών ενώσεων. Παράδειγμα ετερότροφου οικοσυστήματος είναι μια πόλη, η οποία εισάγει την ενέργεια που χρειάζεται για την επιβίωση των κατοίκων της με την μορφή των τροφίμων που δεν έχουν παραχθεί σε αυτή αλλά σε άλλα αυτότροφα οικοσυστήματα.
<u>Ετερότροφοι οργανισμοί</u>	Οι οργανισμοί του οικοσυστήματος, οι οποίοι δεν φωτοσυνθέτουν, αλλά παραλαμβάνουν με την τροφή τους (οργανικές ενώσεις) τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές.
<u>Ισορροπία οικοσυστήματος</u>	Η ικανότητα - τάση του οικοσυστήματος να διατηρεί δυναμικά σταθερές τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διάφορων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων του. Επιτυγχάνεται με τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης που διαθέτει.
<u>Καταναλωτές</u>	Κατηγορία ετερότροφων οργανισμών. Τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς. Σε αυτούς ανήκουν οι μονοκύτταροι και πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί. Διακρίνονται, ανάλογα με τον «αριθμό των βημάτων» που τους χωρίζουν από τους παραγωγούς σε: καταναλωτές πρώτης τάξης (φυτοφάγα ζώα), καταναλωτές δεύτερης τάξης (σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με φυτοφάγα ζώα), καταναλωτές τρίτης ή ανώτερης τάξης (σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα).

<u>Κυανοβακτήρια</u>	Προκαρυωτικοί οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, δηλαδή είναι αυτότροφοι οργανισμοί.
<u>Μηχανισμοί αυτορρύθμισης</u>	Μηχανισμοί που διαθέτει κάθε οικοσύστημα και το καθιστούν ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών – βιοτικών και βιοτικών - αβιοτικών παραγόντων, όταν μια μεταβολή τείνει να την απορρυθμίσει.
<u>Νεκρή οργανική ύλη</u>	Οργανικό υλικό που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς (φυτά, ζώα) και περιλαμβάνει πεσμένα φύλλα και καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες αλλά και σώματα νεκρών οργανισμών. Αποτελεί την τροφή των αποικοδομητών.
<u>Οικολογία</u>	Η επιστήμη που μελετά τις σχέσεις των οργανισμών και φυσικά του ανθρώπου με τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους και τους βιοτικούς, δηλαδή τους άλλους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο ή διαφορετικό είδος από αυτούς.
<u>Οικοσύστημα</u>	Σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει τους βιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σε αυτήν, τους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Αποτελεί θεμελιώδη έννοια της Οικολογίας.
<u>Παραγωγοί</u>	Οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, δηλαδή έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και να την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων καθώς και οξυγόνου, από απλά ανόργανα μόρια όπως διοξείδιο του άνθρακα και νερό.
<u>Πληθυσμός</u>	Οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος που ανήκουν στο ίδιο είδος και ζουν στον ίδιο βιότοπο.
<u>Ποικιλότητα οικοσυστήματος (βιοποικιλότητα)</u>	Ο βαθμός ποικιλότητας των διαφορετικών μορφών ζωής σε ένα οικοσύστημα. Αναφέρεται στα διαφορετικά είδη οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα και αποτελεί μέτρο της σταθερότητας του οικοσυστήματος.

<u>Φλοιός Γης</u>	Το επιφανειακό στρώμα του πλανήτη Γη. Καλύπτεται κατά 71% από τους ωκεανούς δηλαδή νερό. Κύριο συστατικό του είναι το πυρίτιο και οι ενώσεις του, ενώ υπάρχει διαχωρισμός σε επιμέρους πετρώματα. Δεν είναι ενιαίος αλλά διασπασμένος σε τεκτονικές πλάκες.
<u>Φύκη</u>	Υδρόβιοι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν.
<u>Φωτοσύνθεση</u>	Διαδικασία δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας και αξιοποίησή της για την παραγωγή υδατανθράκων και οξυγόνου από απλά ανόργανα μόρια, όπως νερό και διοξείδιο του άνθρακα.

Ημερομηνία τροποποίησης: 21/12/2011

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Τι σημαίνει ο όρος ροή ενέργειας;

Απάντηση

Οι οργανισμοί έχουν ανάγκη από ενέργεια για να καλύπτουν τις ανάγκες τους. Ροή ενέργειας σημαίνει διανομή της ενέργειας, που εισέρχεται στο οικοσύστημα, στους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Η διανομή αυτή γίνεται μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος.

Ερώτηση 2.

Πώς διακρίνονται οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών;

Απάντηση

Οι οργανισμοί έχουν ανάγκη από ενέργεια την οποία εξασφαλίζουν με την τροφή τους. Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών χαρακτηρίζονται ως ποιοτικές όταν μας ενδιαφέρει ποιο είδος τρώει ποιο και ως ποσοτικές όταν μας ενδιαφέρει η ποσότητα που τρώει.

Ερώτηση 3.

Τι είναι μια τροφική αλυσίδα; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της;

Απάντηση

Τροφική αλυσίδα αποτελεί η σχηματική απεικόνιση των ποιοτικών τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος με την κατασκευή μιας αλυσίδας της οποίας τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή. Μια τροφική αλυσίδα δεν μας δείχνει τις εναλλακτικές επιλογές που έχει ένας καταναλωτής όσον αφορά στην πρόληψη της τροφής του. Επίσης δεν μας δίνει τη σύσταση της βιοκοινότητας ενός οικοσυστήματος, αφού σε κάθε «κρίκο» υπάρχει μόνον ένας εκπρόσωπος.

Ερώτηση 4.

Τι είναι ένα τροφικό πλέγμα; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του;

Απάντηση

Τροφικό πλέγμα είναι ένα δίκτυο που απεικονίζει το σύνολο των ποιοτικών τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Οι σχέσεις αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχή και ανάλογα με το στάδιο του κύκλου ζωής των οργανισμών. Οι τροφικές αλυσίδες αποτελούν μέρος των πολύπλοκων τροφικών σχέσεων που παρουσιάζει ένα τροφικό πλέγμα. Το τροφικό πλέγμα αποτελεί πιο σύνθετη, πιο ρεαλιστική απεικόνιση των τροφικών σχέσεων, καθώς δηλώνονται οι διαφορετικές πηγές από τις οποίες τρέφεται κάθε οργανισμός σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.

Ερώτηση 5.

Τι πληροφορίες μπορούν να αντληθούν από τη μελέτη ενός τροφικού πλέγματος;

Απάντηση

Οι πληροφορίες που μπορούν να αντληθούν από τη μελέτη ενός τροφικού πλέγματος είναι: α) οι εναλλακτικές επιλογές τροφής που έχει ένας καταναλωτής, β) τα είδη των πληθυσμών που συνθέτουν τη βιοκοινότητα ενός οικοσυστήματος γ) οι μεταβολές που επιφέρει μια διαταραχή στους πληθυσμούς των διαφορετικών ειδών του οικοσυστήματος δηλαδή αύξηση ή μείωση ή εξαφάνιση.

Ερώτηση 6.

Τι είναι μια τροφική πυραμίδα;

Απάντηση

Τροφική πυραμίδα είναι η σχηματική απεικόνιση των ποσοτικών τροφικών σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Αποτελείται από τροφικά επίπεδα.

Ερώτηση 7.

Τι είναι τα τροφικά επίπεδα; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους;

Απάντηση

Τροφικά επίπεδα είναι τα επάλληλα ορθογώνια σε μια τροφική πυραμίδα, σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας τον «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Το εμβαδόν κάθε ορθογωνίου είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο.

Ερώτηση 8.

Πώς διακρίνονται τα τροφικά επίπεδα;

Απάντηση

Το πρώτο τροφικό επίπεδο που βρίσκεται στη βάση της τροφικής πυραμίδας είναι αυτό των παραγωγών του οικοσυστήματος. Το δεύτερο τροφικό επίπεδο είναι αυτό των καταναλωτών πρώτης τάξης δηλαδή των φυτοφάγων οργανισμών του οικοσυστήματος. Το τρίτο τροφικό επίπεδο είναι αυτό των καταναλωτών δεύτερης τάξης δηλαδή των σαρκοφάγων που τρέφονται με φυτοφάγα κ.ο.κ. Ο βαθμός του τροφικού επιπέδου είναι κατά έναν μεγαλύτερος από την τάξη του καταναλωτή.

Ερώτηση 9.

Πώς διακρίνονται οι τροφικές πυραμίδες με βάση την παράμετρο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή τους;

Απάντηση

Μια τροφική πυραμίδα που απεικονίζει τη μεταβολή της περιεχόμενης ενέργειας των οργανισμών από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο, χαρακτηρίζεται ως πυραμίδα ενέργειας.

Μια τροφική πυραμίδα που απεικονίζει τη μεταβολή της βιομάζας των οργανισμών από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο, χαρακτηρίζεται ως πυραμίδα βιομάζας.

Μια τροφική πυραμίδα που απεικονίζει τη μεταβολή του πληθυσμού - αριθμού των ατόμων από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο, χαρακτηρίζεται ως πυραμίδα πληθυσμού.

Ερώτηση 10.

Τι σημαίνει ο όρος βιομάζα;

Απάντηση

Βιομάζα είναι η ξηρή μάζα των οργανισμών ενός οικοσυστήματος ανά μονάδα επιφάνειας.

Ερώτηση 11.

Ποιο είναι το ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο; Ποιο είναι το ποσοστό της ενέργειας που χάνεται;

Απάντηση

Η ενέργεια με τη μορφή της χημικής ενέργειας που εμπεριέχεται στην τροφή των οργανισμών, μεταφέρεται από το κατώτερο τροφικό επίπεδο, αυτό των παραγωγών, στο ανώτερο. Έχει υπολογιστεί ότι μόνον το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται.

Ερώτηση 12.

Γιατί παρατηρείται πτωτική τάση της τάξης του 90% από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο σε μια πυραμίδα ενέργειας;

Απάντηση

Το 90% της ενέργειας που χάνεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο οφείλεται στο ότι:

- α) ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας όπως η θερμότητα.
- β) δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί, επομένως δεν μεταφέρεται όλη η ενέργεια του προηγούμενου επιπέδου στο επόμενο
- γ) ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν και η ενέργεια που περιέχουν καταλήγει στους αποικοδομητές και
- δ) ένα μέρος της οργανικής ύλης, αποβάλλεται με τα κόπρανα και τα ούρα (απεκκρίσεις) τα οποία αποικοδομούνται, επομένως και η περιεχόμενη σε αυτό ενέργεια, καταλήγει στους αποικοδομητές.

Ερώτηση 13.

Πως εξηγείται το γεγονός ότι η ίδια πτωτική τάση, της τάξης του 90% , που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας;

Απάντηση

Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση, της τάξης του 90% , που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας καθώς όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς να μειώνεται η βιομάζα του.

Ερώτηση 14.

Τι εννοούμε με τον όρο παρασιτικές σχέσεις; Δώστε ένα παράδειγμα.

Απάντηση

Παρασιτικές σχέσεις εννοούμε τις τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε έναν ξενιστή και σε έναν άλλο οργανισμό που ζει και πολλαπλασιάζεται μέσα ή πάνω σε αυτόν. Για παράδειγμα μια βελανιδιά φιλοξενεί κάμπιες σε κάθε μια από τις οποίες παρασιτούν πρωτόζωα.

Ερώτηση 15.

Τι μορφή εμφανίζουν οι τροφικές πυραμίδες πληθυσμού;

Απάντηση

Οι τροφικές πυραμίδες πληθυσμού με βάση τη μορφή τους μπορεί να είναι κανονικές ή ανεστραμμένες. Στις κανονικές πυραμίδες κάθε τροφικό επίπεδο είναι μικρότερο πάντα από το προηγούμενό του. Δηλαδή παρουσιάζουν μια πτωτική τάση από τροφικό επίπεδο σε τροφικό επίπεδο, καθώς στενεύουν προς την κορυφή της πυραμίδας. Όταν σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις τότε έχουμε ανεστραμμένες πυραμίδες. Στις ανεστραμμένες πυραμίδες κάθε τροφικό επίπεδο είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενό του. Ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται όλο και μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων. Αυτό συμβαίνει γιατί το μέγεθος (βιομάζα) του παράσιτου είναι πολύ μικρότερο από το μέγεθος του ξενιστή του (π.χ. κάμπια- βελανιδιά).

Ερώτηση 16.

Ποιες είναι οι δυσκολίες που συναντώνται στην κατάταξη των οργανισμών σε τροφικά επίπεδα;

Απάντηση

Η κατάταξη των καταναλωτών στα τροφικά επίπεδα δεν είναι πάντοτε εύκολη, επειδή:

- α) υπάρχουν οργανισμοί που είναι ταυτόχρονα φυτοφάγοι και σαρκοφάγοι όπως για παράδειγμα ο άνθρωπος.
- β) υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να αλλάζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την εποχή όπως η αλεπού.
- γ) οι διατροφικές προτιμήσεις κάποιων οργανισμών αλλάζουν ανάλογα με το στάδιο της ζωής τους. Για παράδειγμα, ο βάτραχος στο στάδιο του γυρίνου είναι φυτοφάγος, ενώ, όταν μεταμορφωθεί σε ώριμο βάτραχο, γίνεται εντομοφάγος.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ερώτηση 1.

Εκφώνηση

Έστω ότι σε ένα οικοσύστημα ισχύει η τροφική αλυσίδα: γρασίδι -> ακρίδες -> σκαντζόχοιροι -> φίδια -> γεράκια.

α. Δεδομένου ότι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου και ότι η βιομάζα των καταναλωτών δεύτερης τάξης είναι $2 \cdot 10^2$ κιλά, να υπολογίσετε τη βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων.

β. Πόσα γεράκια περιλαμβάνει το οικοσύστημα, αν η μέση βιομάζα ενός γερακιού είναι 0,5 κιλά;

Απάντηση

α. Οι οργανισμοί κατατάσσονται σε τροφικά επίπεδα ανάλογα με «τον αριθμό των βημάτων» που απέχουν από τον ήλιο.

Το πρώτο τροφικό επίπεδο κάθε τροφικής πυραμίδας είναι αυτό των παραγωγών, το δεύτερο είναι αυτό των καταναλωτών πρώτης τάξης, το τρίτο είναι αυτό των καταναλωτών δεύτερης τάξης κ.ο.κ.

Παραγωγός του οικοσυστήματος είναι το γρασίδι. Καταναλωτές πρώτης τάξης (φυτοφάγοι οργανισμοί) είναι οι ακρίδες. Καταναλωτές δεύτερης τάξης (σαρκοφάγα που τρέφονται με φυτοφάγα) στο οικοσύστημα είναι οι σκαντζόχοιροι (τρέφονται με ακρίδες που με τη σειρά τους τρέφονται με γρασίδι). Καταναλωτές τρίτης τάξης τα φίδια που τρέφονται με σκαντζόχοιρους και καταναλωτές τέταρτης τάξης τα γεράκια που τρέφονται με φίδια.

Η ενέργεια «ρέει» μέσω της τροφής από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο. Έχει όμως υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) εμφανίζεται και στη βιομάζα, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του.

Γνωρίζουμε ότι η βιομάζα των καταναλωτών Β' τάξης (δηλαδή η βιομάζα του 3ου τροφικού επιπέδου) είναι $2 \cdot 10^2$ κιλά. Εάν Α είναι η βιομάζα του πρώτου τροφικού επιπέδου (γρασίδι), Β η βιομάζα του δεύτερου (ακρίδες), Γ η βιομάζα του τρίτου επιπέδου (σκαντζόχοιροι), Δ η βιομάζα του τέταρτου (φίδια) και Ε η βιομάζα του πέμπτου τροφικού επιπέδου (γεράκια) ισχύει:

$$\Delta = (10/100) \cdot \Gamma = (10/100) \cdot 2 \cdot 10^2 = 2 \cdot 10 \text{ κιλά}$$

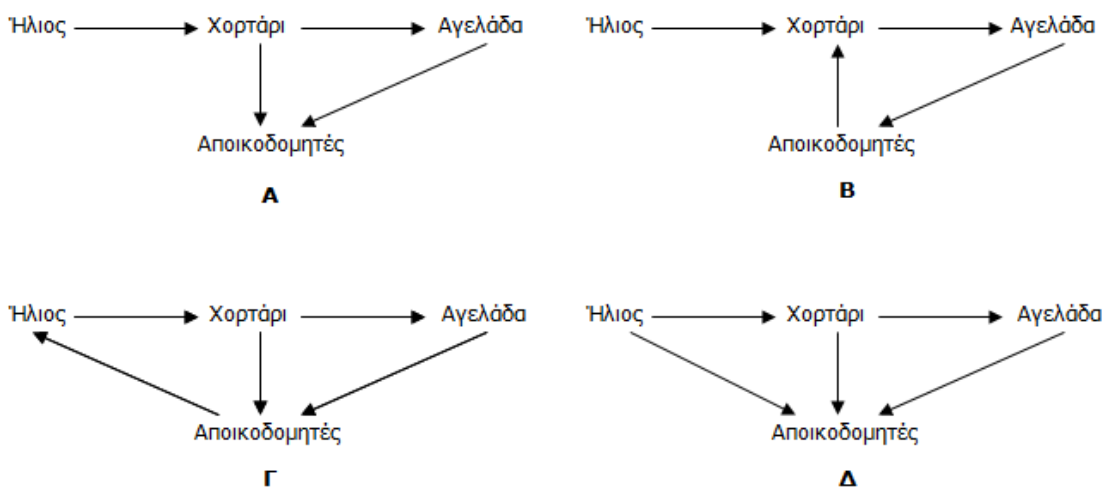
$$Ε = (10/100) \cdot \Delta = (10/100) \cdot 2 \cdot 10 = 2 \text{ κιλά}$$

$$\Gamma = (10/100) \cdot Β \text{ επομένως } Β = (100/10) \cdot \Gamma = 10 \cdot 2 \cdot 10^2 = 2 \cdot 10^3 \text{ κιλά}$$

$$Β = (10/100) \cdot Α \text{ επομένως } Α = (100/10) \cdot Β = 10 \cdot 2 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^4 \text{ κιλά}$$

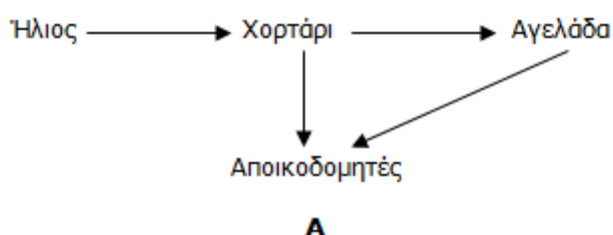
Ερώτηση 2.

Τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας σε χερσαίο οικοσύστημα. Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν είναι σωστό; Να εντοπίσετε το λάθος στα υπόλοιπα διαγράμματα και να το σχολιάσετε.

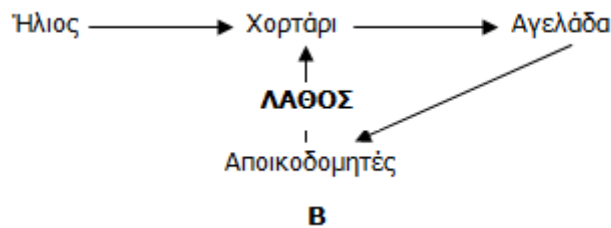


Απάντηση

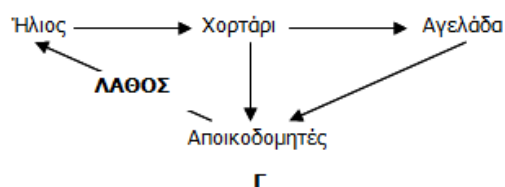
A. Το χορτάρι (παραγωγός) δεσμεύει ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποθηκεύει, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, σε χημικά μόρια (χημική ενέργεια). Η ενέργεια αυτή μπορεί, μέσω της κυτταρικής αναπνοής να απελευθερωθεί καλύπτοντας τις ανάγκες των παραγωγών. Μέρος της ενέργειας αυτής περνάει με τη μορφή χημικής ενέργειας που περιέχεται στην τροφή από το κατώτερο τροφικό επίπεδο (χορτάρι) στο ανώτερο (αγελάδα). Οι αποικοδομητές τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών) φυτικής ή ζωικής προέλευσης, δέχονται επομένως ενέργεια τόσο από το χορτάρι όσο και από την αγελάδα. Επομένως το διάγραμμα A είναι σωστό.



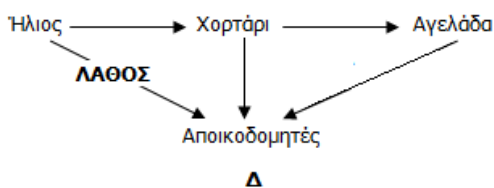
B. Οι αποικοδομητές τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη που προέρχεται τόσο από τα φυτά όσο και από τα ζώα, μετατρέποντας την οργανική ύλη σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς. Επομένως οι αποικοδομητές παρέχουν στους παραγωγούς του οικοσυστήματος μόνο υλικά που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία τους και όχι ενέργεια (όπως φαίνεται στο σχήμα B).



Γ. Η ενέργεια δεν ανακυκλώνεται στα οικοσυστήματα. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας «χάνεται», ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα). Για το λόγο αυτό τα οικοσυστήματα απαιτούν, για τη διατήρησή τους και τη λειτουργία τους, συνεχή προσφορά ενέργειας. Η ενέργεια στα αυτότροφα οικοσυστήματα εισάγεται με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας και διανέμεται στους οργανισμούς μέσω των τροφικών σχέσεων. Οι αποικοδομητές φυσικά δεν τροφοδοτούν με ενέργεια τον ήλιο!

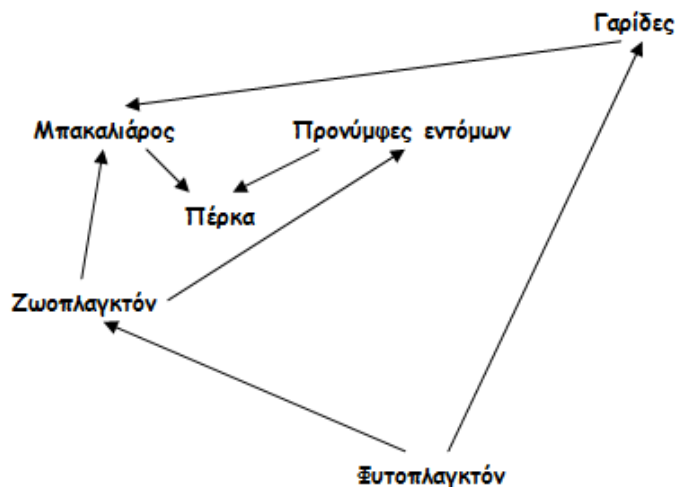


Δ. Μόνο το χορτάρι (παραγωγός) μπορεί να δεσμεύει ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποθηκεύει, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, σε χημικά μόρια (χημική ενέργεια). Οι αποικοδομητές τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη, φυτικής ή ζωικής προέλευσης, και δε φωτοσυνθέτουν, δε δεσμεύουν ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία.



Ερώτηση 3.

Το διάγραμμα που ακολουθεί περιγράφει τις τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών ενός υδάτινου οικοσυστήματος:



- Ποιοι οργανισμοί εισάγουν ενέργεια στο οικοσύστημα αυτό συνθέτοντας οργανικές ενώσεις;
- Πόσα τροφικά επίπεδα καταναλωτών υπάρχουν στο οικοσύστημα;
- Ποιοι είναι οι οργανισμοί του δεύτερου τροφικού επιπέδου;
- Ποιους πληθυσμούς θα επηρεάσει άμεσα η ξαφνική αύξηση του πληθυσμού της γαρίδας και με ποιον τρόπο;
- Εκτός από τις κατηγορίες οργανισμών που αναφέρονται, ποια επιπλέον κατηγορία οργανισμών είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία και τη διατήρηση του οικοσυστήματος αυτού;

Απάντηση

α. Τα βέλη σε ένα τροφικό πλέγμα δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου-καταναλωτή. Επομένως παραγωγοί του οικοσυστήματος είναι αυτοί στους οποίους δεν καταλήγουν βέλη (παράγουν μόνοι τους τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους) και από τους οποίους ξεκινάνε βέλη προς άλλους πληθυσμούς (οι οποίοι παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών). Στο συγκεκριμένο οικοσύστημα παραγωγός είναι το φυτοπλαγκτόν.

β. Προκειμένου να κατατάξουμε τους οργανισμούς σε τροφικά επίπεδα, θα καταγράψουμε τις τροφικές αλυσίδες που περιλαμβάνονται στο τροφικό πλέγμα και στη συνέχεια ανάλογα με θέση των οργανισμών σε αυτές θα τους κατατάξουμε σε τροφικά επίπεδα.

Τροφικές αλυσίδες:

Παραγωγοί	Καταναλωτές 1ης τάξης	Καταναλωτές 2ης τάξης	Καταναλωτές 3ης τάξης
Φυτοπλαγκτόν	Ζωοπλαγκτόν	Μπακαλιάρος	Πέρκα
Φυτοπλαγκτόν	Ζωοπλαγκτόν	Προνύμφες εντόμων	Πέρκα
Φυτοπλαγκτόν	Γαρίδες	Μπακαλιάρος	Πέρκα

Επομένως υπάρχουν τρία τροφικά επίπεδα καταναλωτών

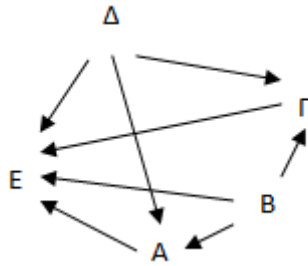
γ. Οι οργανισμοί του δεύτερου τροφικού επιπέδου είναι το ζωοπλαγκτόν και οι γαρίδες που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν.

δ. Άμεσα θα επηρεαστεί ο πληθυσμός του φυτοπλαγκτού ο οποίος θα μειωθεί καθώς οι περισσότερες γαρίδες θα καταναλώνουν περισσότερο φυτοπλαγκτόν, το οποίο αποτελεί την τροφή τους. Επίσης άμεσα θα επηρεαστεί και ο πληθυσμός του μπακαλιάρου ο οποίος μετά την αύξηση του πληθυσμού των γαρίδων θα έχει στη διάθεσή του περισσότερη τροφή.

ε. Εκτός από τους παραγωγούς και καταναλωτές απαραίτητοι είναι και οι αποικοδομητές. Όσο αναγκαία είναι η τροφοδότηση ενός οικοσυστήματος με ενέργεια και η διανομή της στους οργανισμούς του, ώστε να καλύπτουν αυτοί τις ανάγκες τους, εξίσου απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων είναι και η ανακύκλωση των διάφορων χημικών στοιχείων, ώστε να είναι αυτά συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος.

Ερώτηση 4.

Το διάγραμμα που ακολουθεί (και στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι κατηγορίες οργανισμών: παραγωγοί, καταναλωτές και αποικοδομητές) περιγράφει τη ροή ενέργειας σε ένα οικοσύστημα. Ποιοι από τους πληθυσμούς Α, Β, Γ, Δ, Ε είναι οι αποικοδομητές του οικοσυστήματος;



Απάντηση

Οι αποικοδομητές τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών) φυτικής ή ζωικής προέλευσης, δέχονται επομένως ενέργεια από όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Ταυτόχρονα δεν τροφοδοτούν με ενέργεια άλλους οργανισμούς. Καθώς τα βέλη δείχνουν την πορεία της ενέργειας, μέσω της τροφής, στα οικοσυστήματα, οι αποικοδομητές θα είναι εκείνοι οι οργανισμοί στους οποίους καταλήγουν βέλη χωρίς όμως να ξεκινούν από αυτούς βέλη. Στο διάγραμμα οι οργανισμοί αυτοί είναι οι Ε.

Ερώτηση 5.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει στοιχεία που συγκεντρώθηκαν κατά τη μελέτη ενός οικοσυστήματος. Το τροφικό πλέγμα αφορά το ίδιο οικοσύστημα.

Είδος οργανισμούΑριθμός ατόμων

Χορτάρι: 1.000.000

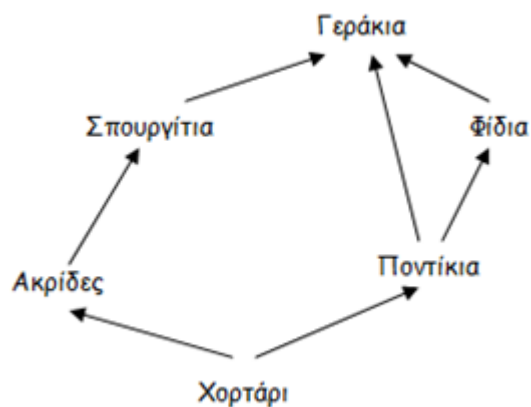
Ακρίδες: 100.000

Ποντίκια: 100

Φίδια: 15

Σπουργίτια: 100

Γεράκια: 4



- Πόσοι και ποιοι πληθυσμοί αποτελούν τη βιοκοινότητα του οικοσυστήματος;
- Ποια είναι η αρχική πηγή της ενέργειας που μέσω της τροφής καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες των οργανισμών του οικοσυστήματος;
- Ποιος οργανισμός συμπεριφέρεται άλλοτε ως καταναλωτής 2ης και άλλοτε ως καταναλωτής 3ης τάξης; Ποια είναι η τροφή του σε κάθε περίπτωση;
- Να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα πληθυσμών του οικοσυστήματος.
- Ποια συνέπεια θα είχε στον πληθυσμό των σπουργιτιών η εξαφάνιση των ακρίδων; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- Ποια συνέπεια θα είχε στον πληθυσμό των γερακιών η εξαφάνιση των φιδιών; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

α. Την βιοκοινότητα του συγκεκριμένου οικοσυστήματος την αποτελούν οι πληθυσμοί του χορταριού, των ακρίδων, των ποντικών, των φιδιών, των σπουργιτιών και των γεράκιων. Δηλαδή συνολικά έξι πληθυσμοί.

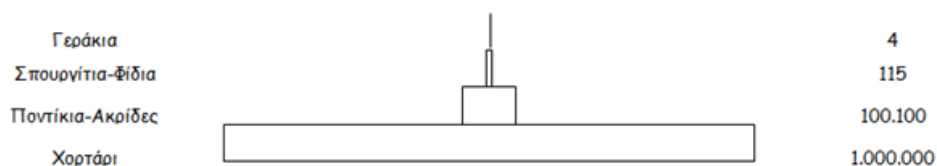
β. Αρχική πηγή ενέργειας για το οικοσύστημα είναι ο ήλιος.

γ. Οι τροφικές αλυσίδες που υπάρχουν στο οικοσύστημα είναι:

1. Χορτάρι -> Ακρίδες -> Σπουργίτια -> Γεράκια
2. Χορτάρι -> Ποντίκια -> Γεράκια
3. Χορτάρι -> Ποντίκια -> Φίδια -> Γεράκια

Παρατηρώντας τις τροφικές αλυσίδες διαπιστώνουμε ότι οι οργανισμοί που άλλοτε συμπεριφέρονται ως καταναλωτές 2ης και άλλοτε ως καταναλωτές 3ης τάξης είναι τα γεράκια. Τα γεράκια στη δεύτερη τροφική αλυσίδα συμπεριφέρονται ως καταναλωτές 2ης τάξης καθώς τρέφονται με ποντίκια. Όμως στην πρώτη και την τρίτη τροφική αλυσίδα συμπεριφέρονται ως καταναλωτές 3ης τάξης τρώγοντας σπουργίτια και φίδια αντίστοιχα.

δ. Μια τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια), σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Οι τροφικές πυραμίδες πληθυσμού απεικονίζουν τη μεταβολή του πληθυσμού από το ένα τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος στο άλλο. Σε κάθε τροφικό επίπεδο περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Η δυσκολία που υπάρχει στην κατάταξη των οργανισμών του συγκεκριμένου οικοσυστήματος σε τροφικά επίπεδα, εντοπίζεται στο γεράκι που μπορεί να καταταχθεί τόσο στο τρίτο όσο και στο τέταρτο τροφικό επίπεδο. Στην περίπτωση αυτή επιλέγουμε να το κατατάσσουμε στο ανώτερο επίπεδο που μπορεί να καταταχθεί δηλαδή στο τέταρτο τροφικό επίπεδο, (ακολουθώντας το παράδειγμα του σχολικού βιβλίου, στο τροφικό πλέγμα της εικόνας 2.6 στη σελίδα 75, όπου το φίδι του τροφικού πλέγματος κατατάσσεται στο επίπεδο των κορυφαίων καταναλωτών καθώς έχει το ίδιο χρώμα με την κουκουβάγια). Επομένως στο πρώτο τροφικό επίπεδο κατατάσσεται το χορτάρι, στο δεύτερο οι ακρίδες και τα ποντίκια, στο τρίτο τα φίδια και τα σπουργίτια και τα γεράκια στο επίπεδο των κορυφαίων καταναλωτών. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα η μορφή της τροφικής πυραμίδας πληθυσμού θα είναι:



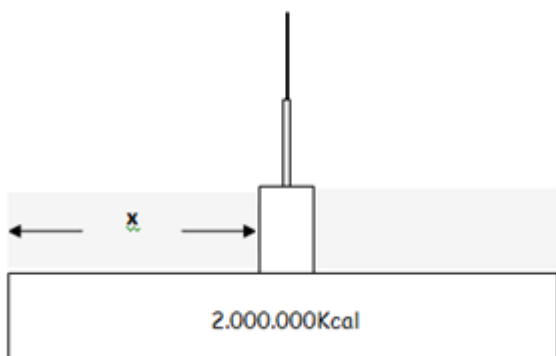
ε. Διαπιστώνουμε παρατηρώντας το τροφικό πλέγμα του οικοσυστήματος ότι μοναδική πηγή ενέργειας (τροφή) για τα σπουργίτια αποτελούν οι ακρίδες. Αν εξαφανιστούν

επομένως οι ακρίδες, τα σπουργίτια δεν θα έχουν στη διάθεσή τους τροφή και επομένως θα εξαφανίζονταν και αυτά (μετανάστευση, θάνατος).

στ. Η εξαφάνιση των φιδιών μπορεί να προκαλέσει μείωση του πληθυσμού των γερακιών. Παρατηρούμε όμως ότι τα γεράκια έχουν εναλλακτικές τροφικές επιλογές (εκτός από φίδια τρέφονται με σπουργίτια και ποντίκια). Η εξαφάνιση λοιπόν των φιδιών θα έχει μικρότερες συνέπειες στον πληθυσμό των γερακιών από την επίδραση που θα έχει η εξαφάνιση των ακρίδων για τα σπουργίτια.

Ερώτηση 6.

Να απαντήσετε στις ερωτήσεις χρησιμοποιώντας στοιχεία που δίνονται από το σχήμα που ακολουθεί:



- Να υπολογίσετε την ενέργεια κάθε τροφικού επιπέδου.
- Πόση ενέργεια είναι αποθηκευμένη στους καταναλωτές Β΄ τάξης;
- Εξηγήστε γιατί μόνο ένα ποσοστό της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο.
- Τι αντιπροσωπεύει το X στην τροφική πυραμίδα του σχήματος;

Απάντηση

α. Το σχήμα παρουσιάζει την τροφική πυραμίδα ενέργειας ενός οικοσυστήματος. Η ενέργεια που εμπεριέχεται στο 1ο τροφικό επίπεδο είναι 2.000.000 Kcal. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται.

Επομένως η ενέργεια του 2ου τροφικού επιπέδου θα είναι $(10/100) \cdot 2.000.000 \text{ Kcal} = 200.000 \text{ Kcal}$, 3ου τροφικού επιπέδου $(10/100) \cdot 200.000 \text{ Kcal} = 20.000 \text{ Kcal}$ και του 4ου τροφικού επιπέδου $(10/100) \cdot 20.000 \text{ Kcal} = 2.000 \text{ Kcal}$.

β. Οι καταναλωτές Β΄ τάξης αποτελούν το 3ο τροφικό επίπεδο και σύμφωνα με τους προηγούμενους υπολογισμούς η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σε αυτούς είναι 20.000 Kcal.

γ. Οι «απώλειες» ενέργειας κατά τη μεταφορά της κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων έχει υπολογιστεί ότι είναι της τάξης του 90%. Αυτό οφείλεται στο ότι:

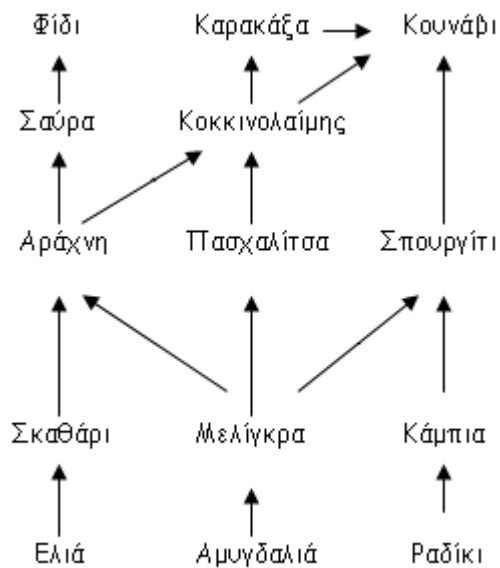
- Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).
- Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
- Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.

- Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα, τα οποία αποικοδομούνται.

δ. Το x αντιπροσωπεύει απώλειες κατά τη μεταφορά της ενέργειας από το κατώτερο προς το ανώτερο τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος και στο συγκεκριμένο διάγραμμα αντιστοιχεί σε 900.000 Kcal. Οι «απώλειες» ενέργειας από το 1ο προς το 2ο τροφικό επίπεδο φαίνεται ότι είναι 1.800.000 Kcal και επομένως το $x = 1.800.000/2 \text{ Kcal} = 900.000 \text{ Kcal}$.

Ερώτηση 7.

Το τροφικό πλέγμα που ακολουθεί αφορά ένα αγροτικό οικοσύστημα:



- Ποιες τροφικές αλυσίδες υπάρχουν στο οικοσύστημα;
- Ποιες πληροφορίες μας δίνει το βέλος που ξεκινάει από την πασχαλίτσα και καταλήγει στον κοκκινολαίμη;
- Σε ποιες τροφικές αλυσίδες το κουνάβι συμπεριφέρεται ως κορυφαίος καταναλωτής;
- Μέσω ποιων οργανισμών μεταφέρεται στην αράχνη ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο;
- Αν ο αγρότης ξεριζώσει τις ελιές και τις αμυγδαλιές του, ποιοι οργανισμοί θα εξαφανιστούν και γιατί;

Απάντηση

Οι τροφικές αλυσίδες του οικοσυστήματος είναι:

- | | | | | | | |
|----|-----------|----------|--------|---------------|----------|---------|
| 1. | Ελιά | Σκαθάρι | Αράχνη | Σαύρα | Φίδι | |
| 2. | Ελιά | Σκαθάρι | Αράχνη | Κοκκινολαίμης | Καρακάξα | Κουνάβι |
| 3. | Ελιά | Σκαθάρι | Αράχνη | Κοκκινολαίμης | Κουνάβι | |
| 4. | Αμυγδαλιά | Μελίγκρα | Αράχνη | Σαύρα | Φίδι | |
| 5. | Αμυγδαλιά | Μελίγκρα | Αράχνη | Κοκκινολαίμης | Καρακάξα | Κουνάβι |

6.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Αράχνη	Κοκκινολαίμης	Κουνάβι
7.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Πασχαλίτσα	Κοκκινολαίμης	Καρακάξα Κουνάβι
8.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Πασχαλίτσα	Κοκκινολαίμης	Κουνάβι
9.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Σπουργίτι	Κουνάβι	
10.	Ραδίκι	Κάμπια	Σπουργίτι	Κουνάβι	

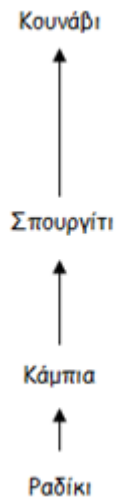
β. Σε μία τροφική αλυσίδα ή σε ένα τροφικό πλέγμα τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή. Επομένως το βέλος που ξεκινάει από την πασχαλίτσα και καταλήγει στον κοκκινολαίμη δείχνει ότι ο κοκκινολαίμης δέχεται ενέργεια από την πασχαλίτσα ή αλλιώς ότι ο κοκκινολαίμης τρέφεται με πασχαλίτσες.

γ. Κορυφαίοι καταναλωτές σε ένα οικοσύστημα είναι αυτοί που δεν καταναλώνονται από άλλον καταναλωτή. Το κουνάβι συμπεριφέρεται ως κορυφαίος καταναλωτής στις τροφικές αλυσίδες:

1.	Ελιά	Σκαθάρι	Αράχνη	Κοκκινολαίμης	Καρακάξα	Κουνάβι
2.	Ελιά	Σκαθάρι	Αράχνη	Κοκκινολαίμης	Κουνάβι	
3.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Αράχνη	Κοκκινολαίμης	Καρακάξα	Κουνάβι
4.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Αράχνη	Κοκκινολαίμης	Κουνάβι	
5.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Πασχαλίτσα	Κοκκινολαίμης	Καρακάξα	Κουνάβι
6.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Πασχαλίτσα	Κοκκινολαίμης	Κουνάβι	
7.	Αμυγδαλιά	Μελίγκρα	Σπουργίτι	Κουνάβι		
8.	Ραδίκι	Κάμπια	Σπουργίτι	Κουνάβι		

δ. Το σκαθάρι και η μελίγκρα (με τα οποία τρέφεται η αράχνη) δέχθηκαν ενέργεια μέσω της τροφής τους από την ελιά και την αμυγδαλιά αντίστοιχα, που αποτελούν τους παραγωγούς του οικοσυστήματος, δηλαδή τους οργανισμούς που δέσμευσαν σε χημικές ουσίες, μέσω της φωτοσύνθεσης, ενέργεια από τον ήλιο.

ε. Οι τροφικές σχέσεις των οργανισμών του οικοσυστήματος, μετά την εξαφάνιση της ελιάς και της αμυγδαλιάς περιγράφονται από την τροφική αλυσίδα:



Το ξερίζωμα της ελιάς και της αμυγδαλιάς θα προκαλέσει εξαφάνιση του σκαθαριού και της μελίγκρας που αντλούν την τροφή τους μόνο από τα αντίστοιχα δέντρα. Αυτό θα προκαλέσει εξαφάνιση της πασχαλίτσας η οποία τρέφεται αποκλειστικά με τη μελίγκρα αλλά και της αράχνης που τρέφεται με σκαθάρια και μελίγκρες. Θα προκαλέσει επίσης εξαφάνιση της σαύρας που τρέφεται μόνο με αράχνες, του κοκκινολαίμη που τρέφεται με πασχαλίτσες και αράχνες και τέλος εξαφάνιση των φιδιών και της καρακάζας που τρέφονται με σαύρες και κοκκινολαίμηδες αντίστοιχα.

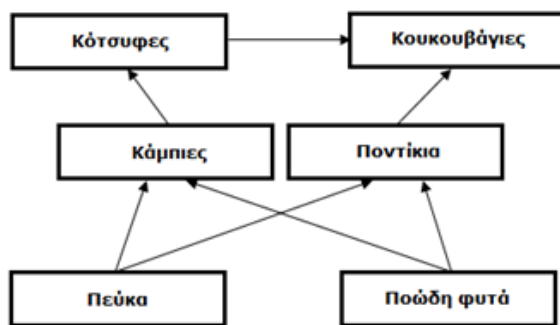
Ερώτηση 8.

Να σχεδιάσετε το τροφικό πλέγμα οικοσυστήματος του οποίου η βιοκοινότητα περιλαμβάνει τους ακόλουθους οργανισμούς:

- α. Πεύκα και ποώδη φυτά.
- β. Κάμπιες και ποντίκια που είναι φυτοφάγοι οργανισμοί.
- γ. Κότсуφες που τρέφονται αποκλειστικά με κάμπιες.
- δ. Κουκουβάγιες που τρέφονται με κότсуφες και ποντίκια.

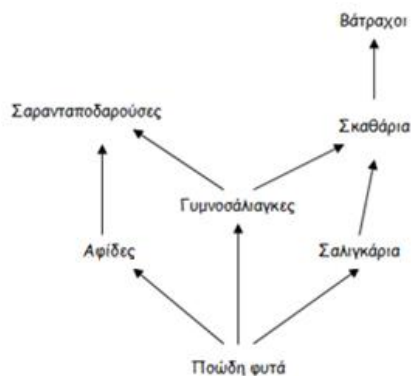
Απάντηση

Το τροφικό πλέγμα απεικονίζει το σύνολο των τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Σε μία τροφική αλυσίδα ή σε ένα τροφικό πλέγμα τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή. Σύμφωνα με τα δεδομένα της άσκησης το τροφικό πλέγμα του οικοσυστήματος θα έχει τη μορφή:



Ερώτηση 9.

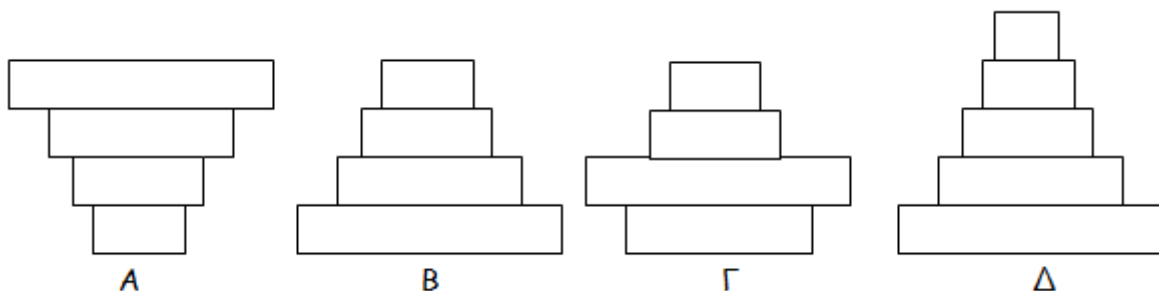
Χρησιμοποιώντας στοιχεία από το τροφικό πλέγμα που ακολουθεί και τον αντίστοιχο πίνακα:



Είδος	Μέγεθος πληθυσμού
Ποώδη φυτά	Εκατοντάδες
Αφίδες	Χιλιάδες
Σαλιγκάρια	80
Σκαθάρια	10
Γυμνοσάλιαγκες	30
Σαρανταποδαρούσες	20
Βάτραχοι	6

α. Να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα πληθυσμών των οργανισμών του οικοσυστήματος.

β. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες επιλογές τη μορφή που θα έχει η πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος; Να εξηγήσετε την επιλογή σας.



γ. Εάν η ενέργεια που εμπεριέχεται στους βάτραχους είναι 20 KJ να υπολογίσετε την ενέργεια που εμπεριέχεται στα ποώδη φυτά του οικοσυστήματος.

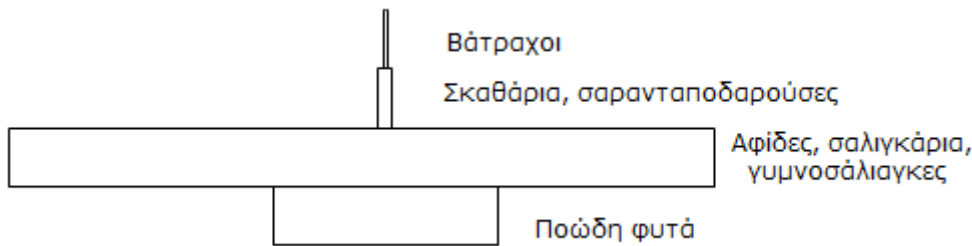
Απάντηση

α. Οι τροφικές αλυσίδες είναι:

1. Ποώδη φυτά -> Αφίδες -> Σαρανταποδαρούσες
2. Ποώδη φυτά -> Γυμνοσάλιαγκες -> Σαρανταποδαρούσες
3. Ποώδη φυτά -> Γυμνοσάλιαγκες -> Σκαθάρια -> Βάτραχοι
4. Ποώδη φυτά -> Σαλιγκάρια -> Σκαθάρια -> Βάτραχοι

Στο 1ο τροφικό επίπεδο κατατάσσονται τα ποώδη φυτά, στο 2ο οι αφίδες, οι γυμνοσάλιαγκες και τα σαλιγκάρια. Στο 3ο τροφικό επίπεδο ανήκουν οι σαρανταποδαρούσες και τα σκαθάρια ενώ στο 4ο τροφικό επίπεδο οι βάτραχοι.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα η τροφική πυραμίδα πληθυσμών θα έχει τη μορφή:



β. Οι οργανισμοί του οικοσυστήματος κατατάσσονται σε τέσσερα τροφικά επίπεδα, επομένως η πυραμίδα Δ δεν μπορεί να απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του οικοσυστήματος. Δεδομένου ότι η ενέργεια εισάγεται στο οικοσύστημα από τους οργανισμούς του 1ου τροφικού επιπέδου και από αυτό, μεταφέρεται μέσω των τροφικών σχέσεων των οργανισμών στα ανώτερα τροφικά επίπεδα (με απώλειες της τάξης του 90% περίπου σε κάθε μεταφορά) θα πρέπει η ενέργεια του 1ου τροφικού επιπέδου να είναι η μεγαλύτερη, αμέσως μικρότερη η ενέργεια του 2ου τροφικού επιπέδου, να ακολουθεί η ενέργεια του 3ου επιπέδου και στο 4ο τροφικό επίπεδο να περικλείεται ένα μικρό μόνο μέρος της ενέργειας που εισήχθη αρχικά. Συνεπώς η πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος θα έχει τη μορφή της πυραμίδας Β.

γ. Η ενέργεια που εμπεριέχεται στους βατράχους είναι 20 KJ και δεδομένου ότι μόνο το 10% της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο επίπεδο μπορεί να υπολογιστεί η ενέργεια στα υπόλοιπα τροφικά επίπεδα. Οι «απώλειες» ενέργειας κατά τη μεταφορά της κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων οφείλονται στο ότι:

- Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).
- Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
- Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.
- Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα, τα οποία αποικοδομούνται.

Επομένως όταν η ενέργεια του 4ου τροφικού επιπέδου (Βάτραχοι) είναι 20 KJ η ενέργεια του 3ου τροφικού επιπέδου θα είναι 200KJ (τα 20KJ αποτελούν το 10% της ενέργειας του προηγούμενου τροφικού επιπέδου: $E_{4ου\ επιπέδου} = 10/100 \cdot E_{3ου\ επιπέδου}$ και $E_{3ου\ επιπέδου} = 100/10 \cdot E_{4ου\ επιπέδου}$). Η ενέργεια δηλαδή του 2ου επιπέδου θα είναι 2.000 KJ και του 1ου 20.000 KJ.

Ερώτηση 10.

Οι παραγωγοί ενός οικοσυστήματος δέχονται ανά έτος $5 \cdot 10^6 \text{ kJ/m}^2$ και από αυτή δεσμεύουν, μέσω της φωτοσύνθεσης ενέργεια $6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$. Από την ενέργεια που δεσμεύσαν χρησιμοποιούνται $5 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$ για την ανάπτυξή τους.

α. Τι ποσοστό της ενέργειας που δέχονται τα φυτά από τον ήλιο το δεσμεύουν με τη φωτοσύνθεση;

β. Να υπολογίσετε την ενέργεια που οι παραγωγοί του οικοσυστήματος επιστρέφουν στο περιβάλλον μέσω της κυτταρικής τους αναπνοής.

γ. Εάν το οικοσύστημα διαθέτει τρία επίπεδα καταναλωτών και οι οργανισμοί ενός τροφικού επιπέδου δέχονται τροφή μόνο από το προηγούμενο επίπεδο, να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος.

Απάντηση

α. Οι παραγωγοί δέχονται συνολικά $5 \cdot 10^6 \text{ kJ/m}^2$ και δεσμεύουν μέσω της φωτοσύνθεσης $6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$. Άρα γνωρίζουμε ότι τα $5 \cdot 10^6 \text{ kJ/m}^2$ αποτελούν το 100% της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται οι παραγωγοί και θέλουμε να βρούμε ποιο είναι το ποσοστό της ενέργειας που δεσμεύεται για τη φωτοσύνθεση.

$$\frac{5 \cdot 10^6 \text{ kJ/m}^2}{6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2} = \frac{100}{x_1} \text{ και } \frac{100 \cdot 6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2}{5 \cdot 10^6 \text{ kJ/m}^2} = 0,012 \text{ ή } 1,2\%.$$

Τα φυτά επομένως μπορούν να δεσμεύσουν μόνο ένα μικρό ποσοστό της ενέργειας που δέχονται από τον ήλιο.

β. Από τα $6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$ που δεσμεύουν μέσω της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιούν για την ανάπτυξη τους $5 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$ ενώ την υπόλοιπη ενέργεια την απελευθερώνουν στο περιβάλλον μέσω κυτταρικής αναπνοής (τη χρησιμοποιούν για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών). Επομένως επιστρέφουν στο περιβάλλον $6 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2 - 5 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2 = 100 \text{ kJ/m}^2$.

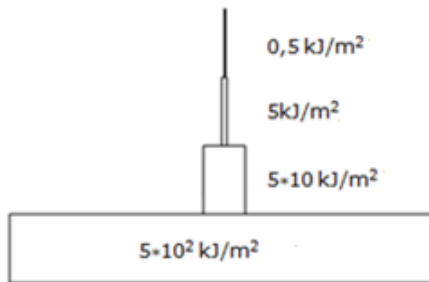
γ. Η ενέργεια του 1ου τροφικού επιπέδου (που είναι διαθέσιμη στους οργανισμούς του 2ου επιπέδου) είναι $5 \cdot 10^2 \text{ kJ/m}^2$. Γνωρίζουμε ότι μόνο το 10% της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο επίπεδο καθώς υπάρχουν «απώλειες» ενέργειας κατά τη μεταφορά της κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων επειδή:

- Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).
- Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
- Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.

- Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα, τα οποία αποικοδομούνται.

Η ενέργεια του 2ου τροφικού επιπέδου του οικοσυστήματος θα είναι επομένως $E_2 = 5 \cdot 10^2 \text{ kJ} / \text{m}^2 \cdot 10 / 100 = 5 \cdot 10 \text{ kJ} / \text{m}^2$, του 3ου τροφικού επιπέδου $E_3 = 5 \cdot 10 \text{ kJ} / \text{m}^2 \cdot 10 / 100 = 5 \text{ kJ} / \text{m}^2$ και του 4ου επιπέδου

$$E_4 = 5 \cdot 10^2 \text{ kJ} / \text{m}^2 \cdot 10 / 100 = 0,5 \cdot 10 \text{ kJ} / \text{m}^2 .$$



Ερώτηση 11.

Ένας πληθυσμός ανθρώπων τρέφεται κατά 50% σαν καταναλωτής πρώτης τάξης και κατά 50% σαν καταναλωτής δεύτερης τάξης (τρώει ίδια ποσότητα τροφής φυτικής και ζωικής προέλευσης). Ένας άλλος είναι αποκλειστικά καταναλωτής δεύτερης τάξης, ενώ άλλος αποκλειστικά καταναλωτής πρώτης τάξης. Αν η βιομάζα του ανθρώπινου πληθυσμού είναι 8.000 κιλά και στις τρεις περιπτώσεις, να βρεθεί σε κάθε περίπτωση η βιομάζα των παραγωγών.

Απάντηση

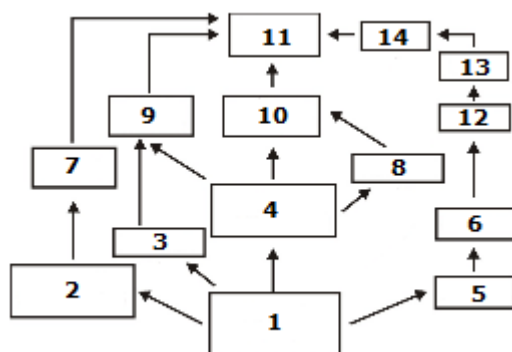
α. Στην περίπτωση του πληθυσμού των ανθρώπων που τρέφεται κατά 50% σαν καταναλωτής πρώτης τάξης και κατά 50% σαν καταναλωτής δεύτερης τάξης, τα 4.000 κιλά της συνολικής βιομάζας των 8.000 κιλών προέρχονται από την κατανάλωση τροφής φυτικής προέλευσης. Δεδομένου ότι μόνο το 10% της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο, για την απόκτηση αυτής της βιομάζας οι άνθρωποι θα κατανάλωσαν 40.000 κιλά παραγωγών ($4.000 = E_{\pi 1} \cdot 10/100$ και $E_{\pi 1} = 40.000$ κιλά). Τα υπόλοιπα 4.000 κιλά του ίδιου πληθυσμού προέρχονται από την κατανάλωση φυτοφάγων ζώων βιομάζας ($4.000 = E_{\varphi} \cdot 10/100$ και $E_{\varphi} = 40.000$ κιλά) 40.000 κιλών. Για να αποκτήσουν τη βιομάζα των 40.000 κιλών αυτά τα φυτοφάγα ζώα κατανάλωσαν με τη σειρά τους 400.000 κιλά παραγωγών. Γνωρίζουμε ότι τα 40.000 κιλά της βιομάζας των φυτοφάγων ζώων αποτελούν το 10% της βιομάζας του προηγούμενου τροφικού επιπέδου δηλαδή: $40.000 = E_{\pi 2} \cdot 10/100$ και $E_{\pi 2} = 400.000$ κιλά. Επομένως η βιομάζα των παραγωγών που απαιτείται για τον πρώτο πληθυσμό των ανθρώπων είναι $40.000 + 400.000 = 440.000$ κιλά.

β. Στην περίπτωση του πληθυσμού που ο άνθρωπος είναι αποκλειστικά καταναλωτής δεύτερης τάξης, η βιομάζα του πληθυσμού που είναι 8.000 κιλά θα παραχθεί από κατανάλωση 80.000 κιλών καταναλωτών πρώτης τάξης που με τη σειρά τους έχουν κατανάλώσει 800.000 κιλά παραγωγών. Επομένως στην περίπτωση του πληθυσμού των ανθρώπων που είναι αποκλειστικά καταναλωτές δεύτερης τάξης η βιομάζα των παραγωγών που απαιτείται είναι 800.000 κιλά.

γ. Στην περίπτωση του πληθυσμού των ανθρώπων που είναι αποκλειστικά καταναλωτές πρώτης τάξης, τρέφονται δηλαδή αποκλειστικά με τροφές φυτικής προέλευσης, η βιομάζα των 8.000 κιλών προήλθε από κατανάλωση 80.000 κιλών παραγωγών. Στην περίπτωση αυτή η διαθέσιμη ενέργεια των παραγωγών μεταφέρεται κατευθείαν στον άνθρωπο (φυσικά με απώλειες της τάξης του 90%) χωρίς όμως τη μεσολάβηση άλλων οργανισμών γεγονός που θα προκαλούσε περαιτέρω ενεργειακές απώλειες. Επομένως, στην περίπτωση αυτή, η βιομάζα των παραγωγών που στηρίζει ενεργειακά τον ανθρώπινο πληθυσμό είναι 80.000 κιλά.

Ερώτηση 12.

Το τροφικό πλέγμα που ακολουθεί περιγράφει τις τροφικές σχέσεις των οργανισμών ενός υδάτινου οικοσυστήματος:



α. Ποιος αριθμός αντιστοιχεί στον πληθυσμό των διατόμων που είναι οι παραγωγοί του οικοσυστήματος;

β. Ποιες διαδοχικές επιπτώσεις αναμένεται να έχει η μείωση του πληθυσμού 6 στους πληθυσμούς 5, 1 και 2;

Απάντηση

α. Τα βέλη σε ένα τροφικό πλέγμα δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου-καταναλωτή. Επομένως παραγωγοί του οικοσυστήματος είναι αυτοί στους οποίους δεν καταλήγουν βέλη (παράγουν μόνοι τους τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους) και από τους οποίους ξεκινάνε βέλη προς άλλους πληθυσμούς (οι οποίοι παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν οι παραγωγοί του συγκεκριμένου υδάτινου οικοσυστήματος είναι τα άτομα του πληθυσμού 1.

β. Λόγω της μείωσης του πληθυσμού 6 αναμένεται να παρατηρηθεί αύξηση του πληθυσμού 5, ο οποίος αποτελεί την αποκλειστική τροφή του πληθυσμού 6 σύμφωνα με τα δεδομένα του τροφικού πλέγματος.

Ο πληθυσμός 5 όμως τρέφεται αποκλειστικά με τον πληθυσμό 1, επομένως η αύξησή του θα προκαλέσει μείωση του πληθυσμού 1, καθώς η αύξηση των ατόμων του πληθυσμού 5 θα προκαλέσει μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής.

Η μείωση του πληθυσμού 1 σημαίνει μείωση της διαθέσιμης τροφής για τον πληθυσμό 2, αφού αυτός εξασφαλίζει την τροφή του αποκλειστικά από τον πληθυσμό 1. Επομένως θα παρατηρηθεί μείωση του πληθυσμού 2.

Ερώτηση 13.

Η βιοκοινότητα ενός υποθετικού οικοσυστήματος περιλαμβάνει τους πληθυσμούς Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ οι οποίοι αποτελούν τροφική αλυσίδα.

ΕΙΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΜΕΣΗ ΜΑΖΑ ΑΤΟΜΟΥ
Α	200	5 kg
Β	1.000	0,001 kg
Γ	4	2.500 kg
Δ	100.000	0,0001 kg
Ε	400	0,25 kg

α. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του πίνακα να κατατάξετε τους οργανισμούς σε τροφικά επίπεδα.

β. Να σχεδιάσετε τις τροφικές πυραμίδες ενέργειας και πληθυσμού του οικοσυστήματος, δεδομένου ότι σε κάθε κιλό βιομάζας εμπεριέχεται ενέργεια 40Kjoules.

Απάντηση

α. Για την κατάταξη των οργανισμών σε τροφικά επίπεδα θα χρησιμοποιήσουμε ως κριτήριο τη βιομάζα του πληθυσμού τους καθώς δεν δίνονται οι τροφικές σχέσεις των οργανισμών. Γνωρίζουμε ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο. Η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) εμφανίζεται και στη βιομάζα, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του. Επομένως οι οργανισμοί του πρώτου τροφικού επιπέδου (παραγωγοί) θα είναι αυτοί που ο πληθυσμός τους έχει τη μεγαλύτερη βιομάζα, καταναλωτές πρώτης τάξης αυτοί οι οργανισμοί που ο πληθυσμός τους έχει την αμέσως μικρότερη βιομάζα κ.ο.κ. Για τον υπολογισμό της βιομάζας κάθε τροφικού επιπέδου θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε τον αριθμό των ατόμων κάθε είδους με το αντίστοιχο μέσο βάρος ανά άτομο:

ΕΙΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΜΕΣΗ ΞΗΡΗ ΜΑΖΑ ΑΤΟΜΟΥ (Μέσο Βάρος ανά άτομο)	ΒΙΟΜΑΖΑ
A	200	5 kg	$5 \cdot 200 = 1.000 \text{ kg}$
B	1.000	0,001 kg	$10.00 \cdot 0,001 = 1 \text{ kg}$
Γ	4	2.500 kg	$4 \cdot 2.500 = 10.000 \text{ kg}$
Δ	100.000	0,0001 kg	$100.000 \cdot 0,0001 = 10 \text{ kg}$
Ε	400	0,25 kg	$400 \cdot 0,25 = 100 \text{ kg}$

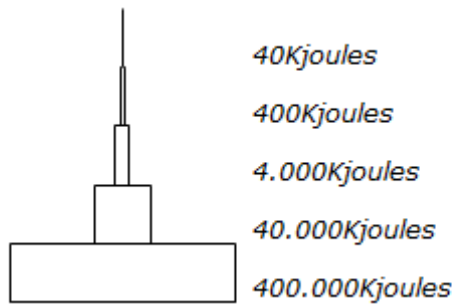
Σύμφωνα με τα παραπάνω η κατάταξη των οργανισμών σε τροφικά επίπεδα είναι η εξής:

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ	ΤΡΟΦΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
B	1 kg	5ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τέταρτης τάξης
Δ	10 kg	4ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τρίτης τάξης
Ε	100 kg	3ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές δεύτερης τάξης
A	1.000 kg	2ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές πρώτης τάξης
Γ	10.000 kg	1ο τροφικό επίπεδο, παραγωγοί

β. Μία τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια), σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Το εμβαδόν κάθε ορθογωνίου είναι ανάλογο της μεταβλητής (βιομάζα, ενέργεια ή αριθμός ατόμων) που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο.

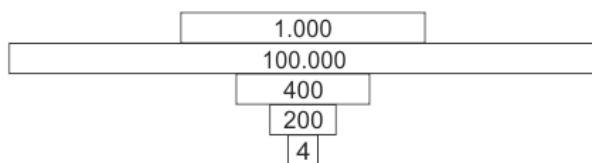
Προκειμένου να σχεδιάσουμε την τροφική πυραμίδα ενέργειας θα πρέπει να υπολογίσουμε την ενέργεια που εμπεριέχεται στη συνολική βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου.

ΕΙΔΟΣ	ΤΡΟΦΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
Β	5ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τέταρτης τάξης	1 kg	$1 \cdot 40 = 40$ Kjoules
Δ	4ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τρίτης τάξης	10 kg	$10 \cdot 40 = 400$ Kjoules
Ε	3ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές δεύτερης τάξης	100 kg	$100 \cdot 40 = 4.000$ Kjoules
Α	2ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές πρώτης τάξης	1.000 kg	$1.000 \cdot 40 = 40.000$ Kjoules
Γ	1ο τροφικό επίπεδο, παραγωγοί	10.000 kg	$10.000 \cdot 40 = 400.000$ Kjoules



Η τροφική πυραμίδα πληθυσμού θα απεικονίζει τον συνολικό αριθμό των ατόμων κάθε τροφικού επιπέδου και θα έχει τη μορφή:

ΕΙΔΟΣ	ΤΡΟΦΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ
Β	5ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τέταρτης τάξης	1.000
Δ	4ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές τρίτης τάξης	100.000
Ε	3ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές δεύτερης τάξης	400
Α	2ο τροφικό επίπεδο, καταναλωτές πρώτης τάξης	200
Γ	1ο τροφικό επίπεδο, παραγωγοί	4



Τροφική πυραμίδα πληθυσμού

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

(Ερωτήσεις του κεφαλαίου άνθρωπος και περιβάλλον - σελ. 81 σχολικού βιβλίου)

Ερώτηση 1.

Δύο κτηνοτρόφοι έχουν από ένα κοπάδι 100 προβάτων ο καθένας και τα πηγαίνουν για βοσκή σε διαφορετικούς βοσκότοπους. Ο πρώτος χρησιμοποιεί για βοσκότοπο μια ερημοποιημένη περιοχή της οποίας η πρωτογενής παραγωγικότητα είναι 500 g/m^2 στους έξι μήνες και ο δεύτερος χρησιμοποιεί για βοσκότοπο μια περιοχή κοντά στο δέλτα ενός ποταμού, με πρωτογενή παραγωγικότητα 2500 g/m^2 στους έξι μήνες. Όλα τα πρόβατα στο διάστημα των έξι μηνών παρουσίασαν την ίδια ανάπτυξη.

- a. Ποιο από τα δύο βοσκοτόπια έχει μεγαλύτερη έκταση και κατά πόσο;
- b. Αν οι δύο κτηνοτρόφοι χρησιμοποιήσουν για τη βοσκή των προβάτων τους ίσες εκτάσεις των βοσκοτόπων τους, ποιος από τους δύο θα έχει μετά από έξι μήνες πρόβατα με μεγαλύτερο βάρος;

Απάντηση

a. Η ποσότητα της οργανικής ύλης που συνθέτουν οι οργανισμοί εξαρτάται από την ποσότητα της τροφής που προσλαμβάνουν. Επειδή όλα τα πρόβατα παρουσίασαν την ίδια ανάπτυξη, στο διάστημα των έξι μηνών, θα πρέπει στο διάστημα αυτό να κατανάλωσαν την ίδια ποσότητα τροφής. Η αύξηση της βιομάζας (δηλαδή της ξηρής μάζας ανά μονάδα επιφάνειας) των παραγωγών, στο διάστημα των έξι μηνών, στην περιοχή του δέλτα του ποταμού είναι πενταπλάσια από αυτή στην ερημοποιημένη περιοχή. Επομένως για να παράγουν οι δύο βοσκότοποι την ίδια ποσότητα τροφής θα πρέπει η έκταση E_1 του πρώτου (ερημοποιημένη περιοχή) να είναι πενταπλάσια της έκτασης E_2 του δεύτερου.

Δηλαδή:

$B_1 = (500 \cdot E_1) \text{ gr}$ (όπου B_1 η συνολική βιομάζα των παραγωγών στην ερημοποιημένη περιοχή)

$$B_2 = (2500 \cdot E_2) \text{ gr}$$

(όπου B_2 η συνολική βιομάζα των παραγωγών στο δέλτα του ποταμού)
Αφού η ποσότητα τροφής πρέπει να είναι ίδια θα έχω:

$$B_1 = B_2 \quad \text{δηλαδή} \quad 500 E_1 \text{ gr} = 2500 E_2 \text{ gr} \quad \text{δηλαδή} \quad E_1 = 5 \cdot E_2$$

b. Ο κτηνοτρόφος, ο οποίος θα έχει μετά από έξι μήνες πρόβατα με μεγαλύτερο βάρος, αν χρησιμοποιήσουν για τη βοσκή των προβάτων ίσες εκτάσεις των βοσκοτόπων τους θα είναι ο δεύτερος. Στο διάστημα των έξι μηνών οι παραγωγοί του δεύτερου βοσκότοπου θα παράγουν πενταπλάσια ποσότητα οργανικής ύλης από

τον πρώτο βοσκότοπο και κατά συνέπεια τα πρόβατα θα έχουν στον δεύτερο βοσκότοπο πενταπλάσια τροφή από αυτή που θα έχουν τα πρόβατα του πρώτου βοσκότοπου στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Δηλαδή:

$$E_1 = E_2 \text{ δηλαδή } \frac{B_1}{500} gr = \frac{B_2}{2500} gr \text{ δηλαδή } B_1 = \frac{B_2}{5} .$$

$$\text{Άρα } B_2 = 5 \cdot B_1$$

Ερώτηση 2.

Έστω ότι σε μια λίμνη ισχύει η τροφική αλυσίδα:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → μεγάλα ψάρια → υδρόβια πτηνά.

Όλοι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου. Εάν η βιομάζα των μικρών ψαριών είναι

$5 \times 10^4 \text{ Kg}$ και η ενέργεια που εμπεριέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 40 KJoules/Kg φυτοπλαγκτού:

a. Να υπολογιστεί η βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων και να σχεδιαστεί η αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.

b. Να υπολογιστεί η ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο και να σχεδιαστεί η αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.

c. Με δεδομένο ότι το μέσο βάρος ενός πτηνού είναι $2,5 \text{ Kg}$, να υπολογιστεί ο αριθμός των υδρόβιων πτηνών που μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους μέσω αυτής της τροφικής αλυσίδας.

Απάντηση

a. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του.

Εάν η βιομάζα των μικρών ψαριών είναι $B_{\psi} = 5 \cdot 10^4 \text{ kg}$, τότε:

Η βιομάζα του ζωοπλαγκτού (B_{ζ}) θα είναι $B_{\psi} = \frac{10}{100 \cdot B_{\zeta}}$

$$\text{και } B_{\zeta} = \frac{100}{10 \cdot 5 \cdot 10^4} \text{ kg} = 5 \cdot 10^5 \text{ kg} .$$

Η βιομάζα του φυτοπλαγκτού (B_{ϕ}) θα

$$\text{είναι } B_{\zeta} = \frac{10}{100} \cdot B_{\phi} \text{ και } B_{\phi} = \frac{100}{10 \cdot 5 \cdot 10^5} \text{ kg} = 5 \cdot 10^6 \text{ kg} .$$

Η βιομάζα των μεγάλων ψαριών ($B_{\mu\psi}$) θα

$$\text{είναι } B_{\mu\psi} = \frac{10}{100 \cdot B_{\psi}} = \frac{10}{100 \cdot 5 \cdot 10^4} \text{ kg} = 5 \cdot 10^3 \text{ kg} .$$

Η βιομάζα των υδρόβιων πτηνών ($B_{\upsilon\pi}$) θα

$$\text{είναι } B_{\nu\pi} = \frac{10}{100 \cdot B_{\mu\psi}} = \frac{10}{100 \cdot 5 \cdot 10^3} \text{ kg} = 5 \cdot 10^2 \text{ kg} .$$

Η τροφική πυραμίδα βιομάζας του οικοσυστήματος είναι:



β. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η βιομάζα του φυτοπλαγκτού (B_{ϕ}) είναι $5 \cdot 10^6 \text{ kg}$ και ότι η ενέργεια που εμπεριέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 40 KJoules/Kg φυτοπλαγκτού, η ενέργεια του τροφικού επιπέδου του φυτοπλαγκτού

είναι: $E_{\phi} = 5 \cdot 10^6 \cdot 40 = 2 \cdot 10^8 \text{ KJoules}$. Επειδή μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, η ενέργεια των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων θα είναι: Η ενέργεια του δεύτερου τροφικού επιπέδου (E_{ζ}) θα

$$\text{είναι } B_{\varphi} = \frac{10}{100 \cdot E_{\phi}} = \frac{10}{100 \cdot 2 \cdot 10^8} \text{ KJoules} = 2 \cdot 10^7 \text{ KJoules} .$$

Η ενέργεια του τρίτου τροφικού επιπέδου (E_{ψ}) θα

$$\text{είναι } E_{\psi} = \frac{10}{100 \cdot E_{\zeta}} = \frac{10}{100 \cdot 2 \cdot 10^7} \text{ KJoules} = 2 \cdot 10^6 \text{ KJoules} .$$

Η ενέργεια του τρίτου τροφικού επιπέδου ($E_{\mu\psi}$) θα

$$\text{είναι } E_{\mu\psi} = \frac{10}{100 \cdot E_{\psi}} = \frac{10}{100 \cdot 2 \cdot 10^6} \text{ KJoules} = 2 \cdot 10^5 \text{ KJoules} .$$

Η ενέργεια του τέταρτου τροφικού επιπέδου ($E_{\nu\pi}$) θα

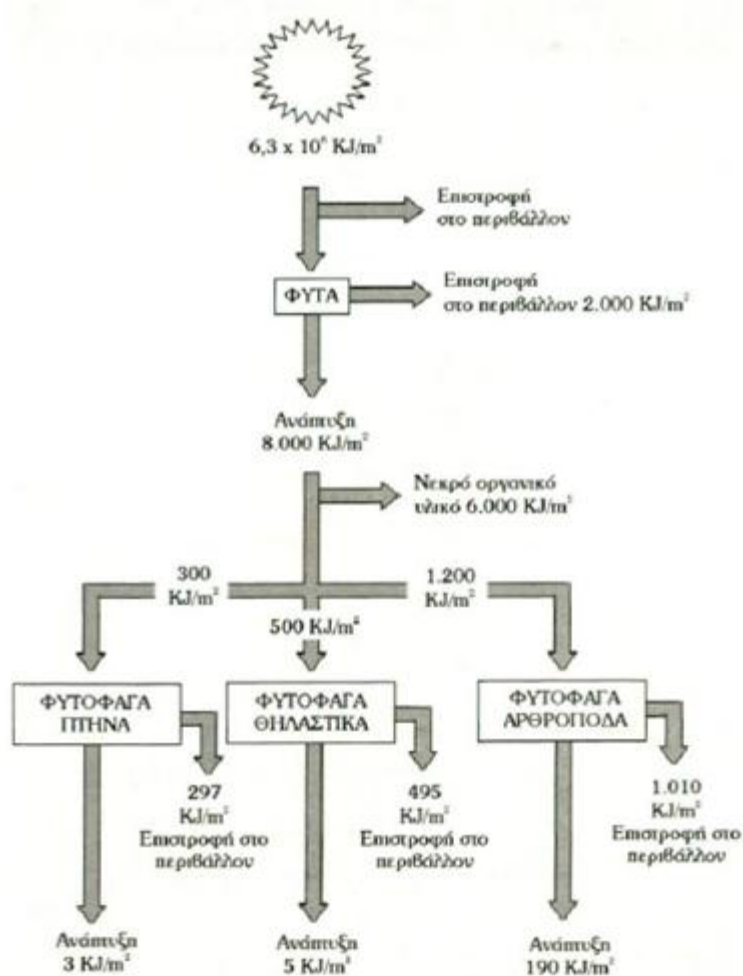
$$\text{είναι } B_{\nu\pi} = \frac{10}{100 \cdot B_{\mu\psi}} = \frac{10}{100 \cdot 2 \cdot 10^5} \text{ KJoules} = 2 \cdot 10^4 \text{ KJoules} .$$

Η τροφική πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος είναι:



ς. Στο (α) ερώτημα υπολογίσαμε ότι η βιομάζα των υδρόβιων πτηνών είναι $B_{\nu\pi} = 5 \cdot 10^2 \text{ kg}$. Εφόσον το μέσο βάρος ενός πτηνού είναι 2,5 kg, τότε ο αριθμός των υδρόβιων πτηνών που μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους μέσω της συγκεκριμένης τροφικής αλυσίδας είναι: $\frac{5 \cdot 10^2 \text{ kg}}{2,5 \text{ kg}} = 200$ υδρόβια πτηνά.

Ερώτηση 3.



- Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες του διαγράμματος να απαντήσετε στις ερωτήσεις:
- Τι ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτά από τον ήλιο το δεσμεύουν με τη φωτοσύνθεση;
 - Ποια είναι η διαδικασία με την οποία τα φυτά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους 2.000 KJ/m^2 ;
 - Τι ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτοφάγα πτηνά από τα φυτά το επιστρέφουν στο περιβάλλον τους;
 - Τι ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο ενσωματώνεται στους ιστούς των φυτοφάγων πτηνών;
 - Τι ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο τα φυτοφάγα αρθρόποδα το επιστρέφουν στο περιβάλλον;

Απάντηση

a. Η ενέργεια που δεσμεύουν τα φυτά από τον ήλιο, μέσω της φωτοσύνθεσης, αποθηκεύεται σε μόρια γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων. Ένα μέρος της ενέργειας αυτής χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και τελικά απελευθερώνεται ως θερμότητα ενώ η υπόλοιπη χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη. Επομένως η ενέργεια που συνολικά δεσμεύουν τα φυτά από τον ήλιο είναι το άθροισμα της ενέργειας που απελευθερώνεται ως θερμότητα και της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη, δηλαδή: $2000 + 8000 = 10.000 \frac{KJ}{m^2}$.

Επομένως το ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτά από τον ήλιο το δεσμεύουν με τη φωτοσύνθεση είναι $\frac{100 \cdot 10.000}{6,3 \cdot 10^6} \approx 0,16\%$.

b. Η διαδικασία με την οποία τα φυτά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους 2.000 KJ/m^2 είναι η κυτταρική αναπνοή.

c. Σύμφωνα με το διάγραμμα τα φυτοφάγα πτηνά δέχονται από τα φυτά 300 KJ/m^2 . Από αυτά επιστρέφουν στο περιβάλλον τους 297 KJ/m^2 . Επομένως το ποσοστό της ενέργειας που παίρνουν τα φυτοφάγα πτηνά από τα φυτά και το επιστρέφουν στο περιβάλλον τους είναι: $297 \cdot \frac{100}{300} = 99\%$.

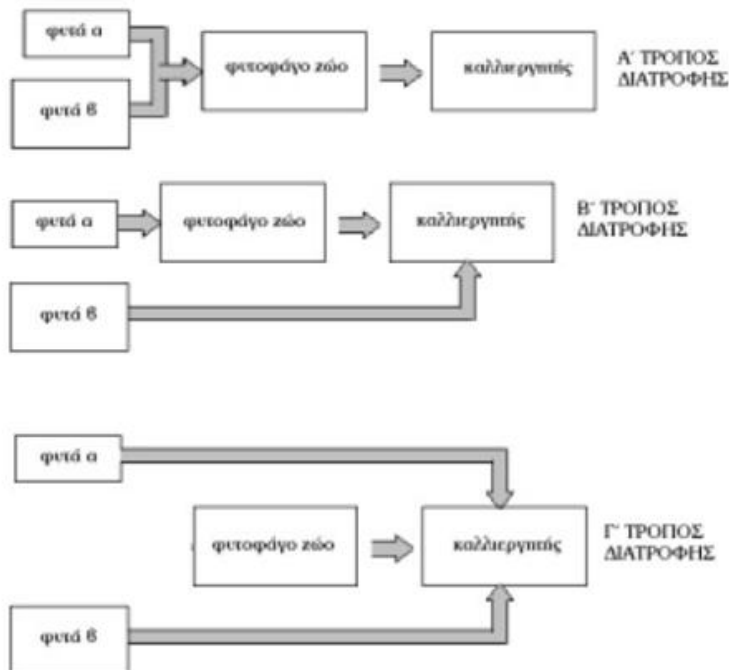
d. Σύμφωνα με το διάγραμμα, τα φυτοφάγα πτηνά ενσωματώνουν στους ιστούς τους (ανάπτυξη) 3 KJ/m^2 . Επομένως, το ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο και ενσωματώνεται στους ιστούς των φυτοφάγων πτηνών είναι:

$$\frac{3 \cdot 100}{6,3 \cdot 10^6} = 4,7 \cdot 10^{-5}.$$

e. Σύμφωνα με το διάγραμμα, τα φυτοφάγα αρθρόποδα το επιστρέφουν στο περιβάλλον 1.010 KJ/m^2 . Επομένως το ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο και επιστρέφουν τα φυτοφάγα αρθρόποδα στο περιβάλλον είναι:

$$\frac{1.010 \cdot 100}{6,3 \cdot 10^6} = 0,016\%.$$

Ερώτηση 4.



Ο καλλιεργητής ενός αγροκτήματος ασχολείται με την καλλιέργεια δύο φυτικών ειδών και την εκτροφή ενός ζωικού είδους που είναι φυτοφάγο. Ποιος από τους εικονιζόμενους τρόπους διατροφής είναι ο λιγότερο και ποιος ο περισσότερο αποδοτικός από ενεργειακή άποψη και γιατί;

Απάντηση

Η ενέργεια, με τη μορφή της χημικής ενέργειας που εμπεριέχεται στην τροφή των οργανισμών, περνάει από το κατώτερο τροφικό επίπεδο (των παραγωγών) στο ανώτερο. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Αυτό οφείλεται στο ότι:

- Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).
- Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
- Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.
- Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα, τα οποία αποικοδομούνται.

Επομένως, όσο λιγότερα τροφικά επίπεδα μεσολαβούν μεταξύ ενός καταναλωτή και του τροφικού επιπέδου των παραγωγών, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας αξιοποιείται από αυτόν για την αύξηση της βιομάζας του, αφού περιορίζονται οι ενδιάμεσες μεταφορές (βιομάζας και ενέργειας) με αποτέλεσμα να υπάρχουν οι λιγότερες δυνατές

απώλειες.

Α' τρόπος διατροφής: Αν τα φυτοφάγα ζώα περιέχουν ενέργεια γ KJ και τα φυτά περιέχουν ενέργεια α KJ και β KJ, τα φυτοφάγα ζώα που θα τα καταναλώσουν θα αυξήσουν τη βιομάζα τους ενσωματώνοντας σε αυτή ενέργεια $\frac{\alpha + \beta}{10}$ KJ. Με τη σειρά

του ο καλλιεργητής καταναλώνοντας τα φυτοφάγα ζώα θα αυξήσει τη βιομάζα του ενσωματώνοντας σε αυτή ενέργεια:

$$E_{\alpha} = \frac{1}{10}\gamma + \frac{1}{10}\left(\alpha + \frac{\beta}{10}\right) KJ = \frac{(10\alpha + \beta + \gamma)}{100} KJ .$$

Β' τρόπος διατροφής: Αν τα φυτοφάγα ζώα περιέχουν ενέργεια γ KJ και τα φυτά περιέχουν ενέργεια α KJ και β KJ, τα φυτοφάγα ζώα που θα καταναλώσουν το φυτό α θα αυξήσουν τη βιομάζα τους ενσωματώνοντας σε αυτή ενέργεια $\alpha/10$ KJ. Με τη σειρά του ο καλλιεργητής καταναλώνοντας τα φυτοφάγα ζώα και τα φυτά β θα αυξήσει τη βιομάζα του ενσωματώνοντας σε αυτή ενέργεια:

$$E_{\beta} = \frac{1}{10}\gamma + \frac{1}{10}\beta + \frac{1}{100}\alpha KJ = \frac{(\alpha + 10\beta + 10\gamma)}{100} KJ .$$

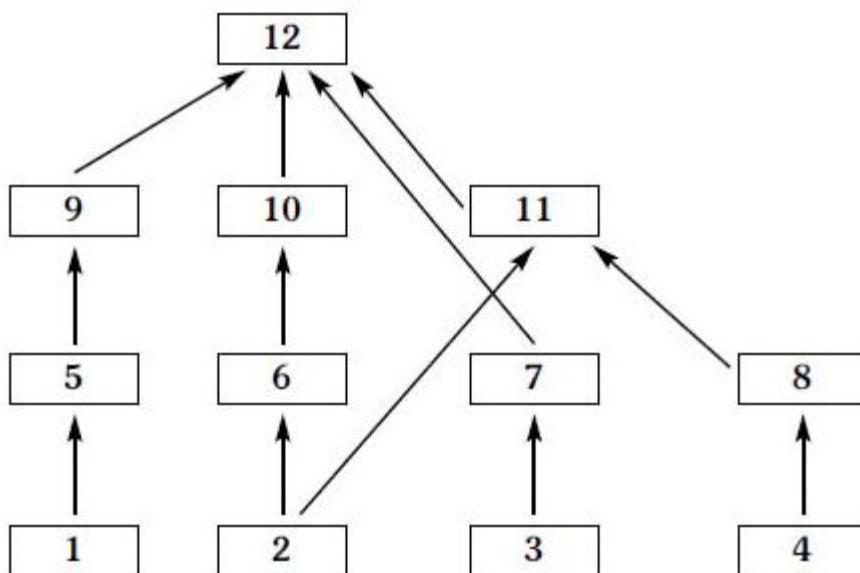
Γ' τρόπος διατροφής: Αν τα φυτοφάγα ζώα περιέχουν ενέργεια γ KJ και τα φυτά περιέχουν ενέργεια α KJ και β KJ, καταναλώνοντας ο καλλιεργητής τα φυτά και τα φυτοφάγα ζώα θα αυξήσει τη βιομάζα του ενσωματώνοντας σε αυτή ενέργεια:

$$E_{\gamma} = \frac{1}{10}\gamma + \frac{1}{10}\beta + \frac{1}{10}\alpha KJ = \frac{(10\alpha + 10\beta + 10\gamma)}{100} KJ$$

Επειδή $E_{\gamma} > E_{\beta} > E_{\alpha}$, διαπιστώνουμε ότι ο περισσότερο αποδοτικός, από ενεργειακή άποψη, τρόπος διατροφής είναι ο (Γ'), όπου ο καλλιεργητής τρέφεται απευθείας από τα φυτά (α) και (β) και το φυτοφάγο ζώο. Αντίθετα ο λιγότερο αποδοτικός, από ενεργειακή άποψη, τρόπος διατροφής θα είναι ο (Α'), όπου ο καλλιεργητής χάνει ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που θα μπορούσε να αξιοποιήσει από τα φυτά (α) και (β), αφού μεσολαβούν τα φυτοφάγα ζώα.

Ερώτηση 5.

Στην εικόνα παρουσιάζονται οι τροφικές σχέσεις σε ένα οικοσύστημα. Αν οι οργανισμοί 1, 2, 3, 4 αντιπροσωπεύουν παραγωγούς και όλοι οι υπόλοιποι καταναλωτές, να απαντήσετε στις ερωτήσεις:



- Τι ονομάζουμε τροφική αλυσίδα, τι τροφικό πλέγμα και τι τροφικό επίπεδο;
- Πόσες διαφορετικές τροφικές αλυσίδες διαπιστώνετε ότι υπάρχουν στο οικοσύστημα;
- Ποιος είναι ο κορυφαίος καταναλωτής του οικοσυστήματος;
- Ποιος από τους οργανισμούς του οικοσυστήματος συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 2ης και ως καταναλωτής 1ης τάξης; Ποιος οργανισμός είναι η τροφή του σε κάθε περίπτωση;
- Ποιοι από τους καταναλωτές του οικοσυστήματος αναμένετε να είναι οι μεγαλύτεροι σε βιομάζα και γιατί;
- Ποιος από τους οργανισμούς του οικοσυστήματος συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 3ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης; Ποιος οργανισμός είναι η τροφή του σε κάθε περίπτωση;
- Με ποιους άλλους οργανισμούς ο οργανισμός της ερώτησης (στ) ανήκει στο ίδιο τροφικό επίπεδο, όταν συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης;
- Ποια από τις έννοιες, η τροφική αλυσίδα ή το τροφικό πλέγμα, είναι πλησιέστερη προς την πραγματικότητα που υπάρχει στα φυσικά οικοσυστήματα και γιατί;
- Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 2, ποιοι οργανισμοί θα επηρεαστούν τροφικά και γιατί;
- Ποιοι από τους οργανισμούς της ερώτησης (θ) θα επηρεαστούν περισσότερο και γιατί;

Απάντηση

a. **Τροφική αλυσίδα:** Σχηματική απεικόνιση των ποιοτικών τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών ενός οικοσυστήματος.

Η απεικόνιση αυτής της τροφικής αλληλεξάρτησης γίνεται με μια απλοποιημένη αλυσίδα - αποτελούμενη από οργανισμούς διαφορετικών ειδών τοποθετημένους σε μια σειρά και συνδεδεμένους με βέλη, τα οποία δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή.

Τροφικό πλέγμα: Το δίκτυο που απεικονίζει το σύνολο των ποιοτικών τροφικών σχέσεων (δηλαδή το σύνολο των τροφικών αλυσίδων) μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών ενός οικοσυστήματος ανάλογα με την εποχή και την ηλικία τους ή το στάδιο της ζωής τους.

Τροφικό επίπεδο: Δομικό συστατικό των τροφικών πυραμίδων. Μια τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια) σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Το εμβαδόν που δίνεται σε κάθε ορθογώνιο είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής που απεικονίζει το συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο. Δηλαδή το τροφικό επίπεδο είναι ένα σύνολο ειδών οργανισμών (π.χ. φυτοφάγα) με άμεση τροφική εξάρτηση από ένα άλλο σύνολο ειδών (π.χ. φυτά) και αποτελεί βασική μονάδα του τροφικού πλέγματος.

b. Στο οικοσύστημα υπάρχουν πέντε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες:

<u>Αλυσίδα</u>	<u>παραγωγός</u>		<u>καταναλωτής</u> <u>1ης τάξης</u>		<u>καταναλωτής</u> <u>2ης τάξης</u>		<u>καταναλωτής</u> <u>3ης τάξης</u>
I	1	→	5	→	9	→	12
II	2	→	6	→	10	→	12
III	2	→	11	→	12		
IV	3	→	7	→	12		
V	4	→	8	→	11	→	12

c. Κορυφαίοι καταναλωτές είναι οι οργανισμοί μιας τροφικής αλυσίδας οι οποίοι δεν αποτελούν τροφή κάποιων άλλων. Επομένως ο κορυφαίος καταναλωτής του οικοσυστήματος είναι ο 12.

d. Ο οργανισμός που συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής 2ης τάξης και ως καταναλωτής 1ης τάξης είναι ο 11. Στην τροφική αλυσίδα $4 \rightarrow 8 \rightarrow 11 \rightarrow 12$ τρέφεται με τον οργανισμό 8 (συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης), ενώ στην τροφική αλυσίδα $2 \rightarrow 11 \rightarrow 12$ τρέφεται με τον οργανισμό 2 (συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 1ης τάξης).

e. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενο του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, από τους καταναλωτές του οικοσυστήματος μεγαλύτεροι σε βιομάζα αναμένεται να είναι οι καταναλωτές 1ης τάξης. Η βιομάζα τους είναι το 10% της βιομάζας των παραγωγών, ενώ η βιομάζα των καταναλωτών 2ης τάξης είναι το 1% της βιομάζας των παραγωγών και των καταναλωτών 3ης τάξης το 0,1 της βιομάζας των παραγωγών.

f. Ο οργανισμός που συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής 2ης τάξης και ως καταναλωτής 3ης τάξης είναι ο 12. Στις τροφικές αλυσίδες ($1 \rightarrow \dots \rightarrow 9 \rightarrow 12$), ($2 \rightarrow 6 \rightarrow 10 \rightarrow 12$) και ($4 \rightarrow 8 \rightarrow 11 \rightarrow 12$) συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 3ης τάξης και τρέφεται με τους οργανισμούς 9 και 11 αντίστοιχα, ενώ στις τροφικές αλυσίδες ($2 \rightarrow 11 \rightarrow 12$) και ($3 \rightarrow 7 \rightarrow 12$) συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης και τρέφεται με τους οργανισμούς 11 και 7, αντίστοιχα.

g. Ο οργανισμός 12, όταν συμπεριφέρεται ως καταναλωτής 2ης τάξης, ανήκει στο ίδιο τροφικό επίπεδο με ποιους οργανισμούς 9, 10 και 11.

h. Στα φυσικά οικοσυστήματα, ένα είδος οργανισμού δεν εξασφαλίζει την τροφή του μόνο από ένα άλλο είδος ούτε αποτελεί τροφή μόνο για ένα είδος. Οι τροφικές σχέσεις επομένως των οργανισμών δεν μπορούν να απεικονιστούν με μεμονωμένες τροφικές αλυσίδες. Προκειμένου να απεικονίσουμε τις τροφικές σχέσεις που ανατάσσουν οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος περισσότερο ρεαλιστικά, χρησιμοποιούμε το τροφικό πλέγμα, με το οποίο δηλώνονται οι διαφορετικές πηγές από τις οποίες τρέφεται κάθε οργανισμός σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.

i. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 2, θα επηρεαστούν τροφικά οι οργανισμοί 6, 10, 11 και 12, οι οποίοι περιλαμβάνονται στις ίδιες τροφικές αλυσίδες ($2 \rightarrow 6 \rightarrow 10 \rightarrow 12$ και $2 \rightarrow 11 \rightarrow 12$) με τον 2.

j. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 2, εκείνοι που θα επηρεαστούν περισσότερο (θα εξαφανιστούν) είναι οι οργανισμοί 6 και 10 γιατί ο 6 τρέφεται μόνο από τον 2 και ο 10 τρέφεται μόνο από τον 6 (αποκλειστική τροφική εξάρτηση).

Ημερομηνία τροποποίησης: 30/12/2011

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να αναφέρεις τις δύο κύριες κατηγορίες απεικόνισης των τροφικών σχέσεων.
2. Να αναφέρεις τρόπους ποιοτικής απεικόνισης των τροφικών σχέσεων.
3. Να αναφέρεις τρόπους ποσοτικής απεικόνισης των τροφικών σχέσεων.
4. Να τοποθετείς στη σωστή θέση οργανισμούς που σχετίζονται τροφικά και να τους συνδέεις κατάλληλα ώστε να σχηματιστεί μια τροφική αλυσίδα.
5. Να υποδεικνύεις τον τρόπο με τον οποίο δηλώνεται η ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς μιας τροφικής αλυσίδας.
6. Να εντοπίζεις τις αδυναμίες που υπάρχουν στην απεικόνιση των τροφικών σχέσεων με τροφικές αλυσίδες.
7. Να σχεδιάζεις ένα τροφικό πλέγμα ενός οικοσυστήματος, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των τροφικών σχέσεων που συνδέουν τους οργανισμούς αυτού του οικοσυστήματος.
8. Να διακρίνεις όλες τις τροφικές αλυσίδες που σχηματίζονται μέσα σε ένα τροφικό πλέγμα.
9. Να αποκωδικοποιείς τις πληροφορίες που απορρέουν από τη μελέτη ενός τροφικού πλέγματος και να τις επεξεργάζεσαι προκειμένου να προβλέπεις πιθανές συνέπειες στους οργανισμούς του συγκεκριμένου οικοσυστήματος, αν συμβεί μια διαταραχή σε αυτό.
10. Να αναφέρεις από τι αποτελείται μια τροφική πυραμίδα.
11. Να εξηγείς τι σημαίνει ο όρος «τροφικό επίπεδο» και με ποιο κριτήριο κατατάσσονται οι οργανισμοί στα τροφικά επίπεδα.
12. Να συσχετίζεις το εμβαδόν ενός τροφικού επιπέδου με την μεταβλητή που απεικονίζει.
13. Να ορίζεις την έννοια βιομάζα.
14. Να αναφέρεις τους τύπους των τροφικών πυραμίδων που υπάρχουν, ανάλογα με την μεταβλητή που απεικονίζουν.

15. Να αναφέρεις τους τύπους των τροφικών πυραμίδων που υπάρχουν, ανάλογα με τη μορφή τους.
16. Στις πυραμίδες ενέργειας, να προσδιορίζεις ποσοτικά το ποσό της ενέργειας που χάνεται, όταν αυτή ρέει από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο.
17. Να προσδιορίζεις τους παράγοντες στους οποίους οφείλονται οι απώλειες ενέργειας κατά τη μεταφορά της από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο.
18. Να προβλέπεις πώς επιδρά η μείωση της ενέργειας στη βιομάζα και στο μέγεθος του πληθυσμού όσο προχωράμε σε ανώτερα τροφικά επίπεδα.
19. Να σχεδιάζεις μια ανεστραμμένη πυραμίδα και να αιτιολογείς τη μορφή της.
20. Να αναφέρεις τις δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν κατά την προσπάθεια κατάταξης ενός οργανισμού σε κάποιο τροφικό επίπεδο, δίνοντας και συγκεκριμένα παραδείγματα.

ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ροή ενέργειας: Τροφικές αλυσίδες, τροφικά πλέγματα και τροφικές πυραμίδες

ΓΕΝΙΚΑ

- Οι οργανισμοί έχουν ανάγκη από ενέργεια την οποία εξασφαλίζουν με την τροφή τους.
- Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών είναι:
 1. **ποιοτικές** (ποιος τρώει ποιον):
 - Απεικονίζονται με:
 1. τροφικές αλυσίδες
 2. τροφικά πλέγματα
 2. **ποσοτικές** (τι ποσότητα τρώει):
 - Απεικονίζονται με:
 1. τροφικές πυραμίδες
 - πληθυσμού (κανονικές η ανεστραμμένες)
 - βιομάζας
 - ενέργειας

ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ

- **Τροφική αλυσίδα:** απεικόνιση των ποιοτικών τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος με την κατασκευή μιας αλυσίδας της οποίας τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή.

Σχόλιο 1: Μια τροφική αλυσίδα δεν μας δείχνει τις εναλλακτικές επιλογές που έχει ένας καταναλωτής όσον αφορά στην πρόληψη της τροφής του. Επιπλέον δεν μας δίνει τη σύσταση της βιοκοινότητας ενός οικοσυστήματος, αφού σε κάθε «κρίκο» της αλυσίδας υπάρχει ένας μόνον εκπρόσωπος.

Σχόλιο 2: Οι αποικοδομητές δεν απεικονίζονται (συνήθως) στις τροφικές αλυσίδες ή στις τροφικές πυραμίδες διότι λαμβάνουν νεκρή οργανική ύλη από όλους τους κρίκους της αλυσίδας και από όλα τα επίπεδα των τροφικών πυραμίδων.

- **Τροφικό πλέγμα:** δίκτυο που απεικονίζει το σύνολο των ποιοτικών τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.
 1. Οι τροφικές αλυσίδες αποτελούν μέρος των πολύπλοκων τροφικών σχέσεων που παρουσιάζει ένα τροφικό πλέγμα.
 2. Το τροφικό πλέγμα αποτελεί πιο σύνθετη (και πιο ρεαλιστική) απεικόνιση των τροφικών σχέσεων, καθώς δηλώνονται οι διαφορετικές πηγές από τις οποίες τρέφεται κάθε οργανισμός σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.

***Σχόλιο 3:** Οι πληροφορίες που μπορούμε να αντλήσουμε μελετώντας ένα τροφικό πλέγμα είναι: α) οι εναλλακτικές επιλογές τροφής που έχει ένας καταναλωτής, β) τα είδη των πληθυσμών που συνθέτουν τη βιοκοινότητα του οικοσυστήματος και γ) οι μεταβολές που επιφέρει μια διαταραχή στους πληθυσμούς των διαφορετικών ειδών του οικοσυστήματος (αύξηση, μείωση, εξαφάνιση)*

ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΥΡΑΜΙΔΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

- **Τροφική πυραμίδα:** σχηματική απεικόνιση των ποσοτικών τροφικών σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.
- Μια τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα.
- Τροφικά επίπεδα: επάλληλα ορθογώνια σε μια τροφική πυραμίδα, σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο.
 1. Το **πρώτο τροφικό επίπεδο**, που βρίσκεται στη βάση της τροφικής πυραμίδας, είναι αυτό των παραγωγών.
 2. Το **δεύτερο τροφικό επίπεδο** είναι αυτό των καταναλωτών πρώτης τάξης.
 3. Το **τρίτο τροφικό επίπεδο** είναι αυτό των καταναλωτών δεύτερης τάξης κ.ο.κ.
- Το εμβαδόν που δίνεται σε κάθε ορθογώνιο είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο.

***Σχόλιο 4:** Το μέγεθος του κάθε ορθογωνίου (τροφικό επίπεδο) μας δείχνει τη διαθέσιμη ενέργεια, διαθέσιμη βιομάζα ή διαθέσιμο πληθυσμό για τη στήριξη που επομένως τροφικού επιπέδου.*

Διάκριση τροφικών πυραμίδων:

1. Με βάση την παράμετρο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή τους:

Πυραμίδες πληθυσμού	Πυραμίδες βιομάζας	Πυραμίδες ενέργειας
Κατασκευάζεται με βάση το συνολικό αριθμό των ατόμων όλων των πληθυσμών κάθε τροφικού επιπέδου.	Κατασκευάζεται με βάση τη συνολική βιομάζα (ξηρή μάζα ανά μονάδα επιφάνειας) όλων των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου.	Κατασκευάζεται με βάση τη συνολική ενέργεια που περιέχεται στη βιομάζα όλων των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου.
Απεικονίζει τη μεταβολή του πληθυσμού από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο.	Απεικονίζει τη μεταβολή της βιομάζας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο.	Απεικονίζει τη μεταβολή της δεσμευμένης ενέργειας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο.
Έχουν κανονική μορφή ή ανεστραμμένη.	Έχουν συνήθως κανονική μορφή.	Έχουν κανονική μορφή.

2. Με βάση τη μορφή τους:

Κανονικές πυραμίδες	Ανεστραμμένες πυραμίδες
Κάθε τροφικό επίπεδο είναι μικρότερο πάντα από το προηγούμενό του.	Κάθε τροφικό επίπεδο είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενό του.
Δηλαδή παρουσιάζουν μια πτωτική τάση από τροφικό επίπεδο σε τροφικό επίπεδο (στενεύουν προς την κορυφή).	Ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται ολοένα μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.
Είναι οι πυραμίδες ενέργειας, βιομάζας και πολλές πυραμίδες πληθυσμού.	Είναι οι πυραμίδες πληθυσμού όταν σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις.

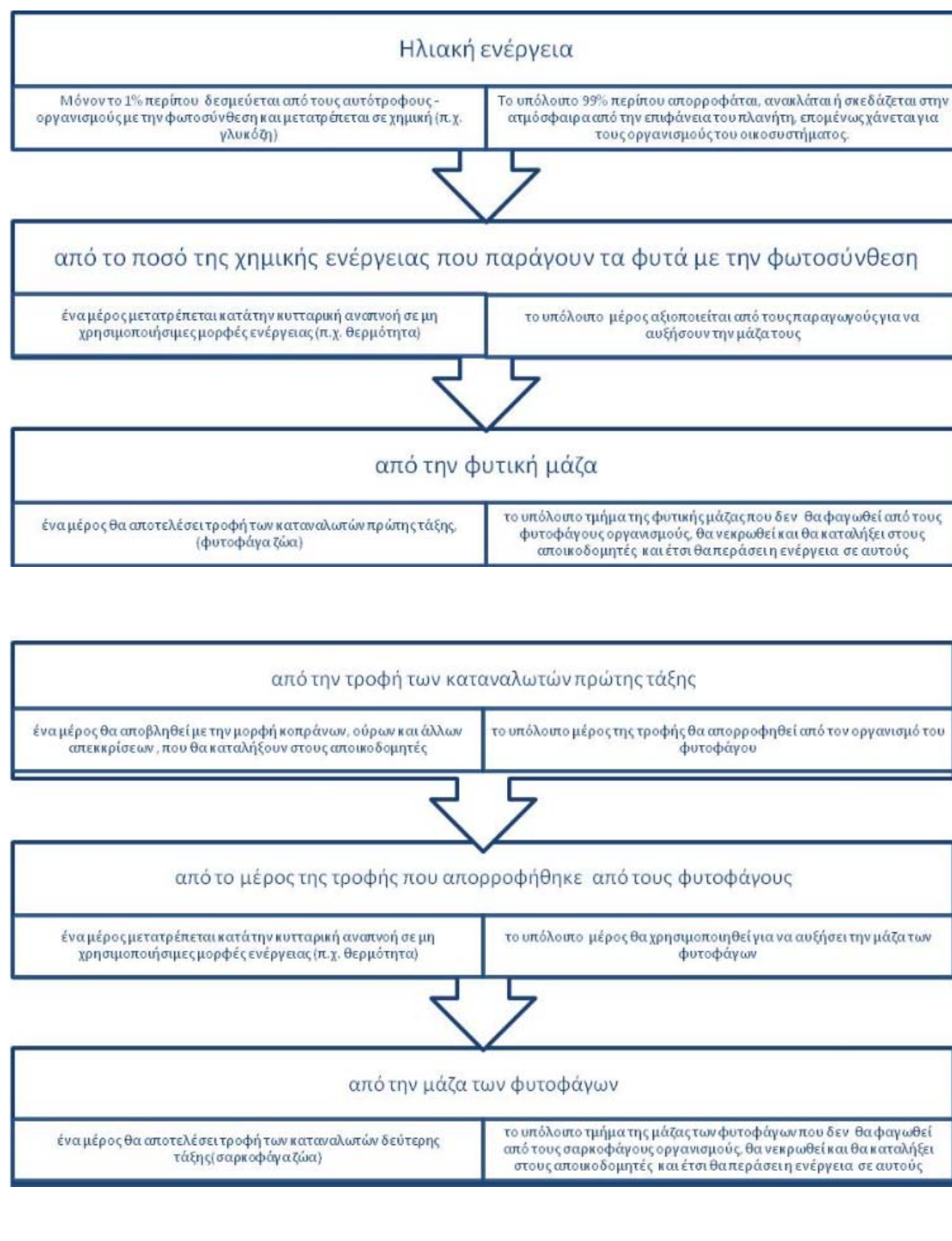
Σχόλιο 5: Ως παρασιτικές σχέσεις εννοούμε τις τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε έναν ξενιστή και σε έναν άλλο οργανισμό που ζει η πολλαπλασιάζεται μέσα ή πάνω σε αυτόν.

Σχόλιο 6: Οι πυραμίδες πληθυσμού έχουν το μειονέκτημα ότι δεν λαμβάνουν υπόψη το μέγεθος των οργανισμών. Σε αυτές τις πυραμίδες, ένα κύτταρο φυτοπλαγκτού έχει την ίδια βαρύτητα, στην αρίθμηση, με μια γιγάντια Σεκόγια, που είναι το ψηλότερο δέντρο που υπάρχει στον πλανήτη.

Σχόλιο 7: Το μέσο βάρος των οργανισμών άρα και η μέση ενέργεια που περιέχεται σε έναν οργανισμό κάθε τροφικού επιπέδου ποικίλει. Ο αριθμός των ατόμων κάθε τροφικού επιπέδου βρίσκεται από τη διαίρεση της βιομάζας του με το βάρος του κάθε οργανισμού ή από τη διαίρεση της ενέργειάς του με την περιεχόμενη ενέργεια κάθε οργανισμού. Η μεταβολή της βιομάζας και της ενέργειας ακολουθεί τον κανόνα του 10% από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο για την μεταβολή του πληθυσμού. Επομένως το πλήθος των οργανισμών που μπορεί να στηριχτεί με τη διαθέσιμη βιομάζα ή ενέργεια του συγκεκριμένου τροφικού επιπέδου ποικίλει. Για το λόγο αυτό οι πυραμίδες πληθυσμού μπορεί να έχουν ακανόνιστο σχήμα.

- Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το **10%** περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται.
- **Αίτια** ελάττωσης της ενέργειας από κάθε τροφικό επίπεδο στο επόμενο του:
 1. Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).
 2. Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
 3. Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.
 4. Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα, τα οποία αποικοδομούνται.
- Η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του.

Σχόλιο 8:



Σχόλιο 9: Οι τροφικές πυραμίδες μας βοηθούν να κατανοήσουμε έναν από τους λόγους για τους οποίους οι κάτοικοι των χωρών με υπερπληθυσμό είναι κυρίως χορτοφάγοι, ενώ οι κάτοικοι των αναπτυγμένων χωρών είναι κρεατοφάγοι ή παμφάγοι. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε άνθρωπος χρειάζεται την ίδια ποσότητα ενέργειας για να

συντηρηθεί, οι εκτάσεις που είναι καλλιεργημένες με σιτηρά θα μπορούσαν να θρέψουν πολύ περισσότερους ανθρώπους αν αυτοί ήταν αποκλειστικά χορτοφάγοι ενώ πολύ λιγότερους αν αυτοί ήταν αποκλειστικά σαρκοφάγοι ή παμφάγοι. Οι χορτοφάγοι εκμεταλλεύονται όλη την ενέργεια των παραγωγών και αποθηκεύουν το 10% αυτής. Οι αποκλειστικά κρεατοφάγοι εκμεταλλεύονται το 10% της ενέργειας των παραγωγών δηλαδή την ενέργεια των φυτοφάγων ζώων και αποθηκεύουν το 10% της ενέργειας των ζώων δηλαδή το 1% της ενέργειας των παραγωγών, γι' αυτό και ο αριθμός τους είναι περιορισμένος.

- Δυσκολίες στην κατάταξη των καταναλωτών στα τροφικά επίπεδα:
 1. Υπάρχουν οργανισμοί που είναι ταυτόχρονα φυτοφάγοι και σαρκοφάγοι (π.χ. άνθρωπος).
 2. Υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να αλλάζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την εποχή (π.χ. αλεπού).
 3. Οι διατροφικές προτιμήσεις κάποιων οργανισμών αλλάζουν ανάλογα με το στάδιο της ζωής τους. Για παράδειγμα, ο βάτραχος στο στάδιο του γυρίνου είναι φυτοφάγος, ενώ, όταν μεταμορφωθεί σε ώριμο βάτραχο, γίνεται εντομοφάγος.

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

<u>Ανεστραμμένη πυραμίδα</u>	Τροφική πυραμίδα πληθυσμού, στην οποία ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων, εξ αιτίας ύπαρξης παρασιτικών τροφικών σχέσεων στο οικοσύστημα.
<u>Βιομάζα</u>	Η ξηρή μάζα των οργανισμών ενός οικοσυστήματος ανά μονάδα επιφάνειας.
<u>Γυρίνος</u>	Η πρώτη μορφή του βατράχου όταν εκκολάπτεται από το αυγό. Είναι αποκλειστικά υδρόβιος και φυτοφάγος και εμφανίζει ουρά. Μετασχηματίζεται, χάνοντας την ουρά του, σε ώριμο βάτραχο που είναι αμφίβιος οργανισμός.
<u>Δρυοκολάπτης</u>	Πτηνό των δασών με μακρύ και σκληρό ράμφος για να μπορεί να τρέφεται με τα έντομα που βρίσκονται στους κορμούς των δέντρων.
<u>Θερμιδομετρία</u>	Η μέτρηση της ποσότητας της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τις θερμικές μεταβολές των σωμάτων. Το θερμιδικό περιεχόμενο, δηλαδή η ενέργεια που περιέχεται στις οργανικές ουσίες είναι δυνατό να μετρηθεί με άμεσο τρόπο ως το αποτέλεσμα της πλήρους καύσης των συστατικών τους σε ένα θερμιδόμετρο.
<u>Κυτταρική αναπνοή</u>	Διαδικασία καύσης - οξειδωσης των οργανικών μορίων που περιέχονται στην τροφή των ετερότροφων οργανισμών ή που παράγονται από τους αυτότροφους οργανισμούς. Πραγματοποιείται μέσα στα κύτταρα, και στο μεγαλύτερο μέρος της στα μιτοχόνδρια. Με τη διαδικασία αυτή παράγεται ενέργεια που είναι απαραίτητη στα κύτταρα για τη διατήρηση των δομών και των λειτουργιών τους.
<u>Μελίγκρα</u>	Πολύ μικρό έντομο που τρέφεται από τους χυμούς φυτικών οργανισμών.
<u>Οργανική ύλη</u>	Η ύλη από την οποία αποτελούνται όλοι οι οργανισμοί δηλαδή φυτά, ζώα, μικρόβια. Περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τις πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα, τα σάκχαρα και τα λιπίδια.

<u>Παρασιτικές τροφικές σχέσεις</u>	Τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ οργανισμών διαφορετικών ειδών με σχέση ξενιστή (καταναλισκόμενου) - παράσιτου (καταναλωτή).
<u>Ποιοτικές τροφικές σχέσεις</u>	Τροφικές σχέσεις μεταξύ οργανισμών διαφορετικών ειδών που απεικονίζουν ποιος οργανισμός τρώει ποιον.
<u>Ποσοτικές τροφικές σχέσεις</u>	Τροφικές σχέσεις μεταξύ οργανισμών διαφορετικών ειδών που απεικονίζουν την ποσότητα τροφής που τρώει ο κάθε οργανισμός.
<u>Ποώδη φυτά</u>	Κατηγορία μονοετών, διετών ή πολυετών χερσαίων φυτών με μαλακό πράσινο βλαστό (απουσία ξυλώδους βλαστού). Τέτοια φυτά είναι οι παπαρούνα, ο κρίνος, το χαμομήλι κ.ά.
<u>Πυραμίδα βιομάζας</u>	Τροφική πυραμίδα που απεικονίζει τη μεταβολή της βιομάζας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο. Κατασκευάζεται με βάση τη συνολική βιομάζα (δηλαδή την ξηρή μάζα ανά μονάδα επιφάνειας) όλων των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου. Έχει κανονική μορφή.
<u>Πυραμίδα ενέργειας</u>	Τροφική πυραμίδα που απεικονίζει τη μεταβολή της δεσμευμένης ενέργειας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο. Κατασκευάζεται με βάση τη συνολική ενέργεια που περιέχεται στη βιομάζα όλων των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου. Έχει κανονική μορφή.
<u>Πυραμίδα πληθυσμού</u>	Τροφική πυραμίδα που απεικονίζει την μεταβολή του πληθυσμού από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο. Κατασκευάζεται με βάση το συνολικό αριθμό των ατόμων όλων των πληθυσμών κάθε τροφικού επιπέδου. Έχει κανονική ή ανεστραμμένη μορφή.
<u>Ροή ενέργειας</u>	Η είσοδος και διανομή της ενέργειας στους οργανισμούς του οικοσυστήματος μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Η ροή της ενέργειας είναι μονόδρομη: στους καταναλωτές φτάνει ενέργεια μόνο από τους παραγωγούς, ενώ στους αποικοδομητές φτάνει τόσο από τους παραγωγούς, όσο και από τους καταναλωτές.

<u>Τροφικές σχέσεις</u>	Σχέσεις τροφικής εξάρτησης που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών που ζουν σε μια περιοχή. Διακρίνονται σε ποιοτικές (ποιος τρώει ποιον) και ποσοτικές (τι ποσότητα τρώει). Μέσω των τροφικών σχέσεων πραγματοποιείται η διανομή της ενέργειας στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος.
<u>Τροφική αλυσίδα</u>	Σχηματική απεικόνιση των ποιοτικών τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών ενός οικοσυστήματος. Η απεικόνιση αυτής της τροφικής αλληλεξάρτησης γίνεται με μια απλοποιημένη αλυσίδα - αποτελούμενη από οργανισμούς διαφορετικών ειδών τοποθετημένους σε μια σειρά και συνδεδεμένους με βέλη, τα οποία δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή.
<u>Τροφική πυραμίδα</u>	Σχηματική απεικόνιση των ποσοτικών τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Αποτελείται από τροφικά επίπεδα σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Διακρίνεται σε πυραμίδα ενέργειας, βιομάζας ή πληθυσμού.
<u>Τροφικό επίπεδο</u>	Δομικό συστατικό των τροφικών πυραμίδων. Μια τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια) σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Το εμβαδόν που δίνεται σε κάθε ορθογώνιο είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής που απεικονίζει το συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο. Δηλαδή το τροφικό επίπεδο είναι ένα σύνολο ειδών οργανισμών (π.χ. φυτοφάγα) με άμεση τροφική εξάρτηση από ένα άλλο σύνολο ειδών (π.χ. φυτά) και αποτελεί βασική μονάδα του τροφικού πλέγματος.
<u>Τροφικό πλέγμα</u>	Το δίκτυο που απεικονίζει το σύνολο των ποιοτικών τροφικών σχέσεων (δηλαδή το σύνολο των τροφικών αλυσίδων) μεταξύ

	των οργανισμών διαφορετικών ειδών ενός οικοσυστήματος ανάλογα με την εποχή και την ηλικία τους ή το στάδιο της ζωής τους.
--	---

Ημερομηνία τροποποίησης: 21/12/2011

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Ποια είναι η τύχη της ηλιακής ενέργειας που τροφοδοτεί τα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Τα οικοσυστήματα τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον ήλιο. Η ενέργεια που δεσμεύεται από τους παραγωγούς, αφού μετατραπεί σε χημική «ρέει» μονόδρομα, μέσω των τροφικών αλυσίδων, στα διάφορα επίπεδα καταναλωτών και στους αποικοδομητές. Η ενέργεια που εισέρχεται στα οικοσυστήματα δεν ανακυκλώνεται.

Ερώτηση 2.

Για ποιο λόγο τα χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P κ.ά.) πρέπει να κυκλοφορούν στη βιόσφαιρα;

Απάντηση

Η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα, σε αντίθεση με την ενέργεια, είναι περιορισμένη, καθώς ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το διάστημα (μετεωρίτες κ.λ.π.). Για το λόγο αυτό τα χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P κ. ά) που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών, πρέπει να κυκλοφορούν, ώστε να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα στους οργανισμούς.

Ερώτηση 3.

Τι ονομάζονται βιογεωχημικοί κύκλοι;

Απάντηση

Οι επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται ως βιογεωχημικοί κύκλοι, διότι διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.

Ερώτηση 4.

Ποια είναι η σημασία του άνθρακα για τους οργανισμούς;

Απάντηση

Ο άνθρακας είναι το χημικό στοιχείο με βάση το οποίο δομούνται όλες οι οργανικές ενώσεις και συνεπώς όλα τα βιολογικά μακρομόρια.

Ερώτηση 5.

Για ποιο λόγο η πορεία του άνθρακα ακολουθεί τη ροή ενέργειας;

Απάντηση

Η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή ενέργειας σε αυτά, για τον απλό λόγο ότι η χημική ενέργεια που μεταβιβάζεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο είναι δεσμευμένη στις οργανικές ενώσεις.

Ερώτηση 6.

Με ποια μορφή και με ποια διαδικασία εισάγεται ο άνθρακας στα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Ο άνθρακας εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς οργανισμούς προκειμένου να μετατραπεί, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, κυρίως σε γλυκόζη.

Ερώτηση 7.

Ποια είναι η τύχη της γλυκόζης που συντίθεται στους παραγωγούς οργανισμούς;

Απάντηση

Ένα μέρος της γλυκόζης, αλλά και άλλων ενώσεων που συντίθενται από τους παραγωγούς, χρησιμοποιείται κατά την κυτταρική αναπνοή προκειμένου να απελευθερωθεί ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των παραγωγών. Όμως με την κυτταρική αναπνοή παράγεται και διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο αυτό που είχε δεσμευτεί με τη φωτοσύνθεση επιστρέφει πάλι στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να ολοκληρώνεται από τα φυτά ένας κύκλος πρόσληψης και επαναφοράς διοξειδίου του άνθρακα από και προς την ατμόσφαιρα. Το υπόλοιπο μέρος της γλυκόζης που δεν οξειδώνεται μετατρέπεται σε οργανική φυτική ύλη από τους παραγωγούς.

Ερώτηση 8.

Ποια είναι η τύχη της οργανικής ύλης που συνθέτουν οι παραγωγοί, αξιοποιώντας την ενέργεια της γλυκόζης;

Απάντηση

Ένα μέρος της οργανικής φυτικής ύλης των παραγωγών μεταβιβάζεται, ως τροφή, στους καταναλωτές οργανισμούς. Το υπόλοιπο μέρος της οργανικής ύλης που δεν

τρώγεται καταλήγει ως νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρποί, κλαδιά κ.ά.) στο έδαφος και γίνεται τροφή για τους αποικοδομητές, που είναι βακτήρια και μύκητες.

Ερώτηση 9.

Ποιο είναι το αποτέλεσμα της οξείδωσης της οργανικής ύλης φυτικής και ζωικής προέλευσης;

Απάντηση

Οι αποικοδομητές εκτός από τη νεκρή οργανική ύλη φυτικής προέλευσης χρησιμοποιούν και τη νεκρή οργανική ύλη ζωικής προέλευσης (σώματα νεκρών οργανισμών, απεκκρίσεις, περιττώματα κ.ά.). Στην περίπτωση τόσο των παραγωγών, όσο και των καταναλωτών και των αποικοδομητών η οργανική ύλη οξειδώνεται, με αποτέλεσμα αφ' ενός την απελευθέρωση ενέργειας που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους και αφ' ετέρου την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 10.

Ποιες διαδικασίες εμπλέκονται στην ανταλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ ατμόσφαιρας και βιοτικών παραγόντων των οικοσυστημάτων;

Απάντηση

Η ανταλλαγή αυτή του διοξειδίου του άνθρακα γίνεται με την εναλλαγή δύο διαδικασιών, της φωτοσύνθεσης και της κυτταρικής αναπνοής. Με τη φωτοσύνθεση προσλαμβάνεται το διοξείδιο του άνθρακα προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή γλυκόζης. Με την κυτταρική αναπνοή οξειδώνεται η γλυκόζη και επιστρέφει το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 11.

Πώς παρεμβαίνει ο άνθρωπος στον κύκλο του άνθρακα;

Απάντηση

Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο του άνθρακα κυρίως με δύο τρόπους:

α) με τη συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων, τα οποία καιγόμενα απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, που δεν προλαβαίνουν να απορροφήσουν οι παραγωγοί, και

β) με την καταστροφή των δασών λόγω υλοτόμησης και εκχερσώσεων.

Ερώτηση 12.

Ποια είναι και πως προέρχονται τα ορυκτά καύσιμα;

Απάντηση

Τα ορυκτά καύσιμα είναι οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Τα καύσιμα αυτά προέρχονται από τον μετασχηματισμό της οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος. Παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης, αποτελώντας μια μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμενε αχρησιμοποίητη.

Ερώτηση 13.

Ποια είναι η αιτία και ποιο το αποτέλεσμα της εντατικής εξόρυξης και καύσης του άνθρακα;

Απάντηση

Η αιτία εντατικής εξόρυξης και καύσης του άνθρακα είναι οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας και των μεταφορών. Το αποτέλεσμα της καύσης είναι η απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 14.

Ποιες διαδικασίες ελαττώνουν τον αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη;

Απάντηση

Η ελάττωση του αριθμού των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη γίνεται:

- α) με την υλοτόμηση, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων ξυλείας και
- β) με τις εκχερσώσεις, που αποσκοπούν στην εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας.

Ερώτηση 15.

Ποιες είναι οι συνέπειες της αύξησης της απελευθέρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με την ελάττωση των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη;

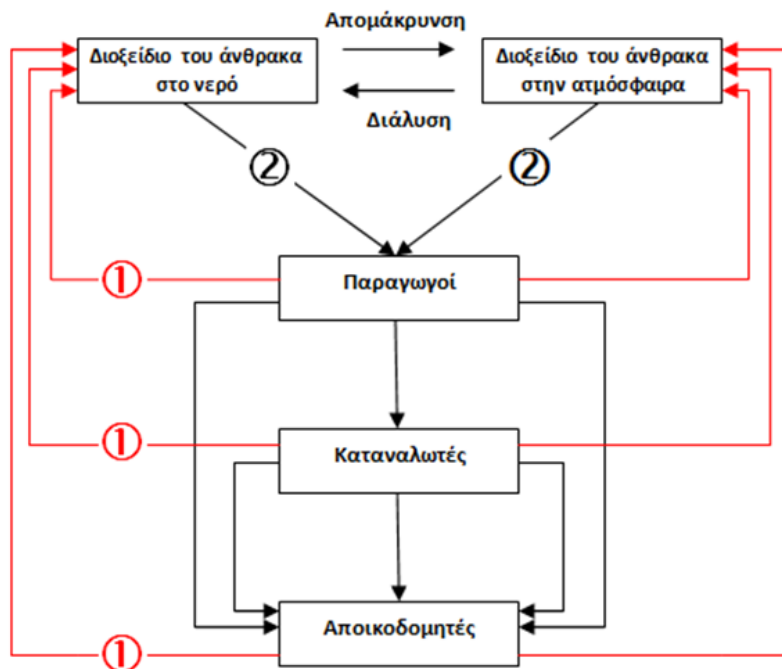
Απάντηση

Το αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών οδηγεί σε βαθμιαία αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, μια εξέλιξη που μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες για το κλίμα του πλανήτη, όπως είναι η επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ερώτηση 1.

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα:



α) Να γράψεις τα ονόματα των διαδικασιών που αντιστοιχούν στους αριθμούς 1 και 2;

β) Πώς συνδέεται ο βιογεωχημικός κύκλος του στοιχείου στο οποίο αναφέρεται το διάγραμμα με τη ροή ενέργειας στα οικοσυστήματα;

Απάντηση

α) Το διάγραμμα αναφέρεται στον βιογεωχημικό κύκλο του άνθρακα.

Τα βέλη δείχνουν την ανταλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας ή του νερού με τους βιοτικούς παράγοντες των οικοσυστημάτων.

Η διαδικασία που αντιστοιχεί στον αριθμό 2 είναι η φωτοσύνθεση, κατά την οποία προσλαμβάνεται το διοξείδιο του άνθρακα από τους παραγωγούς, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή γλυκόζης.

Η διαδικασία που αντιστοιχεί στον αριθμό 1 είναι η κυτταρική αναπνοή, με την οποία οξειδώνεται η γλυκόζη, προκειμένου να απελευθερωθεί ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών των οργανισμών (παραγωγών, καταναλωτών, αποικοδομητών) και επιστρέφει το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Β) Ο άνθρακας είναι το χημικό στοιχείο με βάση το οποίο δομούνται όλες οι οργανικές ενώσεις και συνεπώς όλα τα βιολογικά μακρομόρια. Η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή της ενέργειας σ' αυτά, για τον απλό λόγο ότι η χημική ενέργεια που μεταβιβάζεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο είναι δεσμευμένη στις οργανικές ενώσεις που μεταφέρονται από τον ένα οργανισμό στον άλλο μέσω της τροφής.

Ερώτηση 2.

Ποια πορεία μπορεί να ακολουθήσε ένα άτομο άνθρακα που απελευθερώθηκε στην ατμόσφαιρα την προηγούμενη Δευτέρα από την καύση πετρελαίου στον καυστήρα πολυκατοικίας και σήμερα βρίσκεται στο μόριο κάποιας οργανικής ένωσης στο σώμα σου;

Απάντηση

Με την καύση του πετρελαίου ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα.

Ο άνθρακας εισέρχεται στους βιολογικούς παράγοντες των οικοσυστημάτων (και συγκεκριμένα δεσμεύεται από τους αυτότροφους οργανισμούς με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης) με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς προκειμένου να μετατραπεί, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, σε γλυκόζη.

Το εν λόγω άτομο άνθρακα προσλήφθηκε επομένως από κάποιο φυτό που το χρησιμοποίησε για να συνθέσει κάποια οργανική ένωση.

Είναι γνωστό ότι η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή ενέργειας σ' αυτά, καθώς η χημική ενέργεια που μεταβιβάζεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο είναι δεσμευμένη στις οργανικές ενώσεις. Έτσι, είναι δυνατόν να κατανάλωσες το φυτό αυτό και ο οργανισμός σου να χρησιμοποιήσει τη φυτική οργανική ένωση που περιείχε το συγκεκριμένο άτομο άνθρακα για να συνθέσει τη δική σου οργανική ένωση, στην οποία σήμερα βρίσκεται.

Σε ένα άλλο ενδεχόμενο, το φυτό μπορεί να καταναλώθηκε από κάποιο φυτοφάγο ζώο που κατ' ανάλογο τρόπο χρησιμοποίησε την οργανική ένωση για να συνθέσει κάποια δική του. Αν εσύ στη συνέχεια κατανάλωσες μέρος του φυτοφάγου αυτού ζώου, η οργανική ένωση που φέρει το συγκεκριμένο άτομο άνθρακα μπορεί να κατέληξε σε κάποια οργανική ένωση που σύνθεσε ο οργανισμός σου.

Ημερομηνία τροποποίησης: 8/02/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να προσδιορίζεις τη διαφορά ανάμεσα στη διαθεσιμότητα της ενέργειας και τη διαθεσιμότητα της ύλης που απαιτείται για την ύπαρξη των οικοσυστημάτων.
2. Να εξηγείς γιατί η ανακύκλωση της ύλης είναι απαραίτητη προϋπόθεση διατήρησης των οικοσυστημάτων.
3. Να ορίζεις τους βιογεωχημικούς κύκλους.
4. Να αναφέρεις τη σημασία του άνθρακα ως χημικό στοιχείο.
5. Να εξηγείς γιατί η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή ενέργειας σε αυτά.
6. Να προσδιορίζεις τη μορφή με την οποία ο άνθρακας εισέρχεται στα οικοσυστήματα.
7. Να εξηγείς πώς τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των παραγωγών, των καταναλωτών και των αποικοδομητών.
8. Να αναφέρεις τη διαδικασία με την οποία όλοι οι οργανισμοί επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα.
9. Να συνοψίζεις τις διαδικασίες που εναλλάσσονται στην ανταλλαγή διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ βιοτικών παραγόντων και ατμόσφαιρας.
10. Να εξηγείς τη βιολογική προέλευση των ορυκτών καυσίμων.
11. Να εξηγείς γιατί η καύση ορυκτών συνιστά παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα.
12. Να απαριθμείς τα αίτια της καταστροφής των δασών από τον άνθρωπο.
13. Να εξηγείς γιατί η καταστροφή των δασών συνιστά παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα.
14. Να σχεδιάζεις τον κύκλο του άνθρακα.

ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

ΓΕΝΙΚΑ

- Η τροφοδοσία των οικοσυστημάτων περιλαμβάνει:

1. ηλιακή ενέργεια:

- ο δεσμεύεται από τους παραγωγούς και, αφού μετατραπεί σε χημική:
 1. «Ρέει» μονόδρομα, μέσω των τροφικών αλυσίδων.
 2. Απομακρύνεται από το οικοσύστημα με τη μορφή θερμότητας.
 3. Δεν ανακυκλώνεται.

2. χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P κ.ά.):

- ο είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών
 - ο πρέπει να ανακυκλώνονται, ώστε να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα, καθώς η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη.
- Η επαναλαμβανόμενη κυκλική πορεία ενός χημικού στοιχείου σε ένα οικοσύστημα (από το αβιοτικό περιβάλλον στους οργανισμούς και πάλι στο αβιοτικό περιβάλλον) χαρακτηρίζεται ως **βιογεωχημικός κύκλος**.
 - Οι βιογεωχημικοί κύκλοι διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.

ΚΥΚΛΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

- Ο άνθρακας

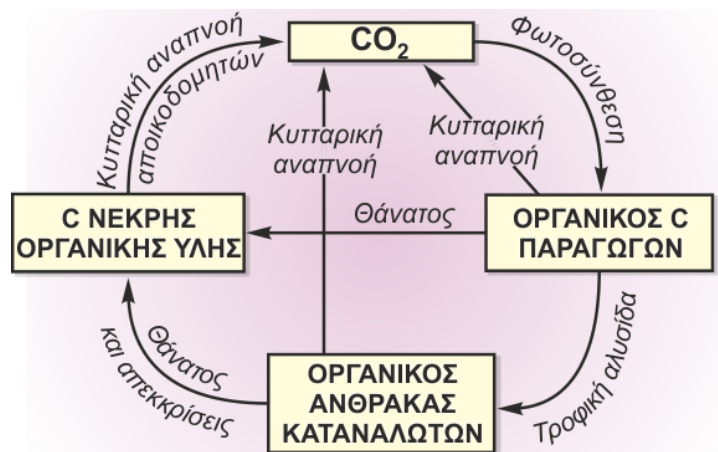
1. είναι χημικό στοιχείο με βάση το οποίο δομούνται όλα τα βιολογικά μακρομόρια (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, υδατάνθρακες και λιπίδια).
2. στα οικοσυστήματα ακολουθεί την πορεία της ροής της ενέργειας

- Στον κύκλο του άνθρακα εμπλέκονται δύο βασικές διαδικασίες:

1. Η **φωτοσύνθεση**, κατά την οποία διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ηλιακό φως χρησιμοποιούνται για να παράγουν γλυκόζη και οξυγόνο (πραγματοποιείται μόνο από τους παραγωγούς)
2. Η **κυτταρική αναπνοή**, κατά την οποία χρησιμοποιείται η γλυκόζη και το οξυγόνο για να παραχθεί ενέργεια και ταυτόχρονα επιστρέφει διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (πραγματοποιείται από όλους τους οργανισμούς).

Περιγραφή του κύκλου του άνθρακα

- Ο άνθρακας εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα.
- Το διοξείδιο του άνθρακα **παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς**, προκειμένου να μετατραπεί, με τη διαδικασία της **φωτοσύνθεσης**, σε **γλυκόζη**.
- Ένα μέρος της γλυκόζης, αλλά και άλλων ενώσεων που συντίθενται από τους παραγωγούς, **χρησιμοποιείται κατά την κυτταρική αναπνοή** προκειμένου να απελευθερωθεί ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών των παραγωγών.
- Κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται **διοξείδιο του άνθρακα**, που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.
- Από το υπόλοιπο μέρος της οργανικής ύλης που έχει παραχθεί από τους παραγωγούς:
 1. ένα μέρος μεταβιβάζεται, ως τροφή, στους καταναλωτές
 2. ένα άλλο μέρος καταλήγει ως νεκρή οργανική ύλη (φύλλα, καρποί, κλαδιά κ.ά.) στο έδαφος και γίνεται τροφή για τους αποικοδομητές (βακτήρια και μύκητες) μαζί με τη νεκρή οργανική ύλη ζωικής προέλευσης (σώματα νεκρών οργανισμών, απεκκρίσεις, περιττώματα κ.ά.).



Σχόλιο 1: Ο κύκλος του άνθρακα στο νερό γίνεται κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν στην ξηρά. Όμως εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι όσο αυξάνεται το βάθος, ελαττώνεται το φως και επομένως ελαττώνεται η φωτοσύνθεση και οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, αναλογικά με το βάθος, να ελαττώνεται η συγκέντρωση του οξυγόνου και να αυξάνεται η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα που βρίσκεται στο νερό με τη μορφή των ανθρακικών ιόντων. Η ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου οφείλεται σε:

- i. ελάττωση της παραγωγής του λόγω ελάττωσης της φωτοσύνθεσης
- ii. αύξηση της κατανάλωσής του λόγω κυτταρικής αναπνοής

Η αύξηση της συγκέντρωσης των ανθρακικών ιόντων οφείλεται στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση αυτή μεταξύ άλλων οφείλεται σε:

- i. ελάττωση της δέσμευσής του διοξειδίου του άνθρακα από τους παραγωγούς λόγω ελάττωσης της φωτοσύνθεσης
- ii. αύξηση της παραγωγής του λόγω κυτταρικής αναπνοής, που πραγματοποιούν όλοι οι οργανισμοί.

ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

- Συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων, πετρελαίου, φυσικού αερίου), τα οποία:
- προέρχονται από τον μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος,
- παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης
- εξορύσσονται εντατικά λόγω των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών της βιομηχανίας και των μεταφορών
- απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα

Σχόλιο 2: Παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα δεν αποτελεί μόνο το διοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από την υπέρμετρη καύση ορυκτών καυσίμων, αλλά και το μονοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, προκαλώντας σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, καθώς παρεμποδίζει την μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς.

- Η καταστροφή των δασών:
- λόγω της υλοτόμησης, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας

- λόγω των εκχερσώσεων, που αποσκοπούν στην εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας περιορίζει το συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη.

Σχόλιο 3: Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει ως αποτέλεσμα την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου με συνέπειες την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει στην τήξη των πολικών πάγων με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και επιπλέον τη μετατροπή γόνιμων εκτάσεων σε άγονες και το αντίθετο.

Σχόλιο 4: Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας των ωκεανών. Περίπου το ένα τρίτο του διοξειδίου του άνθρακα, που εκλύεται λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας αποθηκεύεται στους ωκεανούς, μετριάζοντας με αυτόν τον τρόπο την αύξηση της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα καθώς και την παγκόσμια θέρμανση. Καθώς το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται στο θαλασσινό νερό, σχηματίζεται ανθρακικό οξύ, το οποίο επιδρά χαμηλώνοντας το pH του νερού, κάνοντάς το δηλαδή πιο όξινο.

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

<u>Βιογεωχημικοί κύκλοι</u>	Επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα, που διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.
<u>Βιομηχανική επανάσταση</u>	Όρος που περιγράφει τις ραγδαίες μεταβολές στον τρόπο παραγωγής αγαθών που σημειώθηκαν αρχικά στην Αγγλία κατά το 18ο αιώνα και στη συνέχεια και σε άλλες χώρες (Γαλλία, Βέλγιο, Γερμανία, Η.Π.Α). Χαρακτηρίστηκε από την εκτεταμένη χρήση νέων τεχνικών μέσων στη βιομηχανία και τις μεταφορές και την ανάδειξη του εργοστασίου ως μέσου παραγωγής, επιφέροντας την εκμηχάνιση των παραδοσιακών αγροτικών κοινωνιών της Ευρώπης. Με τη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε η συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων.
<u>Γαιάνθρακας</u>	Ο άνθρακας που εξορύσσεται από τη γη, ο ορυκτός άνθρακας (γαία = γη και άνθρακας = κάρβουνο). Οι γαιάνθρακες σχηματίστηκαν από υπολείμματα φυτικής ύλης (δάση, φυτοπλαγκτόν) και ζωικών οργανισμών που καταπλακώθηκαν και θάφτηκαν από πετρώματα μετά από φυσικές καταστροφές (επικωματώσεις, καθιζήσεις, σεισμούς, κατακρημνίσεις) και στη συνέχεια υπέστησαν συνδυασμένη επίδραση θερμότητας, πίεσης και βακτηρίων απουσία αέρα (ανθρακοποίηση) κατά τη διάρκεια πολλών εκατομμυρίων ετών.
<u>Γλυκόζη</u>	Υδατάνθρακας - απλό σάκχαρο (με 6 άτομα άνθρακα) που παράγεται από τους παραγωγούς (αυτότροφους οργανισμούς) με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς κατά την κυτταρική αναπνοή για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Η καύση - οξείδωση της γλυκόζης έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.
<u>Διοξείδιο του άνθρακα</u>	Ανόργανη μορφή άνθρακα, που υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Δεσμεύεται από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση και μετατρέπεται σε

	οργανική μορφή, όπως είναι η γλυκόζη. Ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από τις καύσεις οργανικών μορίων κατά την αερόβια αναπνοή φυτών, ζώων και μικροοργανισμών καθώς και από τις καύσεις ορυκτών καυσίμων.
<u>Εκχερσώσεις</u>	Διαδικασία καταστροφής και απομάκρυνσης της βλάστησης από μια περιοχή (βιότοπο) με σκοπό την εκμετάλλευση της έκτασης αυτής για οικοδομικές και καλλιεργητικές δραστηριότητες.
<u>Κυτταρική αναπνοή</u>	Διαδικασία με την οποία η γλυκόζη, αλλά και άλλες οργανικές ενώσεις πλούσιες σε ενέργεια, οξειδώνονται παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ενέργεια, προκειμένου να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες των οργανισμών. Κατά την κυτταρική αναπνοή, ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται σε μη αξιοποιήσιμες μορφές (π.χ. θερμότητα).
<u>Κυτταρική αναπνοή</u>	Μεταβολική διαδικασία κατά την οποία παράγεται ενέργεια από τη διάσπαση οργανικών ενώσεων (όπως η γλυκόζη, τα λιπαρά οξέα και τα αμινοξέα), ή ανόργανων ενώσεων (όπως η αμμωνία), παρουσία οξυγόνου (αερόβια αναπνοή) ή απουσία οξυγόνου (αναερόβια αναπνοή).
<u>Μετεωρίτες</u>	Ουράνια σώματα που έλκονται από τη βαρύτητα της Γης και πέφτουν στην επιφάνειά της χωρίς να διαλυθούν πλήρως στην ατμόσφαιρα.
<u>Ορυκτά καύσιμα</u>	Γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο. Προέρχονται από τον μετασχηματισμό της οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος. Παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης, αποτελώντας μια μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμενε αχρησιμοποίητη.
<u>Πετρέλαιο</u>	Από τις λέξεις πέτρα και έλαιο, "λάδι της πέτρας". Παχύρρευστο, μαύρο ή βαθύ καφετί ή πρασινωπό υγρό πέτρωμα, που αποτελεί και την κυριότερη σήμερα φυσική πηγή ενέργειας. Αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες. Περιέχει, επίσης, και ενώσεις του αζώτου και του θείου. Εξορύσσεται από κοιτάσματα στα βάθη της Γης με τη μορφή του «αργού πετρελαίου». Αποκαλείται «μαύρος χρυσός».

<u>Υλοτόμηση</u>	Κοπή δέντρων σε ένα δάσος με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων ξυλείας. Η αλόγιστη υλοτόμηση οδηγεί στην καταστροφή των δασών.
<u>Φυσικό αέριο</u>	Αέριο μίγμα υδρογονανθράκων με κύριο συστατικό το μεθάνιο. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες εδάφους και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο.
<u>Φωτοσύνθεση</u>	Διαδικασία κατά την οποία τα πράσινα φυτά, τα φύκη και τα κυανοβακτήρια μετασχηματίζουν τη ηλιακή ενέργεια σε χημική. Κατά τη φωτοσύνθεση η ηλιακή ενέργεια δεσμεύεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή οργανικών ενώσεων πλούσιων σε ενέργεια (όπως γλυκόζη και άλλοι υδατάνθρακες) από διοξείδιο του άνθρακα και νερό με σύγχρονη ελευθέρωση οξυγόνου.

Ημερομηνία τροποποίησης: 8/02/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να εξηγείς γιατί το άζωτο είναι σημαντικό για τους οργανισμούς.
2. Να ορίζεις την αζωτοδέσμευση και να εξηγείς την αναγκαιότητά της.
3. Να διακρίνεις την αζωτοδέσμευση που γίνεται χάρη σε βιολογικές διαδικασίες από αυτήν που στηρίζεται σε φυσικά φαινόμενα.
4. Να περιγράφεις την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση αναφέροντας τα προϊόντα της και την προέλευση της ενέργειας που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί.
5. Να περιγράφεις τη βιολογική αζωτοδέσμευση και να αναφέρεις τα προϊόντα της.
6. Να αναφέρεις από ποιους οργανισμούς πραγματοποιείται η βιολογική αζωτοδέσμευση καθώς και πού ζουν αυτοί.
7. Να δίνεις παραδείγματα ψυχανθών φυτών.
8. Να εξηγείς γιατί τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες.
9. Να προσδιορίζεις τη μορφή και τον τρόπο με τον οποίο προσλαμβάνουν άζωτο οι παραγωγοί.
10. Να αναφέρεις με ποια μορφή διακινείται το άζωτο στις διάφορες τάξεις καταναλωτών, μέσω των τροφικών αλυσίδων.
11. Να αναφέρεις αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού των ζώων, που να περιέχουν άζωτο.
12. Να προσδιορίζεις την μορφή και τον τρόπο με τον οποίο προσλαμβάνουν άζωτο οι αποικοδομητές.
13. Να αναφέρεις το αζωτούχο προϊόν της διαδικασίας διάσπασης της νεκρής οργανικής ύλης.
14. Να εξηγείς τη σημασία της νιτροποίησης.
15. Να αναφέρεις μια διαδικασία με την οποία το άζωτο που έχει απομακρυνθεί από την ατμόσφαιρα μπορεί να επιστρέψει πίσω σε αυτήν.
16. Να απαριθμείς όλους τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στον κύκλο του αζώτου.

17. Να αναφέρεις τον σκοπό για τον οποίο ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο του αζώτου.
18. Να δίνεις παραδείγματα οργανικών φυσικών λιπασμάτων.
19. Να εξηγείς την προέλευση των βιομηχανικών λιπασμάτων και τις συνέπειες της χρήσης τους σε μεγάλες ποσότητες.
20. Να αναφέρεις οικολογικούς τρόπους εμπλουτισμού του εδάφους σε άζωτο.
21. Να σχεδιάζεις τον κύκλο του αζώτου.

Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ

- Το άζωτο είναι σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς αποτελεί συστατικό πολλών βιομορίων όπως:
- νουκλεϊκών οξέων
- πρωτεϊνών
- φωσφολιπιδίων
- Το μοριακό άζωτο αφθονεί στην ατμόσφαιρα, 78% κ.ό., όμως η μορφή αυτή δεν είναι αξιοποιήσιμη από τους παραγωγούς.

ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ

- Διαδικασία μετατροπής του αζώτου σε μορφές που μπορούν να προσληφθούν και να αξιοποιηθούν από τους παραγωγούς
- Διακρίνεται σε:
 - A. **Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση** (10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης):
 - I. το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά:
 - α. με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία
 - β. με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα
 - II. Η απαραίτητη ενέργεια προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί).
 - III. Η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα που παράγονται μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος.
 - B. **Βιολογική αζωτοδέσμευση** (90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης):
 - IV. το άζωτο της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από κατάλληλους μικροοργανισμούς (**αζωτοδεσμευτικά βακτήρια**) και μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα.
 - V. τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια μπορεί να είναι:
 - α. ελεύθερα
 - β. συμβιωτικά, στις ρίζες των ψυχανθών σε ειδικά εξογκώματα (φυμάτια).
 - VI. τα νιτρικά ιόντα που παράγονται μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή (και τα υπόλοιπα φυτά).

ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Η αμμωνία του εδάφους μετατρέπεται (από ειδικά **νιτροποιητικά** βακτήρια του εδάφους) σε νιτρικά ιόντα τα οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά.

Σχόλιο 1: Η νιτροποίηση είναι μια αερόβια βιολογική διαδικασία δύο σταδίων κατά την οποία βακτήρια οξειδώνουν την αμμωνία σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά. Στο πρώτο βήμα η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη από βακτήρια του γένους *Nitrosomonas*. Στο δεύτερο βήμα, τα νιτρώδη οξειδώνονται σε νιτρικά από βακτήρια του γένους *Nitrobacter*. Τα βακτήρια αυτά είναι αυτότροφα δηλαδή τα ίδια συνθέτουν οργανική ύλη από ανόργανα μόρια διοξειδίου του άνθρακα και νερού. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των οργανικών ενώσεων προέρχεται από την οξείδωση της αμμωνίας και των νιτρωδών. Για αυτό το λόγο τα βακτήρια αυτά θεωρούνται χημειοαυτότροφα.

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

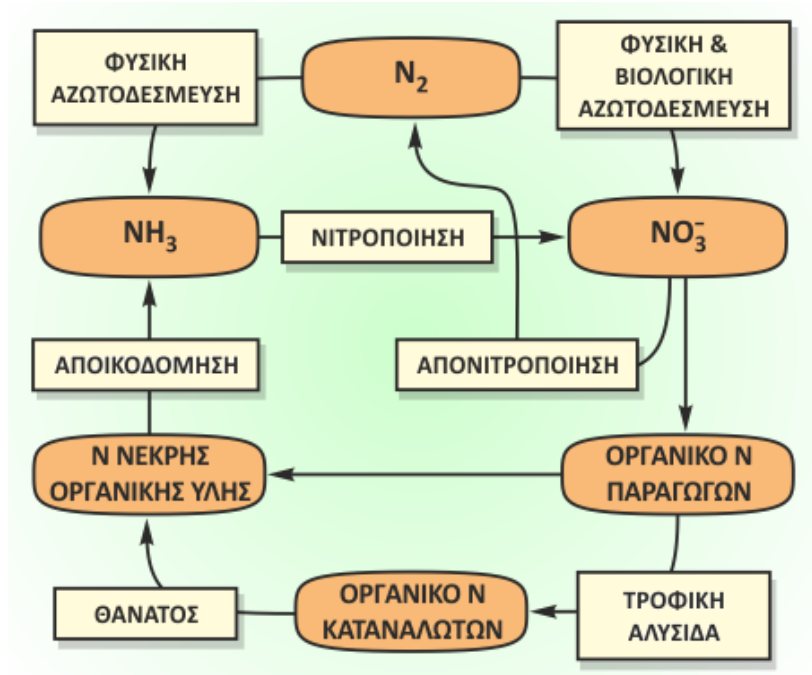
Ειδικά **απονιτροποιητικά βακτήρια** μετατρέπουν τα νιτρικά ιόντα σε μοριακό άζωτο. Με τον τρόπο αυτό, το άζωτο που έχει απομακρυνθεί (με την αζωτοδέσμευση) από την ατμόσφαιρα επιστρέφει πίσω σ'αυτήν.

Σχόλιο 2: Η φυσική απονιτροποίηση αποτελείται από μια σειρά αναγωγικών αντιδράσεων όπου τα νιτρικά άλατα μετατρέπονται σταδιακά σε νιτρώδη, αυτά σε μονοξείδιο του αζώτου, αυτά με τη σειρά τους σε υποοξείδιο του αζώτου και τελικά σε ατμοσφαιρικό άζωτο. ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$). Γίνεται από αναερόβια βακτήρια που λέγονται απονιτροποιητικά. Αυτά για να συντηρηθούν είναι σε θέση να αποκτούν ενέργεια, τόσο από οργανικές ενώσεις, όπως η μεθανόλη, όσο και από ανόργανες ενώσεις, όπως το υδρογόνο και το θείο. Η απονιτροποίηση σε συνδυασμό με την επιφανειακή απορροή και την απόπλυση των γεωργικών εδαφών αποτελεί σημαντική αιτία για την απώλεια των νιτρικών ιόντων από το καλλιεργήσιμο έδαφος.

ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ

- **Πρόσληψη από τα φυτά:** τα φυτά προσλαμβάνουν νιτρικά ιόντα από το έδαφος προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους, όπως τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα.
- **Κατανάλωση:** το άζωτο που περιέχεται στις οργανικές αζωτούχες ενώσεις διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων.
- **Αποικοδόμηση:** μικροοργανισμοί του εδάφους παράγουν αμμωνία διασπώντας:
 - Α. τη νεκρή οργανική ύλη (καρπούς, φύλλα, νεκρά σώματα, τρίχωμα κτλ.), που φυτά και ζώα εγκαταλείπουν στο έδαφος,

Β. τα αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού των ζώων όπως η ουρία, το ουρικό οξύ και τα περιττώματα



Σχόλιο 3: Ο κύκλος του αζώτου στο νερό γίνεται κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν στην ξηρά. Όμως εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι όσο αυξάνεται το βάθος αυξάνεται η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων. Οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει η αύξηση αυτή είναι οι παρακάτω:

α) Όσο αυξάνεται το βάθος ελαττώνεται το φως και επομένως ελαττώνεται η φωτοσύνθεση και οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, αναλογικά με το βάθος να ελαττώνεται η ποσότητα των νιτρικών ιόντων που δεσμεύουν οι παραγωγοί οργανισμοί, οπότε αυξάνεται η ποσότητα των ελεύθερων νιτρικών ιόντων στο νερό.

β) Όσο αυξάνεται το βάθος, αυξάνεται και το ποσό της νεκρής οργανικής ύλης που καθιζάνει από τα υπερκείμενα στρώματα νερού. Η αποικοδόμησή της οδηγεί στην δημιουργία αμμωνίας, η οποία με τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων θα μετατραπεί σε νιτρικά ιόντα, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων στο νερό.

ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Η παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο προκύπτει από την ανάγκη να αυξήσει την παραγωγικότητα των αγροτικών οικοσυστημάτων και να αναπληρώσει το άζωτο που απομακρύνεται από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις κατά τη συγκομιδή των προϊόντων της γεωργίας.

Για να το πετύχει αυτό:

Παλαιότερα

Α. χρησιμοποιούσε **οργανικά** φυσικά αζωτούχα **λιπάσματα**:

- ο Περιττώματα ζώων (κοπριά),
- ο Περιττώματα πτηνών π.χ. από τους περιστερώνες ή από ψαροφάγα πουλιά (γκουανό)

Β. εφάρμοζε την πρακτική της **αγρανάπαυσης**: προσωρινή παύση της καλλιέργειας που επιτρέπει στα εδάφη να εμπλουτιστούν με άζωτο με φυσικό τρόπο (ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση), ώστε να ανακτήσουν τη γονιμότητά τους.

Γ. εφάρμοζε την πρακτική της **αμειψισποράς**: εναλλαγή στην καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών (που φέρουν στις ρίζες τους αζωτοδεσμευτικά βακτήρια), έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί.

Σχόλιο 4: Το τριφύλλι, λόγω της μεγάλης του περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, είναι το σπουδαιότερο παγκοσμίως κτηνοτροφικό φυτό και χρησιμοποιείται ως ζωτροφή βοοειδών, αιγοπροβάτων, χοίρων και πουλερικών.

Σχόλιο 5: Μια παραλλαγή της γεωργικής πρακτικής της αμειψισποράς είναι και η τριζωνική καλλιέργεια, που εφαρμόστηκε στα τέλη του μεσαίωνα. Στην τριζωνική καλλιέργεια, το χωράφι χωρίζεται σε 3 ζώνες από τις οποίες η πρώτη καλλιεργείται με σιτάρι, η δεύτερη με βρώμη, ενώ η τρίτη μένει χέρσα δηλαδή σε αγρανάπαυση, ώστε να ανακτήσει τα συστατικά της μέσα από διαδικασίες αποικοδόμησης και αζωτοδέσμευσης.

Σήμερα χρησιμοποιεί κυρίως **βιομηχανικά λιπάσματα**, που:

Α. αντικατέστησαν τα οργανικά φυσικά λιπάσματα.

Β. η μέθοδος παραγωγής τους στηρίζεται στο ατμοσφαιρικό άζωτο.

Γ. χρησιμοποιούνται σε τεράστιες ποσότητες, για την αύξηση της παραγωγικότητας των αγροτικών οικοσυστημάτων.

Δ. το μεγαλύτερο μέρος τους παρασύρεται από τη βροχή και καταλήγει στα γλυκά ή στα θαλασσινά νερά οδηγώντας στο φαινόμενο του ευτροφισμού.

Σχόλιο 6: Τα βασικά συστατικά από τα οποία αποτελείται ένα βιομηχανικό λίπασμα είναι το άζωτο, το φωσφορικό οξύ και το κάλιο. Ανάλογα με το πόσες από αυτές τις θρεπτικές ουσίες περιέχουν διακρίνονται σε απλά, που έχουν μόνο ένα στοιχείο (άζωτο, φώσφορο ή κάλιο) και σε σύνθετα (που περιέχουν συνδυασμό των παραπάνω στοιχείων). Υπάρχει διεθνής συμφωνία, τα τρία αυτά συστατικά να αναφέρονται με την παραπάνω σειρά. Έτσι, όταν υπάρχει μόνο ο ένας αριθμός, σημαίνει ότι το λίπασμα δεν είναι σύνθετο και, ανάλογα με τη θέση που έχει ο αριθμός, καταλαβαίνουμε και ποιο συστατικό περιέχει. Αν έχει και τους τρεις αριθμούς σημαίνει ότι έχει και τα τρία συστατικά. Οι αριθμοί αυτοί επίσης δηλώνουν την ποσότητα που περιέχει το λίπασμα από το κάθε συστατικό που αναφέρεται. Έτσι π.χ. το λίπασμα 8-6-9, περιέχει 8% άζωτο, 6% φωσφορικό οξύ και 9% κάλιο. Το λίπασμα 20-0-0 περιέχει μόνο 20% άζωτο, ενώ το λίπασμα 10-8-0 περιέχει 10% άζωτο και 8% φωσφορικό οξύ. Βασικό για τη χρήση κάθε λιπάσματος και για την ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί, είναι να καθοριστεί η σύνθεση του εδάφους, οι ελλείψεις κι οι ανάγκες που παρουσιάζει, να γνωρίζουμε από πριν τι θα καλλιεργηθεί και τι είχε καλλιεργηθεί πριν και το πότε θα γίνει η χρήση του λιπάσματος. Σήμερα υπάρχουν μερικές δεκάδες διαφορετικά λιπάσματα, με βασικότερα τα σύνθετα, που περιέχουν πολλές θρεπτικές ουσίες αλλά και ιχνοστοιχεία.

Σχόλιο 7: Στον κύκλο του αζώτου εμπλέκονται και οξείδια του αζώτου που παράγονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, από την ηφαιστειακή δράση, τις διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους και κυρίως την καύση υγρών καυσίμων. Τα οξείδια του αζώτου με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας μετατρέπονται σε νιτρικό οξύ που επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής (όξινη βροχή), στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι.

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

<u>Αγρανάπαυση</u>	Παραδοσιακή γεωργική πρακτική προσωρινής διακοπής της καλλιέργειας εδαφών που επιτρέπει στα εδάφη να εμπλουτιστούν σε θρεπτικά στοιχεία με φυσικό τρόπο (π.χ. ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, αποικοδόμηση), ώστε να ανακτήσουν τη γονιμότητά τους.
<u>Αζωτο</u>	Σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς αποτελεί συστατικό πολλών βιομορίων όπως νουκλεϊκών οξέων, πρωτεϊνών και φωσφολιπιδίων. Με τη μορφή οργανικού αζώτου βρίσκεται και σε προϊόντα του μεταβολισμού όπως η ουρία και το ουρικό οξύ. Στη φύση βρίσκεται και σε ανόργανη μορφή όπως τα νιτρικά ιόντα, η αμμωνία και τα οξείδια του αζώτου. Σε μοριακή μορφή (N_2) αφθονεί στην ατμόσφαιρα (78% κ.ό.), όμως η μορφή αυτή δεν είναι αξιοποιήσιμη από τους παραγωγούς.
<u>Αζωτοδέσμευση</u>	Διαδικασία μετατροπής του ατμοσφαιρικού αζώτου σε μορφές που μπορούν να προσληφθούν και να αξιοποιηθούν από τους παραγωγούς. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στο άζωτο να εισέλθει στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων. Διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική.
<u>Αζωτοδεσμευτικά Βακτήρια</u>	Βακτήρια που δεσμεύουν το μοριακό άζωτο της ατμόσφαιρας και το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα. Ζουν ελεύθερα ή συμβιώνουν στις ρίζες των ψυχανθών σε ειδικά εξογκώματα που ονομάζονται φυμάτια
<u>Αζωτούχα λιπάσματα</u>	Λιπάσματα που περιέχουν άζωτο. Χρησιμοποιούνται στα αγροτικά οικοσυστήματα, προκειμένου να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους ή για να αναπληρώσουν τις ποσότητες αζώτου που απορροφήθηκε από φυτά προηγούμενων γενεών.
<u>Αμειψισπορά</u>	Παραδοσιακή γεωργική πρακτική κατά την οποία εναλλάσσονται οι καλλιέργειες σιτηρών με καλλιέργειες ψυχανθών, τα οποία φέρουν στις ρίζες τους αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Η πρακτική

	αυτή γίνεται με σκοπό να εμπλουτίζεται διαρκώς το έδαφος με άζωτο με διαδικασίες βιολογικής αζωτοδέσμευσης και επομένως να μην εξασθενεί.
<u>Αμμωνία</u>	Ένωση του αζώτου που παράγεται α) κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση από την αντίδραση του μοριακού αζώτου με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και β) κατά την αποικοδόμηση αζωτούχων ενώσεων της νεκρής οργανικής ύλης. Μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα με τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων.
<u>Απονιτροποιητικά Βακτήρια</u>	Βακτήρια του εδάφους που μετατρέπουν (με τη διαδικασία της απονιτροποίησης) τα νιτρικά ιόντα σε μοριακό άζωτο το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.
<u>Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση</u>	Η αντίδραση του ατμοσφαιρικού αζώτου με τους υδρατμούς ή το οξυγόνο προς σχηματισμό αμμωνίας ή νιτρικών ιόντων, αντίστοιχα, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος και στα νερά. Η ενέργεια που απαιτείται για να γίνουν οι παραπάνω αντιδράσεις προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί). Αποτελεί το 10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.
<u>Βιολογική αζωτοδέσμευση</u>	Διαδικασία δέσμευσης και μετατροπής του ατμοσφαιρικού αζώτου σε νιτρικά ιόντα από αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Αυτά είναι ελεύθερα στο έδαφος ή συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών, σε ειδικά εξογκώματα, που λέγονται φυμάτια. Τα νιτρικά ιόντα που παράγονται μπορούν στη συνέχεια να απορροφηθούν από τα ψυχανθή. Αποτελεί το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.
<u>Βιομηχανικά λιπάσματα</u>	Λιπάσματα που παράγονται με χημικές μεθόδους. Χρησιμοποιούνται ευρέως για εμπλουτισμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με χημικά στοιχεία. Αντικατέστησαν τα οργανικά λιπάσματα μετά την ανακάλυψη της μεθόδου παραγωγής αζωτούχων λιπασμάτων από το ατμοσφαιρικό άζωτο.
<u>Βιομόρια</u>	Χημικές ουσίες που αποτελούν τα βασικά δομικά και λειτουργικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών.

<u>Γκουανό</u>	Λίπασμα στα ισπανικά (guano ή huano). Είναι μείγμα αποσυντεθειμένων περιττωμάτων και πτωμάτων θαλάσσιων πουλιών. Συνίσταται από μια λεπτή ξηρή γκρίζα σκόνη με ιδιάζουσα οσμή. Τα περιττώματα αυτά των πουλιών μέχρι τον 19^ο αιώνα θεωρούνταν το μόνο συμπυκνωμένο λίπασμα. Στις νότιες δυτικές ακτές της αμερικανικής ηπείρου, η αφθονία από τα θαλασσοπούλια επέτρεψε τη συσσώρευση των περιττωμάτων αυτών σε στρώματα πάχους πολλών δεκάδων μέτρων, με αποτέλεσμα οι χώρες της Νότιας Αμερικής να το εξάγουν. Πρώτοι εισαγωγείς γκουανό ήταν οι ΗΠΑ ειδικά για την καλλιέργεια βάμβακος. Σε λίγα χρόνια τα μεγαλύτερα τμήματα στρωμάτων γκουανό εξαντλήθηκαν.
<u>Νιτρικά ιόντα</u>	Ενώσεις του αζώτου που μπορούν να απορροφηθούν από τους φυτικούς οργανισμούς. Παράγονται: α) κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση από την αντίδραση του μοριακού αζώτου με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, β) κατά τη βιολογική αζωτοδέσμευση, γ) κατά τη νιτροποίηση της αμμωνίας από τα νιτροποιητικά βακτήρια και δ) κατά την όξινη βροχή. Μετατρέπονται σε ατμοσφαιρικό άζωτο με την διαδικασία της απονιτροποίησης.
<u>Νιτροποιητικά βακτήρια</u>	Βακτήρια του εδάφους που μετατρέπουν την αμμωνία σε νιτρικά ιόντα. Τα νιτρικά ιόντα που παράγονται μπορούν στη συνέχεια να απορροφηθούν από τα φυτά.
<u>Οργανικά λιπάσματα</u>	Φυσικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν για τον εμπλουτισμό των εδαφών με άζωτο. Τέτοια είναι τα περιττώματα ζώων (κοπριά), καθώς και τα περιττώματα πτηνών (κουτσουλιές). Χαρακτηριστικά τέτοια λιπάσματα είναι αυτά που προέρχονται από τους περισσότερους των ελληνικών νησιών, ή από τα ψαροφάγα πουλιά της Χιλής.
<u>Οσπρία</u>	Καρποί - σπέρματα των ψυχανθών,

	πλούσια σε πρωτεΐνες. Στα όσπρια ανήκουν τα φασόλια, οι φακές, η σόγια, τα μπιζέλια κ.ά.
<u>Ουρία</u>	Παραπροϊόν του μεταβολισμού των αζωτούχων ενώσεων, που παράγεται και αποβάλλεται από τον ανθρώπινο οργανισμό σε καθημερινή βάση.
<u>Ουρικό οξύ</u>	Ουσία που παράγεται στον οργανισμό κατά τον μεταβολισμό των πουρινών. Οι πουρίνες (όπως αδεΐνη και γουανίνη) είναι κατηγορία αζωτούχων βάσεων των νουκλεϊκών οξέων (DNA, RNA) του οργανισμού μας, αλλά βρίσκονται και σε πλήθος τροφών.
<u>Παραγωγικότητα οικοσυστήματος</u>	Ο ρυθμός με τον οποίο οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος παράγουν οργανική ύλη.
<u>Περιστεριώνες</u>	Κατοικίες περιστεριών, με χαρακτηριστική αρχιτεκτονική. Ιδιαίτερα οι περιστεριώνες της Τήνου αποτελούν μοναδικά μνημεία λαϊκής τέχνης κι αρχιτεκτονικής σε παγκόσμιο επίπεδο.
<u>Φυμάτια</u>	Εξογκώματα στις ρίζες των ψυχανθών, στα οποία συμβιώνουν τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Τα βακτήρια αυτά έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το μοριακό άζωτο που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και να το αποθηκεύουν. Όταν τα φυμάτια σπάνε, το έδαφος εμπλουτίζεται με άζωτο.
<u>Ψυχανθή</u>	Μεγάλη οικογένεια φυτών με οικονομική σημασία. Ονομάζονται έτσι διότι τα άνθη τους μοιάζουν με πεταλούδες και στην αρχαία Ελλάδα οι πεταλούδες ονομάζονταν «ψυχές», καθώς πίστευαν ότι είναι οι ψυχές των νεκρών. Σε αυτή την οικογένεια ανήκουν οι φασολιά, η φακή, η σόγια, η φάβα, η μπιζελιά, το τριφύλλι, κ.ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Γιατί το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο για τη ζωή;

Απάντηση

Το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς είναι συστατικό πολλών βιομορίων, όπως των νουκλεϊκών οξέων (DNA, RNA) και των πρωτεϊνών.

Ερώτηση 2.

Γιατί δεν μπορεί να αξιοποιηθεί το άζωτο της ατμόσφαιρας από τους παραγωγούς;

Απάντηση

Αν και το άζωτο αφθονεί στην ατμόσφαιρα, όπου αποτελεί το 78% κατ' όγκο, δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους παραγωγούς, διότι βρίσκεται στη μορφή του μοριακού αζώτου.

Ερώτηση 3

Πώς μπορεί να μετατραπεί το μοριακό άζωτο σε μορφή αξιοποιήσιμη από τους παραγωγούς;

Απάντηση

Η μετατροπή του μοριακού αζώτου σε μορφή που να μπορούν να την προσλάβουν οι παραγωγοί γίνεται με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης.

Ερώτηση 4.

Σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται η αζωτοδέσμευση;

Απάντηση

Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική.

Ερώτηση 5.

Πώς γίνεται η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση;

Απάντηση

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.

Ερώτηση 6.

Πώς πραγματοποιείται η βιολογική αζωτοδέσμευση;

Απάντηση

Η βιολογική αζωτοδέσμευση πραγματοποιείται κυρίως από τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια που μπορεί να είναι ελεύθερα ή συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών. Αυτά μπορούν να μετατρέπουν το ατμοσφαιρικό άζωτο σε νιτρικά ιόντα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τους φυτικούς οργανισμούς.

Ερώτηση 7.

Τι γνωρίζετε για τα συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια;

Απάντηση

Τα σημαντικότερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια είναι αυτά που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών (όπως είναι το τριφύλλι, η μπιζελιά, η φασολιά, η φακή, η σόγια), σε ειδικά εξογκώματα που λέγονται φυμάτια. Αυτά τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή.

Ερώτηση 8.

Πώς λαμβάνουν το άζωτο οι καταναλωτές και πως το αξιοποιούν;

Απάντηση

Οι καταναλωτές προσλαμβάνουν το άζωτο που περιέχεται στους ιστούς των φυτών με τη μορφή κυρίως πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων. Έτσι το άζωτο διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών. Οι καταναλωτές το χρησιμοποιούν για την παραγωγή ζωικών αζωτούχων ενώσεων όπως νουκλεϊκών οξέων και πρωτεϊνών.

Ερώτηση 9.

Γιατί τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες;

Απάντηση

Τα όσπρια είναι σπέρματα που παράγονται από τα ψυχανθή φυτά. Είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, διότι τα φυτά από τα οποία παράγονται (ψυχανθή) προσλαμβάνουν (απορροφούν) άμεσα τα νιτρικά ιόντα που παράγονται από τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια των ριζών τους.

Ερώτηση 10.

Με ποια μορφή προσλαμβάνεται το άζωτο και πως αξιοποιείται από τα φυτά;

Απάντηση

Τα φυτά προσλαμβάνουν το άζωτο με μορφή νιτρικών ιόντων, που είναι διαλυτά στο νερό, μέσω των ριζών τους. Τα νιτρικά ιόντα αξιοποιούνται για τη σύνθεση των φυτικών αζωτούχων ενώσεων όπως είναι τα νουκλεϊκά οξέα και οι πρωτεΐνες τους.

Ερώτηση 11.

Ποια είναι η προέλευση της νεκρής οργανικής ύλης που εγκαταλείπουν ή αποβάλλουν οι οργανισμοί;

Απάντηση

Τα φυτά και τα ζώα εγκαταλείπουν στο έδαφος νεκρή οργανική ύλη όπως καρπούς, φύλλα, νεκρά σώματα, τρίχωμα κ.λ.π. που περιέχουν αζωτούχες ενώσεις. Τα ζώα επιπλέον αποβάλλουν αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους όπως είναι η ουρία, το ουρικό οξύ και τα περιττώματα.

Ερώτηση 12.

Ποια είναι η τύχη των αζωτούχων ενώσεων που υπάρχουν στη νεκρή οργανική ύλη;

Απάντηση

Οι αζωτούχες ενώσεις της νεκρής οργανικής ύλης διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνίας. Οι αποικοδομητές του εδάφους ελευθερώνουν επιπλέον και οξείδια του αζώτου.

Ερώτηση 13.

Ποια είναι η τύχη της αμμωνίας που παράγεται από τους αποικοδομητές;

Απάντηση

Η αμμωνία (η οποία είναι τοξική) συγκεντρώνεται στο έδαφος και υφίσταται τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα, τα οποία προσλαμβάνονται εκ νέου από τα φυτά. Έτσι κλείνει ένας κύκλος αζώτου στο εσωτερικό του οικοσυστήματος.

Ερώτηση 14.

Πώς επανέρχεται το άζωτο που έχει απομακρυνθεί από την ατμόσφαιρα πίσω σε αυτήν;

Απάντηση

Ένα μέρος των νιτρικών ιόντων μετατρέπεται από τα απονιτροποιητικά βακτήρια σε μοριακό άζωτο το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 15.

Πώς παρεμβαίνει ο άνθρωπος στον κύκλο του αζώτου;

Απάντηση

Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο του αζώτου, μεταξύ άλλων:

- α) με την εισαγωγή αζωτούχων λιπασμάτων (οργανικών - φυσικών και βιομηχανικών) στα αγροτικά οικοσυστήματα προκειμένου να αυξήσει την παραγωγικότητά τους και
- β) με παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές, όπως αυτές της αμειψισποράς και της αγρανάπαυσης.

Ερώτηση 16.

Τι είναι τα οργανικά - φυσικά λιπάσματα;

Απάντηση

Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν, για τον εμπλουτισμό των εδαφών με άζωτο, περιττώματα ζώων (κοπριά) και περιττώματα πτηνών (κουτσουλιές). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση των κουτσουλιών από τους περιστεριώνες των ελληνικών νησιών (π.χ. Τήνος) και η χρήση περιττωμάτων ψαροφάγων πουλιών (γκουανό στη Χιλή). Τέτοιες μορφές λιπασμάτων χαρακτηρίζονται ως οργανικά ή φυσικά.

Ερώτηση 17.

Τι είναι τα βιομηχανικά λιπάσματα;

Απάντηση

Τα βιομηχανικά λιπάσματα είναι λιπάσματα που παράγονται με χημικές μεθόδους δέσμευσης του ατμοσφαιρικού αζώτου. Αντικατέστησαν τα οργανικά λιπάσματα στον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο.

Ερώτηση 18.

Ποιο πρόβλημα δημιουργείται από τη χρήση των βιομηχανικών λιπασμάτων;

Απάντηση

Τα βιομηχανικά λιπάσματα χρησιμοποιούνται ευρέως για εμπλουτισμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με άζωτο. Δυστυχώς χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες. Λιγότερο από το ένα τρίτο αυτών απορροφώνται από τα καλλιεργούμενα φυτά, με αποτέλεσμα το υπόλοιπο να παρασύρεται από τη βροχή και να καταλήγει στα γλυκά και θαλασσινά νερά, οδηγώντας στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Ο ευτροφισμός προκαλείται και με την απόρριψη στα υδάτινα οικοσυστήματα τεράστιων ποσοτήτων αστικών λυμάτων.

Ερώτηση 19.

Ποιοι είναι οι δύο πιο οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο;

Απάντηση

Οι δυο πιο οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους σε άζωτο είναι η αγρανάπαυση και η αμειψισπορά.

Ερώτηση 20.

Πού στηρίζεται ο εμπλουτισμός του εδάφους με άζωτο με την πρακτική της αμειψισποράς;

Απάντηση

Η αμειψισπορά είναι η εναλλαγή στην καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών, έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί. Η αμειψισπορά αξιοποιεί την ιδιότητα των ψυχανθών, που φέρουν στις ρίζες τους αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα.

Ερώτηση 1.

Η κοπριά περιέχει οργανικές αζωτούχες ενώσεις. Ποιοι μικροοργανισμοί απαιτούνται κατά σειρά για τη μετατροπή του αζώτου που περιέχεται στην κοπριά σε μορφή αξιοποιήσιμη από τους παραγωγούς;

Απάντηση

Τα φυτά χρησιμοποιούν νιτρικά ιόντα που προσλαμβάνουν από το έδαφος προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους, όπως τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα.

Η κοπριά είναι φυσικό, οργανικό λίπασμα (περιττώματα ζώων) που χρησιμοποιείται στα αγροτικά οικοσυστήματα προκειμένου να αυξήσει την παραγωγικότητά τους. Περιέχει αζωτούχες ενώσεις όπως είναι οι πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα, η ουρία και το ουρικό οξύ.

Όλες οι ουσίες αυτές διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνίας. Η αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος, υφιστάμενη τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων του εδάφους, μετατρέπεται τελικά σε νιτρικά ιόντα τα οποία παραλαμβάνονται από τα φυτά.

Ερώτηση 2.

Ένας βιοκαλλιεργητής, προκειμένου να αυξήσει την παραγωγικότητα του χωραφιού του, έσπειρε σε αυτό τριφύλλι και, όταν αυτό αναπτύχθηκε, όργωσε το χωράφι χωρίς να απομακρύνει το τριφύλλι από το έδαφος. Να περιγράψεις τις διεργασίες με τις οποίες η μέθοδος που ακολούθησε ο καλλιεργητής συμβάλλει στον εμπλουτισμό του εδάφους σε νιτρικά ιόντα.

Απάντηση

Το τριφύλλι είναι φυτό ψυχανθές. Στις ρίζες των ψυχανθών ζουν συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Αυτά τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία στη συνέχεια απορροφώνται από τα ψυχανθή. Το τριφύλλι, λοιπόν, έχοντας στη διάθεσή του τα νιτρικά ιόντα που του εξασφαλίζουν τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια συνθέτει άφθονες πρωτεΐνες και άλλες αζωτούχες ενώσεις.

Όταν ο καλλιεργητής οργώσει το χωράφι το τριφύλλι παραχώνεται στο έδαφος και οι αζωτούχες οργανικές ενώσεις που έχει συνθέσει το φυτό διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους, μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνίας. Η αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος, υφιστάμενη τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων του εδάφους, μετατρέπεται τελικά σε νιτρικά ιόντα τα οποία παραλαμβάνονται από τα φυτά.

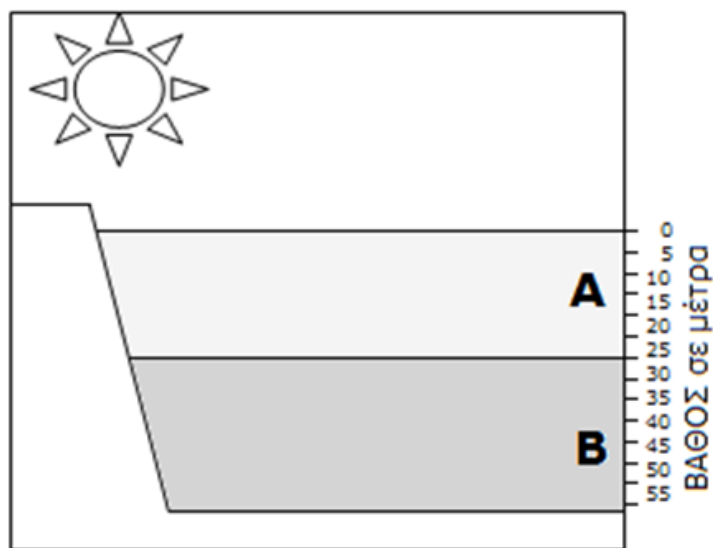
Με την πρακτική δηλαδή που περιγράφεται εμπλουτίζεται το έδαφος με άζωτο που προέρχεται από την ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 3.

Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται διατομή μιας αυτότροφης λίμνης. Δεδομένου ότι στη λίμνη αυτή η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να διεισδύσει μέχρι το βάθος των 25 μέτρων, να εξηγήσετε γιατί:

α) Το νερό της λίμνης στη ζώνη Α περιέχει λιγότερο διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα από το νερό της ζώνης Β;

β) Σε δείγματα νερού που πήραμε από τη ζώνη Β βρέθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων από αυτή που βρέθηκε σε δείγματα νερού από τη ζώνη Α; (θεωρήστε ότι ο κύκλος του Ν στη λίμνη λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με αυτόν στη ξηρά)



Απάντηση

Στα αυτότροφα οικοσυστήματα, η ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους εισάγεται με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω των φωτοσυνθετικών οργανισμών. Οι οργανισμοί αυτοί συνθέτουν γλυκόζη χρησιμοποιώντας διοξείδιο του άνθρακα και νερό που παραλαμβάνουν από το περιβάλλον. Στο μόριο της γλυκόζης δεσμεύεται ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο.

Σε κάθε υδάτινο οικοσύστημα, όσο αυξάνεται το βάθος ελαττώνεται η ηλιακή ακτινοβολία που είναι διαθέσιμη στους παραγωγούς, γιατί απορροφάται σταδιακά από τα στρώματα του νερού.

α) Στη ζώνη Α οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, απορροφώντας από το περιβάλλον διοξείδιο του άνθρακα και νερό και δεσμεύοντας ενέργεια από τον ήλιο, συνθέτουν γλυκόζη. Ένα μέρος της γλυκόζης αλλά και άλλων ενώσεων που συντίθενται από τους παραγωγούς, χρησιμοποιείται κατά την κυτταρική αναπνοή, προκειμένου να απελευθερωθεί ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών των παραγωγών. Παράλληλα, οι ετερότροφοι οργανισμοί, μέσω της κυτταρικής τους αναπνοής, οξειδώνουν μέρος της οργανικής ύλης που δέχθηκαν με την τροφή για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Όμως κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που

απελευθερώνεται από τους οργανισμούς στο νερό. Επομένως, στη ζώνη Α δεν έχουμε μόνο απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται από την κυτταρική αναπνοή των οργανισμών, αλλά παράλληλα έχουμε και δέσμευσή του από τους παραγωγούς (με τη φωτοσύνθεση).

Αντίθετα, στη ζώνη Β δεν υπάρχουν φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Στη ζώνη αυτή όλοι οι οργανισμοί απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα, ενώ δεν υπάρχουν οργανισμοί να το δεσμεύουν. Αυτό έχει ως συνέπεια το νερό της ζώνης Β να περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα από αυτό της ζώνης Α.

Β) Τα νιτρικά ιόντα του νερού της λίμνης προσλαμβάνονται από τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, οι οποίοι τα χρησιμοποιούν προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους.

Επειδή όσο αυξάνεται το βάθος μειώνεται η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, περιορίζεται αντίστοιχα και ο αριθμός των υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών. Κατά συνέπεια, μειώνεται η ποσότητα των νιτρικών ιόντων που οι οργανισμοί αυτοί προσλαμβάνουν από το νερό.

Ταυτόχρονα, τόσο οι υδρόβιοι ζωικοί όσο και οι φυτικοί οργανισμοί προσθέτουν στο νερό της λίμνης νεκρή οργανική ύλη που περιέχει αζωτούχες ενώσεις. Αυτή η νεκρή οργανική ύλη, καθώς καθιζάνει, μετατρέπεται από τους αποικοδομητές της λίμνης σε αμμωνία, ενώ τα νιτροποιητικά βακτήρια μετατρέπουν τελικά την αμμωνία σε νιτρικά ιόντα, αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την ποσότητα των τελευταίων στο νερό της ζώνης Β.

Βέβαια, ένα μέρος από αυτά τα νιτρικά ιόντα μετατρέπονται σταδιακά σε μοριακό άζωτο από τα απονιτροποιητικά βακτήρια και έτσι ελευθερώνεται μοριακό άζωτο από το νερό στην ατμόσφαιρα.

Η ποσότητα όμως των νιτρικών ιόντων στο νερό της ζώνης Β είναι μεγάλη καθώς δεν υπάρχουν παραγωγοί που θα τα προσλάμβαναν.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

(Ερωτήσεις του κεφαλαίου άνθρωπος και περιβάλλον - σελ. 81 σχολικού βιβλίου)

Ερώτηση 1.

Το άζωτο βρίσκεται σε τεράστια ποσότητα στην ατμόσφαιρα (78%). Καθώς η μεγάλη πλειονότητα των αυτότροφων οργανισμών είναι ανίκανη να το χρησιμοποιήσει σ' αυτή την αέρια μοριακή μορφή (N_2), απαιτείται η μετατροπή του σε εύληπτη μορφή. Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία γίνεται αυτή η μετατροπή.

Απάντηση

Το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς είναι συστατικό πολλών βιομορίων όπως των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών. Αν και το άζωτο αφθονεί στην ατμόσφαιρα, όπου αποτελεί το 78% κ.ό., δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους παραγωγούς στη μορφή με την οποία βρίσκεται σ' αυτή (μοριακό άζωτο). Για το λόγο αυτό η εισαγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων γίνεται με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης, η οποία μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους παραγωγούς.

Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική. 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.

Η βιολογική αζωτοδέσμευση πραγματοποιείται από ελεύθερους ή συμβιωτικούς μικροοργανισμούς. Σημαντικότερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια είναι αυτά που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών (όπως είναι το τριφύλλι, η μπιζελιά, η φασολιά, η φακή, η σόγια) σε ειδικά εξογκώματα (φυμάτια). Αυτά τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή. Γι' αυτό το λόγο άλλωστε τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Ημερομηνία τροποποίησης: 24/04/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 5: α) ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ - Β) ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

α) Βιογεωχημικοί κύκλοι - Ο κύκλος του νερού

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να προσδιορίζεις τη σημασία του νερού στο οικοσύστημα και τους οργανισμούς.
2. Να αναφέρεις τις τρεις κύριες διαδικασίες στις οποίες στηρίζεται η κυκλοφορία του νερού στα οικοσυστήματα (υδρολογικός κύκλος).
3. Να προσδιορίζεις το φαινόμενο της εξάτμισης και της κατακρήμνισης του νερού.
4. Να εντοπίζεις τη διαφορά μεταξύ επιδερμικής εξάτμισης και διαπνοής.
5. Να αναφέρεις τον ρόλο των στομάτων των φύλλων του φυτού.
6. Να προσδιορίζεις τη διαδρομή που ακολουθεί το νερό του εδάφους από τις ρίζες μέχρι την απομάκρυνσή του στην ατμόσφαιρα.
7. Να αναφέρεις τη σημασία της διαπνοής στους βιογεωχημικούς κύκλους των θρεπτικών στοιχείων.
8. Να αναφέρεις τις διαδικασίες που περιλαμβάνει ο υδρολογικός κύκλος μεταξύ ωκεανών και ατμόσφαιρας.
9. Να παραθέτεις τις πιθανές διαδρομές που ακολουθεί το νερό στο τμήμα του κύκλου που αφορά την ξηρά και την ατμόσφαιρα.
10. Να προσδιορίζεις τον καθοριστικό ρόλο των φυτών της ξηράς (βλάστηση) στη μείωση της επιφανειακής απορροής.
11. Να αναφέρεις τον ρόλο της επιφανειακής απορροής στην απομάκρυνση και μεταφορά θρεπτικών στοιχείων σε άλλα οικοσυστήματα.

β) Ερημοποίηση.

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να προσδιορίζεις τα χαρακτηριστικά του ερημικού οικοσυστήματος.

2. Να εντοπίζεις τη διαφορά μεταξύ ερημικών και ερημοποιημένων οικοσυστημάτων.
3. Να προσδιορίζεις τις αιτίες ερημοποίησης ενός οικοσυστήματος.
4. Να αναφέρεις τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος.
5. Να αναφέρεις τις αιτίες που ευνοούν την εκδήλωση της φωτιάς σε ένα μεσογειακό οικοσύστημα.
6. Να αναφέρεις τους μηχανισμούς αναγέννησης που διαθέτει ένα μεσογειακό οικοσύστημα μετά την εκδήλωση της φωτιάς.
7. Να αναφέρεις τις δράσεις που εμποδίζουν την επανάκαμψη ενός μεσογειακού οικοσυστήματος μετά την εκδήλωση της φωτιάς.
8. Να προσδιορίζεις τις συνέπειες της φωτιάς σε ένα μεσογειακό οικοσύστημα.

α) ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

α) Βιογεωχημικοί κύκλοι - Ο κύκλος του νερού

ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΖΩΝΤΑΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ:

- καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της Γης
- οριοθετεί τα υδάτινα οικοσυστήματα και καθορίζει τις ιδιότητές τους
- αποτελεί το 75% του νωπού βάρους των ζωντανών ιστών
- συμβάλλει στη θερμορρύθμιση φυτικών και ζωικών οργανισμών
- αποτελεί το μέσο εισόδου και κυκλοφορίας των θρεπτικών συστατικών στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών
- χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση των φυτικών οργανισμών

Σχόλιο 1: Πάνω από το 71% της επιφάνειας της γης καλύπτεται από νερό που διανέμεται μεταξύ ωκεανών, λιμνών και ποταμών. Οι ωκεανοί περιέχουν πάνω από το 97% του νερού της βιόσφαιρας, οι πάγοι και παγετώνες περιέχουν ένα 2% και λιγότερο από 1% είναι το γλυκό νερό στους ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά.

Σχόλιο 2: Το νερό αποτελεί μεγάλο ποσοστό των ζωντανών ιστών όλων των οργανισμών. Τα κύτταρα βρίσκονται σε ένα υδατικό περιβάλλον, το οποίο διατηρεί τις ουσίες στην κατάλληλη κατάσταση για τη λειτουργία του μεταβολισμού (π.χ. οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα οφείλουν τη φυσική τους διαμόρφωση και συνεπώς λειτουργία στο γεγονός ότι βρίσκονται σε υδατικό περιβάλλον). Στα νεαρά και αναπτυσσόμενα μέρη των φυτών η περιεκτικότητα σε νερό είναι μεγαλύτερη. Στην περίπτωση ανεπάρκειας νερού, τα φυτά μαραίνονται και πεθαίνουν. Αντίστοιχα, τα ζώα αφυδατώνονται, τα υγρά του σώματός τους γίνονται πυκνότερα (η άντληση πυκνότερου αίματος κουράζει την καρδιά), ο μεταβολισμός τους ελαττώνεται καθώς οι διάφορες ουσίες καθίστανται ανενεργές και οδηγούνται στον θάνατο.

Σχόλιο 3: Είδαμε στην ενότητα της ομοιόστασης πως η εφίδρωση συντελεί στην αποβολή θερμότητας διατηρώντας τη θερμοκρασία του ανθρώπινου οργανισμού σταθερή. Το νερό συμβάλλει στη θερμορρύθμιση των ζώων (εκτός από τα ποικιλόθερμα, ερπετά, ψάρια κ.ά. που η θερμοκρασία του σώματός τους εξομοιώνεται με αυτή του περιβάλλοντος) αλλά και των φυτών. Η αποβολή νερού (συγκεκριμένα υδρατμών) τόσο από την επιφάνεια, όσο και από το εσωτερικό του φυτού χαμηλώνει τη θερμοκρασία του φυτού και εμποδίζει την υπερθέρμανσή του.

Σχόλιο 4: Τα φυτά χρησιμοποιούν το νερό για να μεταφέρουν τα θρεπτικά συστατικά στο εσωτερικό τους. Τα θρεπτικά εισέρχονται από τις ρίζες διαλυμένα στο νερό (που αποτελεί άριστο διαλύτη για οργανικές και ανόργανες ουσίες) και διακινούνται στα άλλα τμήματα του φυτού. Με τον ίδιο τρόπο ορισμένοι από τους υδατάνθρακες που συνθέτονται στα φύλλα (με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης) μεταφέρονται στους μη φωτοσυνθετικούς ιστούς.

Τα φυτά επίσης χρειάζονται νερό για να υποστηρίξουν τους μη ξυλώδεις ιστούς τους. Αν το νερό βρίσκεται σε επάρκεια, τότε τα φυτά αυτά υποστηρίζονται εσωτερικά και διατηρούν τη μορφή τους, αν πάλι το διαθέσιμο νερό ελαττώνεται, το περιεχόμενο του κυττάρου συρρικνώνεται και τα φυτά αρχίζουν να μαραίνονται.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΥΚΛΟ

- **κατακρημνίσεις:** Οι μορφές (βροχή, χιόνι και χαλάζι) με τις οποίες το νερό απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και γίνεται διαθέσιμο στα υδάτινα και στα χερσαία οικοσυστήματα
- **εξάτμιση:** η απομάκρυνση του νερού με τη μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια
- **επιδερμική εξάτμιση:** η απομάκρυνση του νερού με τη μορφή υδρατμών από την επιφάνεια των φύλλων των φυτών
- **διαπνοή των φυτών:** η απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων των φύλλων των φυτών

Τα στόματα είναι πόροι της επιδερμίδας των φύλλων μέσω των οποίων πραγματοποιείται:

α) η απομάκρυνση του νερού κατά τη διαπνοή

β) η ανταλλαγή αερίων μεταξύ φυτών και ατμόσφαιρας, δηλαδή:

- είσοδος διοξειδίου του άνθρακα και αποβολή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση
- είσοδος οξυγόνου και αποβολή διοξειδίου του άνθρακα κατά την αναπνοή

Σχόλιο 5: Τα ποικίλα υδάτινα περιβάλλοντα, η ατμόσφαιρα αλλά ακόμα και οι οργανισμοί μπορεί να θεωρηθούν δεξαμενές - μέσα αποθήκευσης του νερού μέσα στον υδρολογικό κύκλο. Το νερό σε αυτές τις δεξαμενές ανανεώνεται και ανακυκλώνεται.

Σχόλιο 6: Η εξάχνωση είναι μία ακόμα λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα (πέρα από την εξάτμιση και τη διαπνοή). Κατά την εξάχνωση οι πάγοι και τα χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς.

Οι υδρατμοί (που έφτασαν στην ατμόσφαιρα με την εξάτμιση, τη διαπνοή ή και την εξάχνωση) ανεβαίνουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας με τη βοήθεια ανοδικών ρευμάτων αέρα. Εκεί, λόγω των χαμηλών πιέσεων και της μειωμένης θερμοκρασίας ένα μέρος ψύχεται και συμπυκνώνεται σε σύννεφα. Τα σταγονίδια νερού από τα οποία αποτελούνται τα σύννεφα συγκρούονται και μεγαλώνουν και τελικά καταλήγουν σε χερσαία ή υδάτινα οικοσυστήματα ως κατακρημνίσματα.

A. Κύκλος του νερού στα χερσαία οικοσυστήματα

- Το νερό φτάνει στην ξηρά με τις κατακρημνίσεις
- Αφού φτάσει στην ξηρά, μπορεί να ακολουθήσει τις εξής πιθανές πορείες:
 - α) να εξατμιστεί
 - β) να εισχωρήσει στο υπέδαφος και στο σύστημα υπόγειων υδάτων
 - γ) να απομακρυνθεί με την επιφανειακή απορροή από το χερσαίο περιβάλλον
 - δ) να προσληφθεί από τα φυτά και να απομακρυνθεί με τη διαπνοή

Πρόσληψη νερού από τα φυτά

- το νερό του εδάφους, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, απορροφάται από τις ρίζες
- κυκλοφορεί στο εσωτερικό των φυτών
- φτάνει στα φύλλα και απομακρύνεται με τη διαπνοή από τα στόματα

Σχόλιο 7: Το μεγαλύτερο μέρος της εισροής νερού στα φυτά οφείλεται στη διεργασία της ώσμωσης, το νερό κινείται από ένα αραιό διάλυμα (το νερό του εδάφους) προς ένα πυκνότερο (τα κύτταρα) δια μέσου των ριζών. Το νερό επίσης εισέρχεται στα κύτταρα των ριζών λόγω της ελαττωμένης πίεσης που δημιουργείται μέσα στο φυτό με την εξάτμιση από τα φύλλα κατά τη λειτουργία της διαπνοής.

Σχόλιο 8: Τα στόματα είναι συνήθως ανοιχτά κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλειστά τη νύχτα. Η πρωταρχική τους λειτουργία είναι να επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων ανάμεσα στο φυτό και την ατμόσφαιρα. Η ποσότητα του νερού που χρειάζονται τα φυτά ποικίλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και το μέγεθος και τη δομή του φυτού (συνθήκες που καθορίζουν και τους ρυθμούς απώλειας νερού με τη διαπνοή). Τα φυτά που είναι προσαρμοσμένα να ζουν σε ξηρά περιβάλλοντα, για παράδειγμα, διαθέτουν μικρά φύλλα και μικρό αριθμό στομάτων για να ελαττώνουν τις απώλειες λόγω της διαπνοής. Αντίθετα, τα τροπικά δέντρα έχουν πολύ μεγάλα φύλλα και μεγάλο αριθμό στομάτων.

Η διαπνοή

- αποτελεί «κινητήριο δύναμη» για τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών
- συνδέεται με τους βιογεωχημικούς κύκλους, τα στοιχεία (διαλυμένα στο νερό που απορροφάται από τις ρίζες) εισέρχονται στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων από την πύλη εισόδου που είναι τα φυτά

Ο ρόλος της βλάστησης στον κύκλο του νερού

Τα φυτά απορροφούν το νερό από το έδαφος με τις ρίζες τους. Απουσία βλάστησης:

- ο όγκος του επιφανειακού νερού στις λεκάνες απορροής αυξάνεται (ενδεχομένως και πάνω από 200%)
- η διάβρωση του εδάφους μεγαλώνει
- το νερό καταλήγει στη θάλασσα (αντί να διεισδύσει στο έδαφος και να αποδοθεί στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή)
- τα επιφανειακά ρέοντα ύδατα απομακρύνουν από το έδαφος τα θρεπτικά συστατικά τα οποία καταλήγουν επίσης στους υδάτινους αποδέκτες

Β. Κύκλος του νερού στα υδάτινα οικοσυστήματα

- Το νερό φτάνει στα υδάτινα οικοσυστήματα από την ατμόσφαιρα με τις κατακρημνίσεις
- Απομακρύνεται από τα υδάτινα οικοσυστήματα με τη διαδικασία της εξάτμισης

Σχόλιο 9: Πέρα από τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, το νερό καταλήγει επίσης στους υδάτινους αποδέκτες από τα χερσαία οικοσυστήματα. Το επιφανειακό νερό, από τις λεκάνες απορροής απομακρύνεται από το χερσαίο περιβάλλον και καταλήγει στη θάλασσα. Το νερό του συστήματος των υπογείων υδάτων επίσης μπορεί να καταλήξει σε υδάτινα οικοσυστήματα.

Αντιλαμβανόμαστε ότι οι κύκλοι στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα συνδέονται. Η εξάτμιση στα υδάτινα οικοσυστήματα επίσης, έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό νεφών που μεταφέρονται στα χερσαία οικοσυστήματα όπου και καταλήγουν τα κατακρημνίσματα.

Β) ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

- Ερημικά οικοσυστήματα: Βρίσκονται σε περιοχές με ιδιαίτερα χαμηλή στάθμη βροχοπτώσεων.

Σχόλιο 1: Οι πιο μεγάλες και γνωστές έρημοι είναι η έρημος Σαχάρα και η Αραβική έρημος στη Μέση Ανατολή. Οι έρημοι αυτοί δέχονται πολύ λίγες βροχές και ταιριάζουν στη στερεότυπη περιγραφή των ερήμων ως εξαιρετικά ξηρών περιοχών. Στις πολικές περιοχές της γης όμως υπάρχουν επίσης ερημικά οικοσυστήματα που καλύπτονται από χιόνια και πάγους. Το εσωτερικό της Ανταρκτικής και το μεγαλύτερο μέρος της Αρκτικής συμπεριλαμβάνονται στις ψυχρές ερήμους. Οι περιοχές αυτές δέχονται χαμηλό ύψος κατακρημνισμάτων σε μορφή όμως χιονιού.

Χαρακτηριστικά ερημικών οικοσυστημάτων:

- α) άγονα εδάφη
- β) μικρή παραγωγικότητα
- γ) μικρή βιομάζα

- Ερημοποιημένα οικοσυστήματα: Βρίσκονται σε περιοχές όπου τα χαρακτηριστικά του κλίματος θα επέτρεπαν πλούσια βλάστηση. Αποτελούν οικοσυστήματα που υποβαθμίστηκαν λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης και παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά των ερημικών οικοσυστημάτων.

- Αίτια ερημοποίησης:

- α) όξινη βροχή
- β) αποψίλωση δασών (όπως συμβαίνει στα τροπικά δάση)
- γ) πυρκαγιές και υπερβόσκηση (όπως συμβαίνει στα μεσογειακά οικοσυστήματα)

Σχόλιο 2: Σε συνδυασμό με την ανθρώπινη παρέμβαση, στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των δασικών εκτάσεων συντελούν τα ακραία κλιματικά φαινόμενα όπως η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των καλοκαιρινών κυμάτων καύσωνα, της περιόδου ξηρασίας αλλά και των βροχοπτώσεων.

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

- Μεσογειακό κλίμα
Χαρακτηρίζεται από:

- α) υγρούς και ήπιους θερμοκρασιακά χειμώνες
- β) θερμά και ξηρά καλοκαίρια

Σχόλιο 3: Κλιματολογικές συνθήκες μεσογειακού τύπου επικρατούν, πέρα από τη λεκάνη της Μεσογείου, σε περιοχές όπως η νότια Καλιφόρνια, η νοτιοδυτική Αυστραλία και η νοτιοδυτική Χιλή.

- Εμφάνιση συχνών πυρκαγιών λόγω:

- α) υψηλών θερμοκρασιών
- β) μεγάλης ξηρασίας
- γ) συσσώρευσης μη αποικοδομημένων ξερών φύλλων στο έδαφος

Σχόλιο 4: Οι πυρκαγιές στην πλειονότητά τους προκαλούνται από τον άνθρωπο, είτε από αμέλεια (γεωργικές δραστηριότητες π.χ. καύση ξερών χόρτων, απόρριψη τσιγάρων και σκουπιδιών π.χ. μπουκάλια και κονσέρβες που λειτουργούν σαν συγκεντρωτικοί φακοί στα ξερά χόρτα που αναφλέγονται, τροχαία ατυχήματα, γυμνά καλώδια υψηλής τάσης, ανεξέλεγκτες χωματερές σκουπιδιών), είτε από κακόβουλες ενέργειες, δηλαδή εμπρησμούς.

Σχόλιο 5: Οι δασικές πυρκαγιές, όταν δεν προκαλούνται από αμέλεια ή πρόθεση του ανθρώπου, αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο και κομμάτι του φυσικού κύκλου των μεσογειακών οικοσυστημάτων με σημαντικό ρόλο στην ισορροπία και την αναγέννηση των οικοσυστημάτων αυτών. Τα ξερά ή άρρωστα δέντρα καίγονται και ο πληθυσμός ανανεώνεται καθώς οι αυξημένες θερμοκρασίες ευνοούν τη βλάστηση σπερμάτων από τη δεξαμενή του εδάφους. Η φωτιά αποτελεί έναν γρήγορο αποικοδομητή συμβάλλοντας στην ταχεία ανοργανοποίηση ουσιών που συγκροτούν τη φυτική μάζα και στην απελευθέρωσή τους στη στάχτη. Τέλος, με την πυρκαγιά καίγεται το εύφλεκτο υλικό της επιφάνειας του εδάφους (π.χ. ξερά φύλλα, ξερόκλαδα κ.ά) και μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης πυρκαγιών μεγάλης κλίμακας.

- Προσαρμογή των μεσογειακών οικοσυστημάτων στην περιοδική εμφάνιση πυρκαγιών καθώς αυτά:

Επανακάμπτουν φυσικά σε λιγότερο από δέκα χρόνια γιατί διαθέτουν μηχανισμούς αναγέννησης

- ο σχηματισμός βλαστών και φύλλων από υπόγειους οφθαλμούς
 - ο αυξημένη φύτευση σπερμάτων που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς
- Ερημοποίηση όταν η φυσική ικανότητα αναγέννησης εξαντλείται ύστερα από:
 - α) επανειλημμένες πυρκαγιές
 - β) βόσκηση αιγοπροβάτων

Σχόλιο 6: Η ανθρώπινη δραστηριότητα αποδυναμώνει τη φυσική ικανότητα αναγέννησης των μεσογειακών οικοσυστημάτων και με άλλους τρόπους, όπως η ξύλευση στην καμένη έκταση. Η ξύλευση γίνεται με μηχανικά μέσα και με τον τρόπο αυτό καταστρέφονται τα νεαρά φυτά.

- Συνέπειες πυρκαγιάς:

- α) καταστροφή των φυτών
- β) διάβρωση του εδάφους
- γ) πλημμύρες που επιτείνουν τη διάβρωση του εδάφους
- δ) βαθμιαία κατάρρευση του οικοσυστήματος
- ε) εμφάνιση ερημοποίησης

ΓΛΩΣΣΑΡΙ (α)

<u>Δέλτα ποταμών</u>	Έκταση γης σε σχήμα περίπου τριγωνικό, που δημιουργείται από προσχώσεις στις εκβολές ενός ποταμού. Τα εδάφη στις περιοχές αυτές είναι εύφορα και αυτό γιατί τα νερά των ποταμών στην πορεία τους προς τα δέλτα παρασύρουν χώμα που το εναποθέτουν στις εκβολές με τη μορφή λάσπης, αλλά και πολλές θρεπτικές ουσίες.
<u>Διαπνοή</u>	Το φαινόμενο της απομάκρυνσης του νερού με τη μορφή υδρατμών μέσω των στομάτων της επιδερμίδας των φύλλων. Μέσω της διαπνοής εξασφαλίζεται η αέναη κυκλοφορία του νερού από τις ρίζες στα φύλλα, και επομένως και η είσοδος και μεταφορά θρεπτικών στοιχείων (αλάτων) που εισέρχονται στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών διαλυμένα σε αυτό.
<u>Εξάτμιση</u>	Η απομάκρυνση του νερού με μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια.
<u>Επιδερμίδα φύλλων</u>	Η λεπτή στιβάδα (αποτελείται συνήθως από ένα στρώμα κυττάρων) που καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια των φύλλων και αποτελεί το όριο μεταξύ φυτού και περιβάλλοντος.
<u>Επιφανειακή απορροή</u>	Διαδικασία ροής υδάτων (από κατακρημνίσεις, λιώσιμο πάγων ή άλλες πηγές) πάνω στην επιφάνεια της γης, από υψηλότερα προς χαμηλότερα σημεία, εξαιτίας της βαρύτητας. Η επιφανειακή απορροή επηρεάζεται από ανθρώπινες δραστηριότητες, σχετίζεται με τη διάβρωση του εδάφους ή τη μεταφορά και εναπόθεση θρεπτικών συστατικών και ρύπων επηρεάζοντας τη γονιμότητα του εδάφους και την παραγωγικότητα χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων.
<u>Κατακρημνίσεις</u>	Όλες οι διαδικασίες με τις οποίες το νερό σε οποιαδήποτε μορφή του απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα (βροχή, χιόνι, χαλάζι) και επανέρχεται στην επιφάνεια της γης, οπότε γίνεται εκ νέου διαθέσιμο σε χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα.
<u>Λεκάνη απορροής</u>	Η περιοχή γύρω από έναν υδάτινο αποδέκτη (π.χ. λίμνη ή ποτάμι) που συγκεντρώνει τα νερά των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, πριν αυτά καταλήξουν στο υδάτινο οικοσύστημα.

<u>Νωπό Βάρος</u>	Το Βάρος των ζωντανών ιστών των οργανισμών (φυτικών και ζωικών). Αν από το νωπό βάρος αφαιρεθεί το νερό, τότε προκύπτει το ξηρό βάρος, από το οποίο υπολογίζεται η βιομάζα.
<u>Παραγωγικότητα</u>	Ο ρυθμός με τον οποίο οι οργανισμοί του οικοσυστήματος παράγουν οργανική ύλη. Διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγικότητα, ανάλογα αν αναφέρεται στους παραγωγούς ή στους καταναλωτές, αντίστοιχα.
<u>Στόματα</u>	Πόροι της επιδερμίδας των φύλλων των φυτών μέσω των οποίων γίνεται η απομάκρυνση του νερού κατά τη διαπνοή και επίσης η ανταλλαγή αερίων μεταξύ φυτών και ατμόσφαιρας στις διαδικασίες φωτοσύνθεσης και αναπνοής (είσοδος διοξειδίου του άνθρακα και αποβολή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση και αντίστροφα κατά την αναπνοή).
<u>Υδάτινο Οικοσύστημα</u>	Τύπος οικοσυστήματος όπου το μέσο που ζουν οι οργανισμοί είναι το νερό. Υπάρχουν συγκεκριμένοι περιορισμοί στους οργανισμούς που ζουν σε αυτό όσον αφορά το διαθέσιμο φως, το οξυγόνο, την κίνηση, το βύθισμα κ.ά. Περιλαμβάνει δύο μεγάλες κατηγορίες, τα θαλάσσια οικοσυστήματα (ωκεανοί, θάλασσες) και τα οικοσυστήματα του γλυκού νερού (ποτάμια, λίμνες κ.ά.)
<u>Υδρολογικός κύκλος</u>	Η επαναλαμβανόμενη κυκλική πορεία του νερού στα οικοσυστήματα (χερσαία και υδάτινα), με τη συμμετοχή φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών. Στηρίζεται κυρίως στην εξάτμιση, τη διαπνοή των φυτών και τις κατακρημνίσεις.

ΓΛΩΣΣΑΡΙ (B)

<u>Αποψίλωση</u>	Η απομάκρυνση ή και καταστροφή της βλάστησης σε μία περιοχή. Γίνεται είτε λόγω υλοτόμησης, για την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε για εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας. Έντονη αποψίλωση παρατηρείται στα τροπικά δάση
<u>Διάβρωση</u>	Η απομάκρυνση του επιφανειακού τμήματος του εδάφους που προκαλείται από τα νερά των επιφανειακών απορροών και από τον άνεμο. Οι διεργασίες διάβρωσης επηρεάζονται από το είδος και τη μορφολογία του εδάφους, την ένταση των βροχών και του ανέμου, από το είδος της βλάστησης καθώς και από ανθρώπινες δραστηριότητες
<u>Ερημικό οικοσύστημα</u>	Οικοσύστημα που χαρακτηρίζεται από μικρή παραγωγικότητα και μικρή βιομάζα λόγω φυσικών συνθηκών (άγονο εδάφος, και χαμηλά ποσοστά βροχόπτωσης).
<u>Ερημοποίηση</u>	Διαδικασία μετατροπής ενός οικοσυστήματος σε ερημικό κυρίως λόγω ανθρώπινης παρέμβασης. Χαρακτηρίζεται από μείωση της παραγωγικότητάς του, της γονιμότητας του εδάφους και της βλάστησης. Μπορεί να είναι αποτέλεσμα υποβάθμισης του οικοσυστήματος από την όξινη βροχή, την αποψίλωση (όπως στην περίπτωση των τροπικών δασών), τις επανειλημμένες πυρκαγιές και την υπερβόσκηση (στα μεσογειακά οικοσυστήματα).
<u>Κλίμα</u>	Ένα σύνθετο σύστημα που διαμορφώνεται από τη μέση τιμή των μετεωρολογικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, ατμοσφαιρική πίεση, κατακρημνίσεις, ταχύτητα ανέμου κ.ά.) ενός τόπου για τουλάχιστον τριάντα συνεχή έτη.
<u>Μεσογειακό κλίμα</u>	Κλίμα που χαρακτηρίζεται από αλληλοδιαδοχή ενός υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με ένα θερμό και ξερό καλοκαίρι.
<u>Μεσογειακό οικοσύστημα</u>	Χαρακτηριστικός τύπος οικοσυστήματος που κυριαρχεί στις περιοχές που εμφανίζουν μεσογειακό κλίμα (Μεσογειακές χώρες, Καλιφόρνια, Χιλή και περιοχές της Αυστραλίας και της Ν.Αφρικής), όπου ο ήπιος και υγρός χειμώνας εναλλάσσεται με το μακρύ θερμό και άνυδρο καλοκαίρι. Στα οικοσυστήματα αυτά, που παρουσιάζουν μεγάλη βιοποικιλότητα,

	κυριαρχούν μεγάλοι θάμνοι (π.χ. σκίνοι, πουρνάρια), χαμηλά ξυλώδη φυτά δηλ. θάμνοι και φρύγανα με μικρά φύλλα (όπως η ασφάκα, η λαδανιά, το θυμάρι κ.ά.) και δάση κωνοφόρων (πεύκα).
<u>Μηχανισμοί αναγέννησης</u>	Μηχανισμοί προσαρμογής στην περιοδική εμφάνιση της φωτιάς, τους οποίους έχουν αναπτύξει τα φυτά των μεσογειακών οικοσυστημάτων, επιτυγχάνοντας την αναγέννηση αυτών. Περιλαμβάνουν την αυξημένη φύτευση σπερμάτων μετά τη φωτιά και τον σχηματισμό νέων βλαστών και φύλλων από υπόγειους οφθαλμούς.
<u>Όξινη Βροχή</u>	Αυξημένη οξύτητα του νερού της βροχής εξαιτίας της ύπαρξης θειικού και νιτρικού οξέος που δημιουργούνται με την ένωση των αερίων ρύπων (καυσαέρια βιομηχανιών, αυτοκινητών) και των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Η όξινη βροχή ρυπαίνει τα νερά και το έδαφος, καταστρέφει τους μικροοργανισμούς του εδάφους, είναι άμεσα τοξική για τα φυτά και συμβάλει στο φαινόμενο της ερημοποίησης.
<u>Οφθαλμός φυτών</u>	Μη αναπτυγμένος βλαστός που προστατεύεται από λέπια. Είναι το τμήμα του φυτού από το οποίο γίνεται η αύξηση του φυτού με σχηματισμό νέου βλαστού.
<u>Παραγωγικότητα</u>	Ο ρυθμός με τον οποίο οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος παράγουν οργανική ύλη. Διακρίνεται σε πρωτογενή (αν αναφερόμαστε στον ρυθμό με τον οποίο οι παραγωγοί ενός οικοσυστήματος δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε χημική) και δευτερογενή (αν αναφερόμαστε στον ρυθμό με τον οποίο οι καταναλωτές ενός οικοσυστήματος παράγουν οργανική ύλη αξιοποιώντας τη χημική ενέργεια που παραλαμβάνουν με την τροφή τους).
<u>Τροπικά δάση</u>	Πλούσια σε βιοποικιλότητα δάση των τροπικών χωρών. Βρίσκονται στην Ασία, Αυστραλία, Αφρική, Νότια και Κεντρική Αμερική. Χαρακτηρίζονται από υψηλή βροχόπτωση, υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία, έδαφος φτωχό σε θρεπτικά συστατικά αλλά με πλούσια βλάστηση.

Ημερομηνία τροποποίησης: 18/01/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 5: α) ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ - Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ - Β) ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ (α)

Ερώτηση 1.

Ποια είναι η σημασία του νερού για τα οικοσυστήματα και τους οργανισμούς;

Απάντηση

Το νερό καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της Γης, οριοθετεί τα υδάτινα οικοσυστήματα και καθορίζει τις ιδιότητές τους. Είναι το μέσο με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται και κυκλοφορούν στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών. Το νερό αποτελεί σημαντικό τμήμα των ζωντανών ιστών (το 75% του νωπού βάρους τους) και συμβάλλει στη θερμορρύθμιση τόσο των φυτικών όσο και των ζωικών οργανισμών. Χρησιμοποιείται επίσης στη φωτοσύνθεση των φυτικών οργανισμών.

Ερώτηση 2.

Πώς το νερό γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς;

Απάντηση

Αν και η ποσότητα του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν είναι μεγάλη, εντούτοις το νερό, χάρη στην κινητικότητά του, κυκλοφορεί συνεχώς στον υδρολογικό κύκλο (ή κύκλο του νερού) και έτσι γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς.

Ερώτηση 3.

Ποιες διαδικασίες εξασφαλίζουν την κυκλοφορία του νερού στον υδρολογικό κύκλο;

Απάντηση

Η κυκλοφορία του νερού στηρίζεται κυρίως στην εξάτμιση, στη διαπνοή των φυτών και στις κατακρημνίσεις.

Ερώτηση 4.

Τι ονομάζεται εξάτμιση και τι επιδερμική εξάτμιση; Σε τι διαφέρει η επιδερμική εξάτμιση από τη διαπνοή;

Απάντηση

Η εξάτμιση είναι η απομάκρυνση του νερού με τη μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια. Η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων ονομάζεται επιδερμική εξάτμιση και διακρίνεται από τη διαπνοή, που είναι η απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων, των πόρων δηλαδή της επιδερμίδας των φύλλων.

Ερώτηση 5.

Με ποιον τρόπο το νερό του εδάφους δεσμεύεται από τα φυτά και πώς απομακρύνεται από αυτά;

Απάντηση

Το νερό του εδάφους, που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και κυκλοφορεί στο εσωτερικό τους. Φθάνοντας το νερό στα φύλλα απομακρύνεται με τη διαπνοή από τα στόματά τους.

Ερώτηση 6.

Εκφώνηση

Ποιες άλλες διεργασίες πλην της διαπνοής πραγματοποιούνται μέσω των φύλλων;

Απάντηση

Μέσω των στομάτων των φύλλων γίνεται επίσης η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ των φυτών και της ατμόσφαιρας. Συγκεκριμένα, εισέρχεται διοξείδιο του άνθρακα και αποβάλλεται οξυγόνο κατά τη φωτοσύνθεση και αντίστροφα κατά την αναπνοή.

Ερώτηση 7.

Πώς συνδέεται η διαπνοή με τους βιογεωχημικούς κύκλους;

Απάντηση

Η διαπνοή, αποτελώντας την «κινητήρια δύναμη» για τη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών, συνδέεται αναπόσπαστα με τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων που εισέρχονται στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων με πύλη εισόδου τα φυτά.

Ερώτηση 8.

Πώς απομακρύνεται το νερό από την ατμόσφαιρα;

Απάντηση

Με τις κατακρημνίσεις (δηλαδή τη βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) το νερό απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και γίνεται διαθέσιμο στα υδάτινα και στα χερσαία οικοσυστήματα.

Ερώτηση 9.

Πώς πραγματοποιείται η ανταλλαγή νερού μεταξύ ωκεανών και ατμόσφαιρας;

Απάντηση

Η ανταλλαγή του νερού μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας αποτελεί ένα σχετικά απλό μηχανισμό, καθώς περιλαμβάνει μόνο τις διαδικασίες της εξάτμισης και των κατακρημνίσεων.

Ερώτηση 10.

Ποιες είναι οι πιθανές πορείες που μπορεί να ακολουθήσει το νερό στο χερσαίο περιβάλλον;

Απάντηση

Το τμήμα του κύκλου που αφορά την ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο από ότι στα υδάτινα οικοσυστήματα, διότι στην ξηρά οι πιθανές πορείες του νερού είναι περισσότερες. Το νερό που πέφτει 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.

Ερώτηση 11.

Ποιος είναι ο ρόλος των φυτών στην απορρόφηση του νερού από το έδαφος;

Απάντηση

Τα φυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Σε μικρές λεκάνες απορροής, όπου αφαιρέθηκαν όλα τα δέντρα, ο όγκος του επιφανειακού νερού αυξήθηκε πάνω από 200%. Το νερό αυτό κατέληξε στη θάλασσα, ενώ, αν είχε διεισδύσει στο έδαφος, θα είχε αποδοθεί πίσω στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή.

Ερώτηση 12.

Γιατί τα δέλτα των ποταμών εμφανίζουν υψηλή παραγωγικότητα;

Απάντηση

Τα επιφανειακά ρέοντα ύδατα απομακρύνουν και τα θρεπτικά συστατικά τα οποία με μακροχρόνιες διαδικασίες γίνονται διαθέσιμα στους οργανισμούς. Αυτά τα συστατικά θα καταλήξουν τελικά στους υδάτινους αποδέκτες. Γι' αυτό το λόγο τα δέλτα των ποταμών εμφανίζουν πολύ υψηλή παραγωγικότητα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ (B)

Ερώτηση 1.

Σε ποιες περιοχές αναπτύσσονται φυσιολογικά τα ερημικά οικοσυστήματα;

Απάντηση

Τα ερημικά οικοσυστήματα βρίσκονται φυσιολογικά εκεί όπου η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή.

Ερώτηση 2.

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ερημικών οικοσυστημάτων;

Απάντηση

Τα ερημικά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από άγονα εδάφη, μικρή παραγωγικότητα και μικρή βιομάζα.

Ερώτηση 3.

Πώς εξηγείται η ύπαρξη οικοσυστημάτων με τα χαρακτηριστικά των ερημικών οικοσυστημάτων σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από άφθονες βροχοπτώσεις;

Απάντηση

Οικοσυστήματα που χαρακτηρίζονται από άγονα εδάφη, μικρή παραγωγικότητα και μικρή βιομάζα συναντώνται και σε περιοχές όπου τα χαρακτηριστικά του κλίματος θα επέτρεπαν πλούσια βλάστηση. Τα οικοσυστήματα αυτά είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων παρεμβάσεων οι οποίες οδηγούν στην ερημοποίηση.

Ερώτηση 4.

Ποιοι είναι οι λόγοι για τους οποίους μπορεί να ερημοποιηθεί ένα οικοσύστημα;

Απάντηση

Οι λόγοι για τους οποίους ένα οικοσύστημα μπορεί να ερημοποιηθεί είναι: η καταστροφή του από την όξινη βροχή, η αποψίλωση (όπως στην περίπτωση των τροπικών δασών) αλλά και οι πυρκαγιές και η υπερβόσκηση (στα μεσογειακά οικοσυστήματα).

Ερώτηση 5.

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος;

Απάντηση

Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από αλληλοδιαδοχή ενός υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με ένα θερμό και ξερό καλοκαίρι.

Ερώτηση 6.

Εκφώνηση

Για ποιους λόγους ευνοείται η εκδήλωση φωτιάς στα μεσογειακά οικοσυστήματα;

Απάντηση

Η εκδήλωση φωτιάς ευνοείται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, της μεγάλης ξηρασίας και της συσσώρευσης μη αποικοδομημένων ξερών φύλλων στο έδαφος.

Ερώτηση 7.

Πού αποδίδεται η ικανότητα των μεσογειακών οικοσυστημάτων να επανακάμπτουν μετά την εκδήλωση της φωτιάς; Να δώσετε συγκεκριμένα παραδείγματα.

Απάντηση

Τα μεσογειακά οικοσυστήματα μπορούν να επανακάμψουν σε λιγότερο από δέκα χρόνια, γιατί οι οργανισμοί τους έχουν προσαρμοστεί στην περιοδική εμφάνιση της φωτιάς αναπτύσσοντας συγκεκριμένους μηχανισμούς αναγέννησης.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν ο σχηματισμός νέων βλαστών και φύλλων από υπόγειους οφθαλμούς, η αυξημένη φύτευση σπερμάτων που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς κ.ά.

Ερώτηση 8.

Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται δύσκολη η επανάκαμψη ενός μεσογειακού οικοσυστήματος μετά από φωτιά;

Απάντηση

Οι μηχανισμοί αναγέννησης δεν μπορούν να συμβάλουν στην επανάκαμψη ενός μεσογειακού οικοσυστήματος, όταν αυτό έχει καεί επανειλημμένα και όταν μετά τη φωτιά επιχειρούνται ανασταλτικές επεμβάσεις όπως η βόσκηση.

Ερώτηση 9.

Ποιες είναι οι συνέπειες της φωτιάς στα μεσογειακά οικοσυστήματα;

Απάντηση

Άμεση συνέπεια της φωτιάς είναι η διάβρωση του εδάφους αφού καταστρέφονται τα φυτά που θα το συγκρατούσαν με τις ρίζες τους. Όταν μάλιστα η κλίση του εδάφους είναι μεγάλη και ακολουθήσουν καταρρακτώδεις βροχές τότε η διάβρωση του εδάφους γίνεται ακόμη μεγαλύτερη.

Τα οικοσυστήματα καταρρέουν βαθμιαία λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητας θρεπτικών και τελικά ερημοποιούνται.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ (α)

Ερώτηση 1.

Αν και η ποσότητα του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν είναι μεγάλη, εντούτοις το νερό, χάρη στην κινητικότητά του, κυκλοφορεί συνεχώς στον υδρολογικό κύκλο και έτσι γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς. Πώς επηρεάζει η καταστροφή της βλάστησης την κυκλοφορία του νερού στον υδρολογικό κύκλο;

Απάντηση

Η καταστροφή της βλάστησης σε μία περιοχή επηρεάζει σημαντικά την κυκλοφορία του νερού στον υδρολογικό κύκλο.

Η βλάστηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Ενδεικτικό της σημασίας που έχει η βλάστηση για την απορρόφηση του νερού από το έδαφος είναι το γεγονός ότι σε μικρές λεκάνες απορροής, όπου αφαιρέθηκαν όλα τα δέντρα, ο όγκος του επιφανειακού νερού αυξήθηκε πάνω από 200%.

Η καταστροφή της βλάστησης έχει ως αποτέλεσμα να αποδίδεται στην ατμόσφαιρα μικρότερη ποσότητα νερού, γιατί το φύλλωμα των φυτών συγκρατεί μια ποσότητα νερού το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται και επανέρχεται στην ατμόσφαιρα.

Επίσης, η βλάστηση (με το φύλλωμα και τους βλαστούς των φυτών) περιορίζει την ταχεία ροή του νερού διευκολύνοντας έτσι την απορρόφησή του από το έδαφος.

Η καταστροφή της βλάστησης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του νερού που απορροφάται από τα φυτά και θα μπορούσε να αποδοθεί πίσω στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή. Μειώνεται επίσης και η ποσότητα του νερού που εισχωρεί στο υπέδαφος και στο σύστημα των υπόγειων υδάτων.

Ταυτόχρονα αυξάνεται η ποσότητα του νερού που ρέει επιφανειακά και καταλήγει σε υδάτινους αποδέκτες με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη στους οργανισμούς των χερσαίων οικοσυστημάτων.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ (Β)

Ερώτηση 1.

Για τον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων της πυρκαγιάς στην Πάρνηθα το 2007 ελήφθησαν άμεσα μέτρα για την αποφυγή περαιτέρω ζημιών. Στα κατεπείγοντα μέτρα που λήφθηκαν περιλαμβάνεται και η δημιουργία κορμοδεμάτων και κορμοπλεγμάτων στις πλαγιές καθώς και κορμοφραγμάτων στα ρέματα. Κόπηκαν δηλαδή οι κορμοί των καμένων δένδρων και τοποθετήθηκαν στο έδαφος ή χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία μικρών φραγμάτων στις κοίτες των ρεμάτων της καμένης έκτασης.



- α) Ποιες είναι οι δυσμενείς επιπτώσεις της πυρκαγιάς που επιδιώκουμε να αποτρέψουμε με την κατασκευή των κορμοδεμάτων, των κορμοπλεγμάτων και των κορμοφραγμάτων;
- β) Πώς θα συνεισφέρουν τα έργα αυτά στην αποτροπή των δυσμενών επιπτώσεων της πυρκαγιάς;

Απάντηση

α) Η καταστροφή της βλάστησης λόγω της πυρκαγιάς προκαλεί αύξηση της ποσότητας του νερού που ρέει επιφανειακά αλλά και της ορμητικότητάς του, καθώς δεν υπάρχουν τα φυτά που θα την ανέκοπταν. Τα επιφανειακά ρέοντα ύδατα απομακρύνουν και θρεπτικά στοιχεία του εδάφους (διάβρωση) που θα καταλήξουν στους υδάτινους αποδέκτες. Η αύξηση της επιφανειακής απορροής προκαλεί αύξηση της διάβρωσης του εδάφους, λόγω της καταστροφής των φυτών που θα το συγκρατούσαν με τις ρίζες τους. Όταν μάλιστα η κλίση του εδάφους είναι μεγάλη και ακολουθήσουν καταρρακτώδεις βροχές, τότε η διάβρωση του εδάφους γίνεται ακόμη μεγαλύτερη και τελικά οδηγεί σε βαθμιαία κατάρρευση των οικοσυστημάτων και ερημοποίηση.

β) Η κατασκευή των κορμοδεμάτων και των κορμοπλεγμάτων θα περιορίσει την ορμητικότητα του νερού που ρέει επιφανειακά και κατά συνέπεια θα περιορίσει τη διάβρωση του εδάφους. Παράλληλα θα συντελέσει στον περιορισμό της απομάκρυνσης θρεπτικών συστατικών, μέσω της επιφανειακής απορροής, δημιουργώντας καλύτερες προϋποθέσεις για την ανάκαμψη της καμένης περιοχής. Τέλος θα περιορίσει την απομάκρυνση φυτικών σπερμάτων που φυτρώνοντας θα επιτρέψουν την αναγέννηση της βλάστησης της περιοχής.

Τα κορμοφράγματα στα ρέματα επιδιώκουν τόσο τον μετριασμό της ορμητικότητας των ρευμάτων νερού και κατά συνέπεια τον περιορισμό της διάβρωσης του εδάφους. Επίσης τον περιορισμό της μεταφοράς υλικών από την καμένη περιοχή σε άλλες

μικρότερου υψομέτρου. Η ένταση και η ποσότητα της επιφανειακής απορροής, μετά την καταστροφή της βλάστησης, δημιουργεί προϋποθέσεις ακόμα μεγαλύτερης διάβρωσης του εδάφους της περιοχής.

Ερώτηση 2.

Γιατί τα μεσογειακά οικοσυστήματα , μετά από την καταστροφή τους από πυρκαγιά, μπορούν να επανακάμψουν σε λιγότερο από δέκα χρόνια; Ποιες ανθρώπινες παρεμβάσεις μπορούν να εμποδίσουν τη φυσική αναγέννηση ενός μεσογειακού οικοσυστήματος και πώς;

Απάντηση

Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από αλληλοδιαδοχή ενός υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με ένα θερμό και ξερό καλοκαίρι που ευνοεί την εκδήλωση της φωτιάς λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, της μεγάλης ξηρασίας και της συσσώρευσης μη αποικοδομημένων ξερών φύλλων στο έδαφος.

Τα μεσογειακά οικοσυστήματα μπορούν να επανακάμψουν σε λιγότερο από δέκα χρόνια, γιατί οι οργανισμοί τους έχουν προσαρμοστεί στην περιοδική εμφάνιση της φωτιάς αναπτύσσοντας συγκεκριμένους μηχανισμούς αναγέννησης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν ο σχηματισμός νέων βλαστών και φύλλων από υπόγειους οφθαλμούς, η αυξημένη φύτευση σπερμάτων που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς κ.ά.

Όμως αυτοί οι μηχανισμοί αναγέννησης δεν μπορούν να συμβάλουν στην επανάκαμψη ενός μεσογειακού οικοσυστήματος, όταν αυτό έχει καεί επανειλημμένα και όταν μετά τη φωτιά επιχειρούνται ανασταλτικές επεμβάσεις όπως η βόσκηση.

Αυτό συμβαίνει γιατί, αν για παράδειγμα, εκδηλωθεί πυρκαγιά σε περιοχές που υπάρχουν ώριμα πευκοδάση, δέντρα δηλαδή που έχουν αναπτυχθεί αρκετά και έχουν σχηματίσει κουκουνάρια, μετά την πυρκαγιά και την απελευθέρωση των σπόρων από τα κουκουνάρια οι σπόροι αυτοί θα βλαστήσουν και θα δώσουν νέα φυτά. Όταν όμως εκδηλωθεί πυρκαγιά σε περιοχές που αναγεννώνται, σε διάστημα μικρότερο των δέκα ετών από προηγούμενη πυρκαγιά, τότε, επειδή τα πεύκα δεν έχουν ακόμα παράξει κουκουνάρια, θα είναι αδύνατη η φυσική αναγέννηση των πεύκων.

Επίσης αν οι καμένες περιοχές, που βρίσκονται σε διαδικασία φυσικής αναγέννησης, χρησιμοποιηθούν στη βόσκηση τότε τα ζώα θα καταστρέψουν τα νεαρά φυτά και τους τρυφερούς βλαστούς που αναπτύχθηκαν από υπόγειους οφθαλμούς, ανακόπτοντας τη διαδικασία αναγέννησης.

Ερώτηση 3.

Η εικόνα 1 παρουσιάζει μία λοφώδη περιοχή που καλύπτεται με βελανιδιές. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από ετήσια βροχόπτωση είναι 570mm (μέτρια βροχόπτωση), με μέτριο έλεγχο βόσκησης και χαμηλή εφαρμογή της πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος. Η εικόνα 2 παρουσιάζει μια δασική έκταση με βελανιδιές. Η ετήσια βροχόπτωση είναι 870mm (σημαντική βροχόπτωση), η βόσκηση ελέγχεται αυστηρά, η πυροπροστασία είναι επαρκής και υπάρχει αποτελεσματική εφαρμογή της πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος.



Ποια από τις δύο περιοχές, κατά τη γνώμη σου, παρουσιάζει αυξημένο κίνδυνο ερημοποίησης; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

Απάντηση

Η βροχόπτωση αποτελεί αβιοτικό παράγοντα που καθορίζει τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος. Αν για παράδειγμα, η βροχόπτωση σε μια περιοχή είναι μεγάλη ευνοείται η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών φυτικών ειδών. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνονται, η ετήσια βροχόπτωση στο οικοσύστημα της εικόνας 1 είναι μικρότερη από αυτή του οικοσυστήματος της εικόνας 2. Ο παράγοντας αυτός περιορίζει την ανάπτυξη της βλάστησης στο οικοσύστημα.

Η βόσκηση αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα που μπορεί να περιορίσει τη βλάστηση μιας περιοχής. Σύμφωνα με τα δεδομένα στην περιοχή της εικόνας 1 υπάρχει μέτριος έλεγχος της βόσκησης σε αντίθεση με τη δασική έκταση της εικόνας 2 στην οποία η βόσκηση ελέγχεται αυστηρά.

Λόγω των διαφορών που προαναφέρθηκαν η βλάστηση στο οικοσύστημα της εικόνας 1 είναι περιορισμένη αν συγκριθεί με αυτή του οικοσυστήματος της εικόνας 2.

Όμως η βλάστηση ασκεί με πολλαπλούς τρόπους προστατευτική δράση έναντι των κινδύνων διάβρωσης του εδάφους: παρεμβάλλεται μεταξύ βροχής και εδάφους και μειώνει τη μηχανική δύναμη των σταγόνων της βροχής, σκεπάζει το έδαφος με φύλλα και κλαδιά που παίζουν τον ίδιο ρόλο. Διευκολύνεται έτσι η διείσδυση του νερού της βροχής στο έδαφος, περιορίζεται η απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών του εδάφους μέσω της επιφανειακής απορροής, ενώ ταυτόχρονα συγκρατείται το έδαφος από το δίκτυο των ριζών.

Στο οικοσύστημα της εικόνας 1 όπου η βλάστηση είναι περιορισμένη η διάβρωση του εδάφους από το νερό που ρέει επιφανειακά είναι μεγαλύτερη. Στην περιοχή αυτή, η διάβρωση του εδάφους γίνεται ακόμα μεγαλύτερη λόγω της μεγάλης κλίσης του εδάφους.

Επομένως μεγαλύτερο κίνδυνο ερημοποίησης παρουσιάζει η περιοχή της εικόνας 1. Μια πυρκαγιά ή καταστροφή της περιορισμένης βλάστησης λόγω υπερβόσκησης μπορεί να οδηγήσουν σε ακόμα μεγαλύτερη διάβρωση του εδάφους, ειδικά αν εκδηλωθούν καταρρακτώδεις βροχές και τελικά η περιοχή μπορεί να οδηγηθεί σε ερημοποίηση.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

(Ερωτήσεις του κεφαλαίου άνθρωπος και περιβάλλον - σελ. 81 σχολικού βιβλίου)

Ερώτηση 1.

Περιγράψτε συνοπτικά τον κύκλο του νερού. Είναι πιο πολύπλοκος επάνω από τους ωκεανούς ή επάνω από την ξηρά και γιατί;

Απάντηση

Αν και η ποσότητα του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν είναι μεγάλη, εντούτοις το νερό, χάρη στην κινητικότητά του, κυκλοφορεί συνεχώς στον υδρολογικό κύκλο (ή κύκλο του νερού) και έτσι γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς. Η κυκλοφορία του νερού στηρίζεται κυρίως στην εξάτμιση, στη διαπνοή των φυτών και στις κατακρημνίσεις.

Με την εξάτμιση το νερό απομακρύνεται με τη μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια. Η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων ονομάζεται επιδερμική εξάτμιση και διακρίνεται από τη διαπνοή, που είναι η απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων, των πόρων δηλαδή της επιδερμίδας των φύλλων. Στην περίπτωση της διαπνοής, το νερό που απορροφούν τα φυτά με τις ρίζες τους περνά στο εσωτερικό τους καταλήγει στα φύλλα και τελικά απομακρύνεται από τα στόματά τους. Με τις κατακρημνίσεις (δηλαδή τη βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) το νερό απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και γίνεται διαθέσιμο στα υδάτινα και στα χερσαία οικοσυστήματα.

Ενώ η ανταλλαγή του νερού μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας αποτελεί ένα σχετικά απλό μηχανισμό, καθώς περιλαμβάνει μόνο τις διαδικασίες της εξάτμισης και των κατακρημνίσεων, το τμήμα του κύκλου που αφορά την ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο, διότι σ' αυτήν οι πιθανές πορείες του νερού είναι περισσότερες. Το νερό που πέφτει στην ξηρά μπορεί:

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

Ημερομηνία τροποποίησης: 24/04/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Τι ονομάζεται ρύπανση και ποιοι παράγοντες την προκαλούν;

Απάντηση

Ρύπανση είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Στους ρύπους ανήκουν:

- α) συγκεκριμένες χημικές ουσίες
- β) διάφορες μορφές ενέργειας, όπως η θερμότητα, ο ήχος και οι ακτινοβολίες.

Ερώτηση 2.

Ποιο είναι το κριτήριο για να θεωρηθεί ένας ρύπος απειλή για το περιβάλλον;

Απάντηση

Στις περισσότερες περιπτώσεις κριτήριο για την απειλή που συνιστά ένας ρύπος για το περιβάλλον δεν είναι τόσο η ποιότητά του, όσο ο ρυθμός με τον οποίο προστίθεται σε ένα οικοσύστημα

Ερώτηση 3.

Πότε μία αβλαβής ουσία όταν βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να καταστεί απειλητική για το περιβάλλον;

Απάντηση

Μια αβλαβής σε μικρές συγκεντρώσεις ουσία μπορεί να καταστεί απειλητική όταν ο ρυθμός εισαγωγής της στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής της από τους ειδικούς μηχανισμούς αποκατάστασης που διαθέτουν όλα τα οικοσυστήματα.

Ερώτηση 4.

Πότε μία τοξική ουσία μπορεί να μην αποτελεί απειλή για το περιβάλλον;

Απάντηση

Μια τοξική ουσία είναι ανίκανη να προκαλέσει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αν απομακρύνεται ή αδρανοποιείται με μεγαλύτερο ρυθμό από ό,τι εισάγεται στο οικοσύστημα.

Ερώτηση 5.

Σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται η ρύπανση ανάλογα με το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττει;

Απάντηση

Η ρύπανση ανάλογα με το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττει, διακρίνεται σε ατμοσφαιρική, σε ρύπανση των υδάτων και σε ρύπανση του εδάφους. Η διάκριση αυτή δεν πρέπει να θεωρείται απόλυτη, καθώς οι διάφορες μορφές ρύπανσης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Ερώτηση 6.

Εκφώνηση

Πότε άρχισε ο άνθρωπος να ρυπαίνει την ατμόσφαιρα και πώς εξελίχθηκε το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης;

Απάντηση

Η απαρχή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, έγινε από τότε που ο άνθρωπος των σπηλαίων ανακάλυψε την φωτιά. Η συστηματική όμως επιβάρυνση της ατμόσφαιρας ξεκίνησε κατά την Βιομηχανική Επανάσταση με την εντατική καύση ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων και πετρελαίου). Η επιβάρυνση αυτή, υποβοηθήθηκε από την ανέγερση μεγάλων βιομηχανικών μονάδων στις πόλεις, σε συνδυασμό με την αλματώδη αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού και τη συγκέντρωσή του σ' αυτές. Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα η κατάσταση επιδεινώθηκε με συνεχιζόμενη εκπομπή αερίων βιομηχανικών ρύπων και με τη μαζική χρήση του αυτοκινήτου.

Ερώτηση 7.

Ποια περιβαλλοντικά προβλήματα οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση;

Απάντηση

Τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι:

- A) το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- B) το φωτοχημικό νέφος
- Γ) η εξασθένιση της στιβάδας του όζοντος
- Δ) η όξινη βροχή.

Ερώτηση 8.

Ποια είναι η τύχη της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει στην επιφάνεια της Γης;

Απάντηση

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.

Ερώτηση 9.

Ποια είναι η τύχη της υπέρυθρης ακτινοβολίας που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα (μετά την πρόσπτωση της στην επιφάνεια της γης);

Απάντηση

Από το σύνολο της ακτινοβολίας αυτής ένα μέρος δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδηγεί στην ήπια αύξηση της θερμοκρασίας της. Το υπόλοιπο διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει στο διάστημα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη μας.

Ερώτηση 10.

Με ποιον τρόπο η υπέρυθρη ακτινοβολία σχετίζεται με τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας;

Απάντηση

Αν δε δεσμευόταν η υπέρυθρη ακτινοβολία από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν - 20° C, αντί για τη μέση θερμοκρασία των 15° C που είναι ευνοϊκή για τη ζωή.

Ερώτηση 11.

Με ποιον τρόπο η υπέρμετρη καύση ορυκτών καυσίμων οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας;

Απάντηση

Εξαιτίας της υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί. Έτσι όμως αυξάνεται και το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης.

Ερώτηση 12.

Ποιες είναι οι προβλέψεις των επιστημόνων σχετικά με τον ρυθμό αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα;

Απάντηση

Επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα αυξάνεται με ρυθμό 0,3% το χρόνο, πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι το 2040 η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας θα έχει αυξηθεί κατά 5° C.

Ερώτηση 13.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις για το περιβάλλον εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας;

Απάντηση

Αν η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιωθεί, τότε οι σοβαρές κλιματικές μεταβολές που θα προκύψουν θα έχουν δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η τήξη των πολικών πάγων θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων οι οποίες θα καλυφθούν από το νερό. Είναι επίσης πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα.

Ερώτηση 14.

Γιατί οι προβλέψεις για τις επιπτώσεις που επιφέρει το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν θεωρούνται απόλυτα ακριβείς;

Απάντηση

Πάντως, αν και είναι απαραίτητο να μειωθούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καμία πρόβλεψη προς το παρόν δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβής. Κι αυτό γιατί δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη με τους μηχανισμούς που την εξισορροπούν.

Ερώτηση 15.

Γιατί το φαινόμενο της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της Γης ονομάστηκε «φαινόμενο του θερμοκηπίου»;

Απάντηση

Την ονομασία «φαινόμενο του θερμοκηπίου» την καθιέρωσε το 1822 ο Γάλλος μαθηματικός Φουριέ, θεωρώντας πως ο μηχανισμός με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι παρόμοιος με αυτόν που αυξάνει τη θερμοκρασία σε ένα θερμοκήπιο. Και στις δύο περιπτώσεις ο αέρας που θερμαίνεται από τις ηλιακές ακτίνες (οι οποίες περνούν από την ατμόσφαιρα και το τζάμι αντίστοιχα) παγιδεύεται, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας.

Ερώτηση 16.

Ποια η σύσταση του νέφους που κάλυψε το Λονδίνο το 1952;

Απάντηση

Το νέφος που κάλυψε το Λονδίνο το 1952 ήταν ένα αέριο μείγμα διοξειδίου του θείου και άλλων προϊόντων ατελούς καύσης των ορυκτών καυσίμων.

Ερώτηση 17.

Τι είναι το φωτοχημικό νέφος; Ποιες ουσίες σχετίζονται με αυτό;

Απάντηση

Το φωτοχημικό νέφος είναι το νέφος του Λος Άντζελες, με το χαρακτηριστικό καφετί χρώμα, που συχνά γίνεται αντιληπτό και στην ατμόσφαιρα της Αθήνας, και προκαλείται από την αντίδραση μιας σειράς ουσιών, οι οποίες παράγονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, εργοστασίων), με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ερώτηση 18.

Ποιες ουσίες ανήκουν στους πρωτογενείς και ποιες ουσίες στους δευτερογενείς ρύπους;

Απάντηση

Στους πρωτογενείς ρύπους συγκαταλέγονται τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και διάφοροι υδρογονάνθρακες. Στα προϊόντα της αντίδρασης τους με το οξυγόνο κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, που αποτελούν τους δευτερογενείς ρύπους, ανήκουν το όζον και το νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN).

Ερώτηση 19.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις των πρωτογενών ρύπων στην υγεία του ανθρώπου;

Απάντηση

Από τους πρωτογενείς ρύπους το μονοξείδιο του άνθρακα παρεμποδίζει, σε υψηλές συγκεντρώσεις, τη μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς, γιατί ανταγωνίζεται το οξυγόνο για την ειδική θέση σύνδεσης στο μόριο της αιμοσφαιρίνης. Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν καταστροφές στους ιστούς των πνευμόνων και εξασθενίζουν την αντίσταση του οργανισμού στην πνευμονία, ενώ η έκθεση, για μεγάλο χρονικό διάστημα σε χαμηλές συγκεντρώσεις τους είναι υπεύθυνη για την πρόκληση εμφυσήματος. Μερικοί από τους υδρογονάνθρακες που περιέχονται στους ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως το βενζοπυρένιο, έχουν καρκινογόνο δράση.

Ερώτηση 20.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις των δευτερογενών ρύπων στην υγεία του ανθρώπου;

Απάντηση

Από τους δευτερογενείς ρύπους το όζον επηρεάζει τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος κατά παρόμοιο τρόπο με τα οξείδια του αζώτου (βλέπε ερώτηση 19), ενώ το PAN ερεθίζει τα μάτια.

Ερώτηση 21.

Έχουν οι δευτερογενείς ρύποι επιπτώσεις στο περιβάλλον;

Απάντηση

Οι ρύποι αυτοί, εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου, προκαλούν σημαντικές καταστροφές στα φυσικά οικοσυστήματα.

Ερώτηση 22.

Σε ποια περίπτωση το όζον δεν συνιστά ρύπο και είναι ευνοϊκό για την υγεία του ανθρώπου;

Απάντηση

Αν και το όζον στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας αποτελεί ρύπο, στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, σε ύψος 15 με 30 Km (κατώτερη στρατόσφαιρα), σχηματίζει μια στιβάδα που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής, καθώς απορροφά ένα σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Ερώτηση 23.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον άνθρωπο και στους οργανισμούς;

Απάντηση

Η ακτινοβολία αυτή έχει θανατηφόρο δράση στους μονοκύτταρους οργανισμούς, προκαλεί μεταλλάξεις στο DNA, καταρράκτη και καρκίνο του δέρματος.

Ερώτηση 24.

Πότε παρατηρήθηκε για πρώτη φορά η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος;

Απάντηση

Από τη δεκαετία του 1970 παρατηρήθηκε μια βαθμιαία εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος που στα μέσα της δεκαετίας του 1980 οδήγησε στη δημιουργία μιας τρύπας πάνω από την Ανταρκτική.

Ερώτηση 25.

Που οφείλεται η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος;

Απάντηση

Από τις έρευνες οι οποίες επακολούθησαν διαπιστώθηκε ότι αιτία για την εξασθένηση αυτή είναι οι χλωροφθοράνθρακες (εμπορική ονομασία freon), που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και στα κλιματιστικά και ως προωθητικά αέρια στα σπρέι. Το χλώριο που ελευθερώνεται από τους χλωροφθοράνθρακες καταστρέφει το όζον προκαλώντας βαθμιαία εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος. Εξαιτίας της ελάττωσης του όζοντος στη στρατόσφαιρα, η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στη Γη γίνεται όλο και μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η πιθανότητα για τις δυσμενείς επιπτώσεις της στους οργανισμούς.

Ερώτηση 26.

Ποια μέτρα έχουν ληφθεί για την αναστροφή του φαινομένου της εξασθένησης της στιβάδας του όζοντος;

Απάντηση

Από το 1994 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, προκειμένου να αναστραφεί η συνεχιζόμενη εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος, αποφάσισε την απαγόρευση της παραγωγής χλωροφθορανθράκων και την αντικατάστασή τους από υδροφθοράνθρακες που δεν περιέχουν το καταστρεπτικό για το όζον χλώριο.

Ερώτηση 27.

Που οφείλεται το χαμηλό pH της βροχής;

Απάντηση

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους και κυρίως η καύση υγρών καυσίμων απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα διάφορα οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου. Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό και θειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι. Όταν οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες, το νιτρικό και το θειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη, καθώς έχει τιμή pH γύρω στο 5,6.

Ερώτηση 28.

Πώς δημιουργείται η όξινη βροχή;

Απάντηση

Στις περιοχές όμως στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων του αζώτου και του θείου, είτε διότι γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων είτε διότι οι ρύποι αυτοί έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο, μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και του θειώδους οξέος που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής. Έτσι όμως η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη, καθώς η τιμή του pH της μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από το 5.

Ερώτηση 29.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στο φυσικό περιβάλλον και τους οργανισμούς;

Απάντηση

Εξαιτίας του φαινομένου της όξινης βροχής καταστρέφεται το φύλλωμα των δέντρων, ελαττώνεται η γονιμότητα του εδάφους και θανατώνονται οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Ερώτηση 30.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στο ανθρωπογενές περιβάλλον;

Απάντηση

Το ίδιο όμως φαινόμενο προκαλεί καταστροφές και στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο, γιατί τα οξέα που περιέχονται στη βροχή διαβρώνουν τις εξωτερικές επιφάνειές τους

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ερώτηση 1.

- α. Να αντιστοιχίσετε τις εικόνες που δείχνουν πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας (αριστερά), με αυτές της δεξιάς στήλης, οι οποίες αναφέρονται στις συνέπειες της ρύπανσης. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- β. Να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο ρύποι που απελευθερώνονται από τις πηγές 1, 2, 3 προκαλούν τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στις εικόνες Α και Β.

Αίτιο



1



2



3

Αποτέλεσμα



A



B



Γ

Wikipedia

* CO_2 : Διοξείδιο του άνθρακα, CO : Μονοξείδιο του άνθρακα, NO_x : Οξείδια αζώτου, SO_2 : Διοξείδιο του θείου

Απάντηση

α. 1, 2, 3 → Α, Β

Η καύση υγρών καυσίμων στο εργοστάσιο (εικόνα 1) και η ηφαιστειακή δραστηριότητα (εικόνα 3) απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα οξειδία του αζώτου και διοξείδιο του θείου. Οξειδία του αζώτου παράγονται επίσης από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων (εικόνα 2). Τα αέρια αυτά, αφού μετατραπούν με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας σε νιτρικό καιθειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι. Σε περιοχές που η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών η βρόχη γίνεται περισσότερο όξινη. Η όξινη βροχή, μεταξύ άλλων, καταστρέφει το φύλλωμα των δέντρων (εικόνα Α) ενώ προκαλεί καταστροφές και στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο (εικόνα Β).

1 και 2 → Γ.

Από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων (εικόνα 2) παράγονται ουσίες όπως είναι τα οξειδία του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και διάφοροι υδρογονάνθρακες. Οι πρωτογενείς αυτοί ρύποι αντιδρούν με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας οπότε παράγονται δευτερογενείς ρύποι. Το μείγμα των πρωτογενών και των δευτερογενών ρύπων σχηματίζει το φωτοχημικό νέφος, με το χαρακτηριστικό καφετί χρώμα (εικόνα Γ). Από το εργοστάσιο (εικόνα 1) επίσης απελευθερώνονται πρωτογενείς ρύποι όπως οξειδία του αζώτου και μονοξείδιο του άνθρακα που μπορούν να συμβάλουν στον σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους (εικόνα Γ) όπως περιγράψαμε παραπάνω.

Β. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους και κυρίως η καύση υγρών καυσίμων απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα διάφορα οξειδία του αζώτου και διοξείδιο του θείου. Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό καιθειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι. Όταν οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες, το νιτρικό και τοθειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη, καθώς έχει τιμή γύρω στο 5,6 pH. Στις περιοχές όμως στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών, είτε διότι γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων είτε διότι οι ρύποι αυτοί έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο, μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και τουθειώδους οξέος που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής. Έτσι όμως η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη, καθώς η τιμή του pH της μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από το 5. Εξαιτίας του φαινομένου της όξινης βροχής καταστρέφεται το φύλλωμα των δέντρων (όπως βλέπουμε στην εικόνα Α) κ.ά. Επίσης το ίδιο φαινόμενο προκαλεί καταστροφές σε έργα τέχνης κατασκευασμένα από μάρμαρο καθώς τα οξέα που περιέχονται στη βροχή διαβρώνουν τις εξωτερικές επιφάνειές τους (όπως φαίνεται στην εικόνα Β).

Ερώτηση 2.

Να εξηγήσετε γιατί το διοξείδιο του άνθρακα στις μέρες μας χαρακτηρίζεται ρύπος, παρόλο που αποτελεί φυσιολογικά συστατικό της ατμόσφαιρας (παράγεται από την κυτταρική αναπνοή των οργανισμών).

Απάντηση

Ρύπανση είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς.

Στις περισσότερες περιπτώσεις κριτήριο για την απειλή που συνιστά ένας ρύπος για το περιβάλλον δεν είναι τόσο η ποιότητά του όσο ο ρυθμός με τον οποίο προστίθεται σε ένα οικοσύστημα. Για το λόγο αυτό είναι δυνατό μια αβλαβής σε μικρές συγκεντρώσεις ουσία να καταστεί απειλητική, αν ο ρυθμός εισαγωγής της στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής της από τους ειδικούς μηχανισμούς αποκατάστασης της ισορροπίας που διαθέτουν όλα τα οικοσυστήματα.

Η εντατική καύση ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων και πετρελαίου), που άρχισε με τη Βιομηχανική Επανάσταση και συνεχίζεται μέχρι σήμερα αλλά και η μαζική χρήση του αυτοκινήτου οδήγησαν στην απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Αυτό συντέλεσε, σε συνδυασμό με την καταστροφή των δασών, στην αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Όμως το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα αέρια που δεσμεύουν την εκπεμπόμενη από τη Γη υπέρυθη ακτινοβολία. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Γης, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές κλιματικές μεταβολές, οι οποίες θα έχουν δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το διοξείδιο του άνθρακα επομένως, μια ακίνδυνη χημική ουσία, έχει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επειδή εισάγεται στην ατμόσφαιρα με μεγαλύτερο ρυθμό από ό,τι απομακρύνεται.

Ερώτηση 3.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τις μέσες μηνιαίες τιμές όζοντος που καταγράφηκαν σε διάφορους σταθμούς μέτρησης ρύπων της Αττικής, το 2008.

Μέσες μηνιαίες τιμές όζοντος (O₃) (2008-τιμές σε µg/m³)

Σταθμός	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Πατησίων	14	16	13	23	23	30	31	37	22	10	12	13
Αθηνάς	13	21	35	42	46	43	43	40	23	22	15	16
Πειραιάς-1	18	28	44	56	60	53	60	69	42	40	22	26
Γεωπονική	23	29	44	54	62	63	75	77	43	34	22	22
Ν.Σμύρνη	36	40	68	74	91	92	104	110	68	62	38	35
Περιστερί	22	30		64	73	84	92	98	69	46	31	28
Λιόσια	22	37		81	96	100	111	115	76	62	48	37
Μαρούσι	32	34	40	40	49	94	104	104	67	53	38	34
Λυκόβρυση	18	45	73	84	92	96	107	114	71	56	41	37
Θρακομακεδόνες	62	67	82	84	103		114	122	87	75	62	60
Αγ. Παρασκευή	45	50	62	61	75	107	124	130	88	60	48	46
Ελευσίνα	30	37	48	55	72	83	83	115	78	75	43	
Κορωπί						74	102	107	71	67	49	45

ΥΠΕΧΩΔΕ

- Από πού προέρχεται το όζον που εντοπίζεται στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας;
- Ποιες επιπτώσεις έχει στην υγεία του ανθρώπου η παρουσία όζοντος στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας;
- Ποιο μήνα και σε ποιο σταθμό καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή στη συγκέντρωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα;
- Σε ποιους άλλους σταθμούς καταγράφηκαν οι μέγιστες τιμές τον ίδιο μήνα;
- Ποιοι παράγοντες ευνόησαν, κατά τη γνώμη σας, την αύξηση της συγκέντρωσης του όζοντος τον μήνα αυτό;

Απάντηση

- Το όζον που εντοπίζεται στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, είναι δευτερογενής ρύπος. Δημιουργείται από την αντίδραση μιας σειράς ουσιών, οι οποίες παράγονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, εργοστασίων), με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στις ουσίες αυτές, που ονομάζονται πρωτογενείς ρύποι, συγκαταλέγονται τα οξειδία του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και διάφοροι υδρογονάνθρακες. Στα προϊόντα της αντίδρασής τους ανήκει, εκτός από το όζον και το νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN).
- Το όζον επηρεάζει τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος κατά παρόμοιο τρόπο με τα οξειδία του αζώτου. Τα οξειδία του αζώτου προκαλούν καταστροφές στους ιστούς των πνευμόνων και εξασθενίζουν την αντίσταση του οργανισμού στην πνευμονία, ενώ η έκθεση, για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε χαμηλές συγκεντρώσεις τους είναι υπεύθυνη για την πρόκληση εμφυσήματος.
- Η μεγαλύτερη τιμή στη συγκέντρωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα παρατηρήθηκε στην Αγ. Παρασκευή, τον Αύγουστο.
- Άλλοι σταθμοί, στους οποίους καταγράφηκαν οι μέγιστες τιμές όζοντος τον μήνα Αύγουστο είναι οι σταθμοί: Πατησίων, Πειραιάς-1, Γεωπονική, Νέα Σμύρνη, Περιστερί, Λιόσια, Μαρούσι, Λυκόβρυση, Θρακομακεδόνες, Ελευσίνα και Κορωπί.

- ε. Οι παράγοντες που ευνοούν τη δημιουργία των δευτερογενών ρύπων του φωτοχημικού νέφους, όπως είναι το όζον, είναι η αυξημένη ηλιοφάνεια και η συσσώρευση των πρωτογενών ρύπων. Η συγκέντρωση των πρωτογενών ρύπων μπορεί να αυξηθεί σε μία περιοχή είτε λόγω αυξημένων εκπομπών (π.χ. μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων) είτε λόγω μεταφοράς τους με τον άνεμο. Επομένως, η αυξημένη συγκέντρωση του όζοντος, που παρατηρείται σε διάφορες περιοχές της Αττικής τον Αύγουστο, οφείλεται στο συνδυασμό της μεγάλης ηλιοφάνειας και της δυναμικής της ατμόσφαιρας (κατεύθυνση και ένταση ανέμων), η οποία προκάλεσε συσσώρευση των πρωτογενών ρύπων.

Ερώτηση 4.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τη μεταβολή της συγκέντρωσης κάποιων αερίων συστατικών της ατμόσφαιρας. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε από το 1750 μέχρι το 1998 περίπου κατά 31%.

<u>Αέριο</u>	<u>Επίπεδα 1998</u>	<u>Αύξηση από το 1750</u>	<u>Ποσοστό αύξησης</u>
Διοξείδιο του άνθρακα	365 ppm	87 ppm	31%
Μεθάνιο	1,745 ppb	1,045 ppb	150%
Οξείδιο του Αζώτου	314 ppb	44 ppb	16%

- α. Γιατί η μεταβολή αυτή ανησυχεί τους επιστήμονες; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.
- β. Να αναφέρεις δύο δραστηριότητες του ανθρώπου που συνέβαλαν σε αυτή την αύξηση και να εξηγήσεις με ποιο τρόπο συνέβαλε η κάθε μία από αυτές.

Απάντηση

- α. 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 ακτινοβολίας αυτής ένα μέρος δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδηγεί στην ήπια αύξηση της θερμοκρασίας της. Το υπόλοιπο διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει στο διάστημα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Η παρατηρούμενη αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξάνει και το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της. Οι επιστήμονες ανησυχούν επομένως επειδή η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας συνδέεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια με την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης. Επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα αυξάνεται με ρυθμό 0,3% το χρόνο, πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι το 2040 η μέση θερμοκρασία του

πλανήτη μας θα έχει αυξηθεί κατά 5°C. Αν η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιωθεί, τότε οι σοβαρές κλιματικές μεταβολές που θα προκύψουν θα έχουν δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η τήξη των πολικών πάγων θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων οι οποίες θα καλυφθούν από το νερό. Είναι επίσης πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα. Πάντως, αν και είναι απαραίτητο να μειωθούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καμία πρόβλεψη προς το παρόν δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβής. Κι αυτό γιατί δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη με τους μηχανισμούς που την εξισορροπούν.

- β. Με τη Βιομηχανική Επανάσταση (αρχές του 19ου αιώνα) άρχισε η συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων αρχικά, πετρελαίου και φυσικού αερίου στη συνέχεια). Αυτά τα καύσιμα, τα οποία προέρχονται από τον μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος, παρέμεναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης, αποτελώντας μια μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμενε αχρησιμοποίητη. Στη συνέχεια όμως οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας και των μεταφορών επέβαλαν την εντατική εξόρυξη του άνθρακα, η καύση του οποίου οδήγησε στην απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Βέβαια το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από τους παραγωγούς και χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση. Η καταστροφή ωστόσο των δασών, είτε λόγω της υλοτόμησης, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε λόγω των εκχερσώσεων, που αποσκοπούν στην εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας, περιορίζει τον συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη. Η εντατική καύση ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με την καταστροφή των δασών προκαλούν μια τάση για βαθμιαία αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ερώτηση 5.

Από τη δεκαετία του 1970 παρατηρήθηκε μια βαθμιαία εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος που στα μέσα της δεκαετίας του 1980 οδήγησε στη δημιουργία μιας τρύπας πάνω από την Ανταρκτική. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ειδικών, η στιβάδα του όζοντος αναμένεται να επανέλθει στα προ του 1980 επίπεδα κατά το 2050. Οι επιπτώσεις επομένως της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος στην υγεία θα συνεχιστούν για αρκετό χρονικό διάστημα.

- α. Ποιους κινδύνους εγκυμονεί η εξασθένηση (αραίωση) της στιβάδας του όζοντος για τους ανθρώπους; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
β. Ποια είναι η αιτία της εξασθένησής της;
γ. Ποια μέτρα έχουν ληφθεί, προκειμένου να αναστραφεί το φαινόμενο της εξασθένησης της στιβάδας του όζοντος;

Απάντηση

- α. Αν και το όζον στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας αποτελεί ρύπο, στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, σε ύψος 15 με 30 Km (κατώτερη στρατόσφαιρα), σχηματίζει μια στιβάδα που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής, καθώς απορροφά ένα σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας. Η ακτινοβολία αυτή έχει θανατηφόρο δράση στους μονοκύτταρους

οργανισμούς, προκαλεί μεταλλάξεις στο DNA, προκαλεί καταρράκτη και καρκίνο του δέρματος. Εξαιτίας της ελάττωσης του όζοντος στη στρατόσφαιρα, η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στη Γη γίνεται όλο και μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η πιθανότητα για τις δυσμενείς επιπτώσεις της στους οργανισμούς.

- β. Από τη δεκαετία του 1970 παρατηρήθηκε μια βαθμιαία εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος που στα μέσα της δεκαετίας του 1980 οδήγησε στη δημιουργία μιας τρύπας πάνω από την Ανταρκτική. Από τις έρευνες οι οποίες επακολούθησαν διαπιστώθηκε ότι αιτία για την εξασθένηση αυτή είναι οι χλωροφθοράνθρακες (εμπορική ονομασία freon), που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και στα κλιματιστικά και ως προωθητικά αέρια στα σπρέι.
- γ. Επειδή η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος αποτελεί παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα, από το 1994 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, προκειμένου να αναστραφεί η συνεχιζόμενη εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος, αποφάσισε την απαγόρευση της παραγωγής χλωροφθορανθράκων και την αντικατάστασή τους από υδροφθοράνθρακες που δεν περιέχουν το καταστρεπτικό για το όζον χλώριο.

Ερώτηση 6.

Οι εικόνες (1) και (2) παρουσιάζουν το ίδιο γλυπτό, το καλοκαίρι και τον χειμώνα αντίστοιχα. Το γλυπτό βρίσκεται στην πανεπιστημιούπολη του Χάρβαρντ, στις ΗΠΑ. Το 1998, το Πανεπιστήμιο αποφάσισε να τυλίγει μερικά χάλκινα και μαρμάρινα έργα τέχνης, που ήταν εκτεθειμένα σε υπαίθριους χώρους, με αδιάβροχα καλύμματα. Από τι ήθελαν, κατά τη γνώμη σας, να προστατέψουν τα γλυπτά αυτά;



1



2

Wikipedia

Απάντηση

Με την ενέργειά τους αυτή οι υπεύθυνοι ήθελαν να προστατεύσουν τα γλυπτά από την όξινη βροχή.

Η ατμόσφαιρα περιέχει διάφορα οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου. Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό και θειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι. Όταν οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες, το νιτρικό και το θειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη, καθώς έχει τιμή γύρω στο 5,6 pH.

Στις περιοχές όμως στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών, μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και του θειώδους οξέος που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής. Έτσι όμως η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη, καθώς η τιμή του pH της μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από το 5. Το φαινόμενο της όξινης βροχής, εκτός από τις δυσμενείς επιπτώσεις που έχει στο φυσικό περιβάλλον, προκαλεί καταστροφές και στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο, γιατί τα οξέα που περιέχονται στη βροχή διαβρώνουν τις εξωτερικές επιφάνειές τους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

(Ερωτήσεις του κεφαλαίου άνθρωπος και περιβάλλον - σελ. 114 σχολικού βιβλίου)

Ερώτηση 1.

Ποια είναι τα αίτια και ποιες οι πιθανές συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου; Τι θα μπορούσε να κάνει ο σύγχρονος άνθρωπος για να τις περιορίσει;

Απάντηση

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 ακτινοβολίας αυτής 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 της Γης θα ήταν -20°C , αντί για τη μέση θερμοκρασία των 15°C που είναι ευνοϊκή για τη ζωή). Το υπόλοιπο διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει στο διάστημα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη μας.

Ωστόσο εξαιτίας της υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων αλλά και της καταστροφής των δασών η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί,

προκαλώντας ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας, αυξάνεται το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης. Επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που προστίθεται στην ατμόσφαιρα αυξάνεται με ρυθμό 0,3% το χρόνο, πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι το 2040 η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας θα έχει αυξηθεί κατά 5oC.

Αν η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιωθεί, τότε οι σοβαρές κλιματικές μεταβολές που θα προκύψουν θα έχουν δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η τήξη των πολικών πάγων θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων οι οποίες θα καλυφθούν από το νερό. Είναι επίσης πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα. Πάντως, καμία πρόβλεψη προς το παρόν δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβής. Κι αυτό γιατί δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη με τους μηχανισμούς που την εξισορροπούν.

Ο σύγχρονος άνθρωπος θα μπορούσε να περιορίσει τις συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, σε παγκόσμιο επίπεδο και προστατεύοντας τα δάση.

Ερώτηση 2.

Το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου συμβάλλουν στη δημιουργία όξινης βροχής. Ποιες είναι οι συνέπειες αυτού του φαινομένου ρύπανσης και τι θα μπορούσε να κάνει ο σύγχρονος άνθρωπος για να τις περιορίσει;

Απάντηση

Εξαιτίας του φαινομένου της όξινης βροχής, καταστρέφεται το φύλλωμα των δέντρων, ελαττώνεται η γονιμότητα του εδάφους και θανατώνονται οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Το ίδιο όμως φαινόμενο προκαλεί καταστροφές και στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο, γιατί τα οξέα που περιέχονται στη βροχή διαβρώνουν τις εξωτερικές επιφάνειές τους.

Η δημιουργία της όξινης βροχής (βροχή με τιμή pH μικρότερο από 5,6) οφείλεται στις αυξημένες συγκεντρώσεις διαφόρων οξειδίων του αζώτου και διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα μιας περιοχής, είτε διότι γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων είτε διότι οι ρύποι αυτοί έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο. Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό και θειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι.

Ο σύγχρονος άνθρωπος θα μπορούσε να περιορίσει τις συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει η όξινη βροχή περιορίζοντας τις εκπομπές ρύπων που δημιουργούν την όξινη βροχή (φίλτρα στις καμινάδες των εργοστασίων, περιορισμός των μετακινήσεων με ιδιωτικά αυτοκίνητα και χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς).

Ημερομηνία τροποποίησης: 24/04/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να προσδιορίζεις τι είναι η ρύπανση του οικοσυστήματος και τα είδη ρύπανσης με βάση το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττεται.
2. Να αναφέρεις τις δύο κύριες κατηγορίες ρύπων.
3. Να προσδιορίζεις το κριτήριο βάσης του οποίου ένας ρύπος αποτελεί απειλή για το περιβάλλον.
4. Να αναφέρεις τα αίτια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης προσδιορίζοντας χρονικά την αρχή της εμφάνισής της, την επιβάρυνση και την επιδείνωση της κατάστασης.
5. Να αναφέρεις ονομαστικά περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
6. Να προσδιορίζεις την διαδρομή που ακολουθεί η προσπίπτουσα ακτινοβολία πάνω στη Γή και να εξηγείς πως αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη.
7. Να αναφέρεις τα αίτια της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
8. Να παραθέτεις την αλληλουχία των γεγονότων που οδηγούν στην αύξηση της θερμοκρασίας ως αποτέλεσμα της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
9. Να αναφέρεις τις συνέπειες από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
10. Να εξηγείς την απόδοση του φαινομένου της αύξησης της θερμοκρασίας με την ονομασία «φαινόμενο του θερμοκηπίου».
11. Να αναφέρεις την αιτία δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους και τους ρύπους που σχετίζονται με αυτό.
12. Να εντοπίζεις την διαφορά μεταξύ χημικού (Λονδίνο) και φωτοχημικού (Λος Άντζελες) νέφους.
13. Να εντοπίζεις ποιες ουσίες αποτελούν τους πρωτογενείς και ποιες τους δευτερογενείς ρύπους της ατμόσφαιρας.
14. Να αναφέρεις τις επιπτώσεις που έχουν οι παραπάνω ρύποι στην υγεία του ανθρώπου.
15. Να αναφέρεις τη σημασία της στοιβάδας του όζοντος στην ατμόσφαιρα.

16. Να αναφέρεις τις επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στους ζωντανούς οργανισμούς.
17. Να προσδιορίζεις την κύρια αιτία που οδήγησε στην εξασθένηση της στοιβάδας του όζοντος (που παρατηρήθηκε μετά το 1970) και τη λύση που προτάθηκε για την αντιμετώπιση του προβλήματος.
18. Να προσδιορίζεις τις αιτίες αύξησης των οξειδίων του αζώτου και του διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα.
19. Να εξηγείς τη δημιουργία της όξινης βροχής.
20. Να αναφέρεις τις επιπτώσεις της όξινης βροχής στα οικοσυστήματα, στους οργανισμούς και στα μαρμάρινα μνημεία και έργα τέχνης.

ΡΥΠΑΝΣΗ - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΡΥΠΑΝΣΗ

Είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς.

Ρύπος είναι:

A. Χημικές ουσίες αβλαβείς σε μικρές συγκεντρώσεις που γίνονται απειλητικές όταν εισάγονται στο οικοσύστημα με ρυθμό μεγαλύτερο από τον ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής τους

B. Χημικές ουσίες τοξικές που δεν προκαλούν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όταν εισάγονται στο οικοσύστημα με ρυθμό μικρότερο από τον ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής τους

Γ. Μορφές ενέργειας

- ο Θερμότητα
- ο Ήχος
- ο Ακτινοβολίες

Διακρίνεται σε ρύπανση

A. αέρα (ατμοσφαιρική)

B. υδάτων

Γ. εδάφους

Σχόλιο 1: Η ρύπανση μπορεί επίσης να διακριθεί σε φυσική και ανθρωπογενή. Μια έκρηξη ηφαιστείου, όπως αυτού της Σαντορίνης που απελευθέρωσε τεράστιες ποσότητες αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, οι φυσικές αναβλύσεις πετρελαίου σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές, όπως η Santa Barbara στην Αμερική και οι υποθαλάσσιες αναβλύσεις λάβας στη Χαβάη, αποτελούν φυσικές πηγές ρύπανσης.

Σχόλιο 2: Όπως αναφέρθηκε, ρύπος μπορεί να είναι τόσο μια ουσία, όσο και μια μορφή ενέργειας. Στην δεύτερη περίπτωση, της ενεργειακής ρύπανσης δηλαδή, ανήκει η ηχορρύπανση, η θερμική ρύπανση του νερού (με θερμό νερό που χρησιμοποιείται στα συστήματα ψύξης των πυρηνικών αντιδραστήρων) και η ρύπανση από ραδιενέργεια (αν και η ραδιενέργεια, επειδή προϋποθέτει την ύπαρξη ραδιενεργών πυρήνων, συνήθως κατατάσσεται στη χημική ρύπανση). Στην περίπτωση της ρύπανσης των υδάτων, αυτή μπορεί να οφείλεται και σε χημικά ή βιολογικά αίτια (π.χ παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών). Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για μόλυνση των υδάτων.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

- Άρχισε με την ανακάλυψη της φωτιάς
- Συνεχίστηκε με την Βιομηχανική επανάσταση με την καύση ορυκτών καυσίμων
- Υποβοηθήθηκε από την
 - A. ανέγερση βιομηχανικών μονάδων
 - B. αύξηση ανθρώπινου πληθυσμού
 - Γ. συγκέντρωση πληθυσμού στις πόλεις
- Επιδεινώθηκε με
 - A. την εκπομπή βιομηχανικών ρύπων
 - B. την μαζική χρήση αυτοκινήτου

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης:
 - A. κατά ένα μέρος απορροφάται από αυτήν
 - B. ένα μέρος επανεκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα σαν θερμότητα (υπέρυθρη ακτινοβολία)
- Από αυτήν την υπέρυθρη ακτινοβολία:
 - A. ένα μέρος απορροφάται από τους υδρατμούς και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας (καθιστώντας τη θερμοκρασία του πλανήτη ευνοϊκή για τη ζωή)
 - B. ένα μέρος (το υπόλοιπο) διαφεύγει στο διάστημα
- Το φαινόμενο επιδεινώνεται, καθώς, λόγω υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων αυξάνεται το διοξείδιο του άνθρακα, και, άρα και η δέσμευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας.
- Η επιδείνωση του φαινομένου οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα:
 - A. τήξη πολικών πάγων και άνοδο στάθμης της θάλασσας
 - B. απώλεια χερσαίων εκτάσεων λόγω πλημμύρας
 - Γ. γόνιμες εκτάσεις θα γίνουν άγονες και το αντίστροφο

Σχόλιο 3: Έχει υπολογιστεί ότι περίπου το 30% της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει στην επιφάνεια της Γης ανακλάται προς το διάστημα, ενώ το υπόλοιπο 70% απορροφάται: κατά 16% από την ατμόσφαιρα, κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια του εδάφους και τους ωκεανούς.

Σχόλιο 4: Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς που βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό, υπάρχουν και αέρια που βρίσκονται φυσιολογικά στην ατμόσφαιρα, σε μικρό όμως ποσοστό. Τα αέρια αυτά κατακρατούν επίσης την υπέρυθρη ακτινοβολία και τέτοια είναι το μεθάνιο (CH_4), τα οξείδια του αζώτου (N_2O) και το όζον (O_3), με μικρή συμμετοχή στο φαινόμενο. Υπεύθυνοι θεωρούνται και οι χλωροφθοράνθρακες CFCs που προκαλούν κυρίως το φαινόμενο της «εξασθένησης της στιβάδας του όζοντος». Όλα αυτά τα αέρια ονομάζονται «θερμοκηπιακά αέρια» ή «αέρια του θερμοκηπίου».

Σχόλιο 5: Τα έντεκα θερμότερα έτη στην ιστορία του πλανήτη έχουν καταγραφεί την τελευταία δωδεκαετία, ενώ η μέση στάθμη της θάλασσας από το 1993 και μετά ανεβαίνει κατά 3,1 χιλιοστά ετησίως, με ρυθμό πολύ μεγαλύτερο από τον μέσο όρο της τελευταίας 50ετίας (1,3 χιλιοστά ετησίως)!

Σχόλιο 6: Η μαζική χρήση του αυτοκινήτου στις μεγαλουπόλεις, συμβάλλει πολύ στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΑΣΑ (2007) στην Αθήνα, το έτος 1996 κυκλοφορούσαν 1 εκατομμύριο αμάξια ιδιωτικής χρήσεως ενώ σε δέκα περίπου χρόνια διπλασιάστηκαν (2,2 εκατομμύρια αμάξια Ι.Χ. το 2007)!

Σχόλιο 7: Μία σοβαρή συνέπεια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η επιβράδυνση του Ρεύματος του Κόλπου (Gulf Stream) λόγω αλλαγής της θερμοκρασίας των θαλασσίων νερών. Πιο συγκεκριμένα, οι επιστήμονες προβλέπουν ότι το Ρεύμα του Κόλπου θα μετακινηθεί νοτιότερα προκαλώντας πτώση της θερμοκρασίας στην Δυτική Ευρώπη και στη Νότια Αφρική. Στο απαισιόδοξο αυτό σενάριο βασίστηκε η δημιουργία της κινηματογραφικής ταινίας «The day after tomorrow».

ΤΟ ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΟ ΝΕΦΟΣ

- Η ατελής καύση των ορυκτών καυσίμων παράγει ουσίες όπως το διοξείδιο του θείου που προκαλούν την εμφάνιση νέφους παρόμοιου με αυτό του Λονδίνου.
- Η καύση των ορυκτών καυσίμων από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ) παράγει ρύπους που προκαλούν την εμφάνιση νέφους παρόμοιου με αυτό του Λος Άντζελες. Οι ρύποι αυτοί χωρίζονται σε

Α. πρωτογενείς, όπως

- τα οξείδια του αζώτου, που
 - α. προκαλούν καταστροφές στους ιστούς των πνευμόνων
 - β. εξασθενίζουν την αντίσταση του οργανισμού στην πνευμονία
 - γ. προκαλούν εμφύσημα μετά από παρατεταμένη έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις
- το μονοξείδιο του άνθρακα που παρεμποδίζει την μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς και
- διάφοροι υδρογονάνθρακες, όπως το βενζοπυρένιο που έχει καρκινογόνο δράση

Β. δευτερογενείς, που σχηματίζονται από την αντίδραση των πρωτογενών με το οξυγόνο και την ηλιακή ακτινοβολία, όπως

- το όζον που επηρεάζει τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος όπως τα οξειδία του αζώτου
- το PAN (νιτρικό υπεροξυακετύλιο)

Σχόλιο 8: Στους πρωτογενείς ρύπους ανήκουν επίσης και τα αιωρούμενα σωματίδια, όπως ο καπνός, ο αμίαντος κ.ά., με διάμετρο μικρότερη από 10 μm ($1\mu = 10^{-6}\text{m}$) καθώς και βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος. Ο τελευταίος έχει περιοριστεί στους ατμοσφαιρικούς ρύπους, λόγω χρήσης της αμόλυβδης βενζίνης.

Σχόλιο 9: Τα αιωρούμενα σωματίδια προέρχονται από την τριβή των ελαστικών των αυτοκινήτων, τις τσιμεντοβιομηχανίες, τα χαλυβουργεία, τις καύσεις του λιγνίτη, του μαζούτ, του ντίζελ, κλπ και παίζουν ρόλο καταλύτη στις φωτοχημικές αντιδράσεις. Τα μικροσωματίδια, σε συνδυασμό με τα οξειδία του θείου, προκαλούν χρόνιες βρογχίτιδες και αναπνευστικές λοιμώξεις (ιδιαίτερα στα παιδιά) και μειώνουν την ορατότητα της ατμόσφαιρας.

Σχόλιο 10: Στο Λονδίνο το 1952, εξαιτίας της αιθαλομίχλης που δημιουργήθηκε, σημειώθηκαν 4.000 θάνατοι από τις 5 έως τις 9 του Δεκέμβρη. Οι θάνατοι αφορούσαν κυρίως άτομα με χρόνια βρογχίτιδα και άλλες πνευμονικές και καρδιακές παθήσεις.

Σχόλιο 11: Οι δύο τύποι νέφους (η αιθαλομίχλη και το φωτοχημικό νέφος) δεν υπάρχουν ανεξάρτητα το ένα από άλλο, αλλά συνυπάρχουν για κάποιο μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό συμβαίνει επειδή το ένα νέφος είναι αναγωγικό και το άλλο οξειδωτικό. Αυτό εξαρτάται από τις κλιματικές και τοπογραφικές συνθήκες της περιοχής, το είδος των καυσίμων κλπ. Έτσι στην Αθήνα, το χειμώνα επικρατεί το νέφος αιθαλομίχλης, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες γίνεται περισσότερο αισθητό το φωτοχημικό νέφος. Το αποτέλεσμα είναι το ορατό, αισθητό πρόβλημα της ρύπανσης των μεγαλουπόλεων που βιώνουμε οι περισσότεροι καθημερινά.

Σχόλιο 12: Οι υδρογονάνθρακες δευτερογενώς σχηματίζουν όζον, φορμαλδεΰδη και άλλα φωτοχημικά οξειδωτικά. Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται από την ένωση αζώτου και οξυγόνου στις υψηλές θερμοκρασίες των μηχανών εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων αλλά και στους λέβητες των εργοστασίων. Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται σε μικρά ποσά και στην ατμόσφαιρα με φυσικό τρόπο από κεραυνούς, αστραπές και από την ηφαιστειακή δραστηριότητα ή τη δράση αποικοδομητών. Το όζον είναι το κυριότερο συστατικό της φωτοχημικής ρύπανσης γι' αυτό χρησιμοποιείται και ως δείκτης της.

Σχόλιο 13: Οι κινητήρες των αυτοκινήτων είναι υπεύθυνοι για περίπου το 60% της συνολικής παραγωγής CO. Είναι προϊόν ατελούς καύσης των καυσίμων στις μηχανές εσωτερικής καύσης αυτοκινήτων αλλά και στις οικιακές θερμάστρες. Το φαινόμενο ήταν εντονότερο τα παλιά χρόνια στα χωριά που χρησιμοποιούσαν μαγκάλι με ξυλοκάρβουνα για να ζεσταθούν, τα οποία όμως προκαλούσαν αναθυμιάσεις με CO εξαιτίας της ατελούς καύσης.

Σχόλιο 14: Εκτός από τις δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου, οι ρύποι του φωτοχημικού νέφους επηρεάζουν και τα φυτά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το διοξείδιο του αζώτου που είναι τοξικό για τα φυτά. Το όζον μειώνει τον ρυθμό φωτοσύνθεσης και σε συνδυασμό με το PAN παρεμποδίζει την ομαλή τους ανάπτυξη, για παράδειγμα προκαλεί πρόωρη πτώση των βελόνων των κωνοφόρων. Την ίδια βλαπτική επίδραση έχουν και τα μικροσωματίδια.

ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΙΒΑΔΑΣ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ.

- Το όζον είναι:

A. ρύπος στην κατώτερη ατμόσφαιρα

B. αβλαβής ουσία στην ανώτερη ατμόσφαιρα (κατώτερη στρατόσφαιρα) γιατί απορροφά μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας η οποία προκαλεί

- θάνατο στους μονοκύτταρους οργανισμούς
- μεταλλάξεις στο DNA
- καταρράκτη στα μάτια
- καρκίνο του δέρματος

- Η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος οφείλεται στους **χλωροφθοράνθρακες** που χρησιμοποιούνται σαν:

A.προωθητικά αέρια στα σπρέι

B. ψυκτικά υγρά σε ψυγεία και κλιματιστικά

- Λύση στο πρόβλημα αποτελεί η **απαγόρευση** χρήσης **χλωροφθορανθράκων** και η αντικατάστασή τους από **υδροφθοράνθρακες**.

Σχόλιο 15: Σε χώρες όπως η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, η Νότια Αφρική κ.ά. το στρώμα του όζοντος είναι πολύ λεπτό στη διάρκεια ορισμένων μηνών τον χρόνο. Σε αυτές τις χώρες έχουν παρατηρηθεί αυξημένα κρούσματα καρκίνου του δέρματος. Μάλιστα έχει υπολογιστεί ότι κάθε μείωση της περιεκτικότητας του όζοντος κατά 10% ισοδυναμεί με αύξηση των περιπτώσεων καρκίνου του δέρματος κατά 300.000 παγκοσμίως. Τα παιδιά στην Αυστραλία δια νόμου επιβάλλεται να φορούν καπέλα και να προστατεύουν το δέρμα τους στην περίπτωση που είναι στην ύπαιθρο.

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Τα οξείδια του αζώτου και το διοξείδιο του θείου

A. ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από

ο Φυσικές διεργασίες

α. ηφαιστειακή δραστηριότητα

β. αποικοδόμηση οργανικών ουσιών από βακτήρια του εδάφους

ο Ανθρωπογενείς δραστηριότητες (καύση υγρών καυσίμων)

B. αντιδρούν με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και παράγουν

ο νιτρικό οξύ

ο θειώδες οξύ αντίστοιχα, τα οποία πέφτουν στην επιφάνεια της Γης, διαλυμένα

α. στο νερό της βροχής

β. στο χιόνι

γ. στην ομίχλη

δ. στο χαλάζι

Γ. όταν οι συγκεντρώσεις τους είναι μικρές το νερό της βροχής είναι ελαφρά όξινο (pH ~5,6)

Δ. όταν οι συγκεντρώσεις τους σε μια περιοχή αυξηθούν, εξαιτίας

ο εντατικής καύσης υγρών καυσίμων

ο μεταφοράς με τον άνεμο

το νερό της βροχής έχει πολύ χαμηλό pH (pH <5) και προκαλεί:

ο καταστροφή του φυλλώματος των δέντρων

ο ελάττωση της γονιμότητας του εδάφους

ο θάνατο των φυτικών και ζωικών οργανισμών των υδάτινων οικοσυστημάτων

ο καταστροφές στα αρχαιολογικά μνημεία και στα έργα τέχνης από μάρμαρο

Σχόλιο 16: Χαρακτηριστικό της αέριας μεταφοράς των ρύπων είναι ότι για το 88% της όξινης βροχής σε περιοχές της Νορβηγίας ευθύνονται τα οξείδια αζώτου και θείου που παράχθηκαν σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες αλλά και στην Αμερική!

Σχόλιο 17: Το pH της όξινης βροχής μπορεί να πέσει τόσο χαμηλά όσο το pH του χυμού λεμονιού, δηλαδή γύρω στο 2,3. Τέτοιες τιμές pH όξινης βροχής παρατηρήθηκαν σε ορισμένες περιοχές των ΗΠΑ. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως το pH μιας τέτοια βροχής είναι 1.000(!) φορές πιο όξινο από το pH της φυσιολογικής βροχής.

<u>Ακτινοβολία</u>	Ενέργεια σε μορφή κυμάτων ή κινούμενων υποατομικών σωματιδίων (π.χ. ηλεκτρονίων, πρωτονίων κ.α.). Ανάλογα με την ενέργεια και την επίδρασή της στην ύλη, διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: την ιοντίζουσα και τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία προκαλεί ιοντισμό των ατόμων της ύλης και σ' αυτήν ανήκουν ακτινοβολίες όπως οι ακτίνες Χ, β, γ ή κοσμική ακτινοβολία κ.ά. Στις μη ιοντίζουσες ανήκουν ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες σε συχνότητες που μεταφέρουν σχετικά μικρή ενέργεια, μη ικανή να προκαλέσει ιοντισμό, ικανή όμως να προκαλέσει ηλεκτρικές, χημικές και θερμικές επιδράσεις στον οργανισμό, που μπορούν να αποβούν άλλοτε ευεργετικές και άλλοτε επιβλαβείς για τη λειτουργία του. Σ' αυτές ανήκουν η ακτινοβολία του ορατού φωτός, η υπεριώδης και η υπέρυθρη (που βρίσκονται στην ηλιακή ακτινοβολία), τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα από κεραίες, ραντάρ κ.ά.
<u>Ατμοσφαιρική ρύπανση</u>	Επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το φωτοχημικό νέφος, η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος και η όξινη βροχή.
<u>Βενζοπυρένιο</u>	Υδρογονάνθρακας που ανήκει στους πρωτογενείς αέριους ρύπους. Έχει καρκινογόνο δράση και παράγεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (αυτοκινήτων, αεροπλάνων εργοστασίων). Οργανική ένωση (κυκλικός αρωματικός υδρογονάνθρακας) που ανήκει στους πρωτογενείς αέριους ρύπους. Περιέχεται στη λιθανθρακόπισσα, στα καυσαέρια των αυτοκινήτων και των βιομηχανιών, καθώς και στον καπνό του τσιγάρου. Το βενζοπυρένιο που βρίσκεται στην

	ατμόσφαιρα προέρχεται -κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του- από την καύση ορυκτού άνθρακα και σε μικρότερα ποσοστά από την καύση βενζίνης και πετρελαίου, από την εξάτμιση της ασφάλτου των δρόμων κ.ά. Είναι καρκινογόνος ουσία.
<u>Βιομηχανική Επανάσταση</u>	Ρεύμα κοινωνικών και οικονομικών μεταβολών που οδήγησαν στην εμφάνιση της «εκβιομηχανισμένης» (industrialized) κοινωνίας. Ξεκίνησε από την Αγγλία και επεκτάθηκε σε άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες όπως στην Γαλλία και αργότερα και στις ΗΠΑ. Η πρώτη φάση της βιομηχανικής επανάστασης (1750-1870) χαρακτηρίζεται ως η εποχή του άνθρακα και του σιδήρου και σημαδεύτηκε από τη χρήση του σιδηροδρόμου και του ατμόπλοιου στις μεταφορές. Στις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα η βιομηχανική επανάσταση περνά στη δεύτερη φάση (1870 και μετά) και χαρακτηρίζεται από τη χρησιμοποίηση νέων πηγών ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο).
<u>Βιομηχανικοί ρύποι</u>	Ρύποι που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες. Χωρίζονται σε ρύπους: α) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Προέρχονται από την καύση των καυσίμων (CO₂, SO_x-οξείδια του θείου, CO, υδρογονάνθρακες όπως το βενζοπυρένιο κ.ά.) β) που απελευθερώνονται στο υδάτινο περιβάλλον (βαρέα μέταλλα όπως υδράργυρος, μόλυβδος κ.ά, φυτοφάρμακα, εντομοκτόνα όπως το D.D.T, λιπάσματα, οργανικές ουσίες, πετρέλαιο και παράγωγά του, ραδιενεργά κατάλοιπα, ακόμα και το ζεστό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις). γ) που απορρίπτονται στο έδαφος όπως ραδιενεργά κατάλοιπα, βαρέα μέταλλα, πλαστικά κ.ά.
<u>Δευτερογενείς ρύποι</u>	Ρύποι του φωτοχημικού νέφους όπως το όζον (O ₃) και το νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN), που παράγονται από την αντίδραση των πρωτογενών ρύπων με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

<u>Διάβρωση μνημείων</u>	Διαδικασία γυψοποίησης των μαρμάρινων μνημείων. Το ανθρακικό ασβέστιο των μαρμάρων μετατρέπεται σε γύψο (CaSO_4) κάτω από την επίδραση του θειικού οξέος της όξινης βροχής.
<u>Διοξείδιο του θείου</u>	Αέρια ένωση που σχηματίζεται με την ηφαιστειακή δραστηριότητα, τις διεργασίες αποικοδόμησης οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους αλλά κυρίως με την καύση των υγρών καυσίμων. Αντιδρά με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και σχηματίζει θειώδες οξύ, που αποτελεί συστατικό της βροχής. Όταν αυξηθεί η συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα κάνει την βροχή αρκετά όξινη (όξινη βροχή).
<u>Εμφύσημα</u>	Μορφή χρόνιας πάθησης των πνευμόνων κατά την οποία καταστρέφεται η ελαστικότητα των αεροφόρων σάκων (κυψελίδες) και δυσχεραίνεται η πρόσληψη οξυγόνου από τους πνεύμονες. Συνήθως συνυπάρχει μαζί με τη χρόνια βρογχίτιδα. Προκαλείται από τον καπνό του τσιγάρου αλλά και από ρύπους όπως τα οξειδία του αζώτου.
<u>Ηχορρύπανση</u>	Ο υπερβολικός και ενοχλητικός περιβαλλοντικός θόρυβος που προκαλείται κυρίως από βιομηχανικές δραστηριότητες, οικοδομικές εργασίες, έντονη κυκλοφορία οχημάτων, αεροσυμπιεστές (κομπρεσέρ) αλλά και από αεροπλάνα. Οι επιπτώσεις της ηχορρύπανσης στον άνθρωπο είναι πολλές. Μπορεί να προκαλέσει υπέρταση, άγχος, απώλεια ακοής κ.ά.
<u>Θειώδες οξύ</u>	Οξύ που προκαλείται από την αντίδραση του διοξειδίου του θείου με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας. Μαζί με το νιτρικό οξύ αποτελούν τα κύρια συστατικά της όξινης βροχής.
<u>Καταρράκτης</u>	Θόλωση του κρυσταλλοειδούς φακού του ματιού, που μπορεί να προκληθεί από σακχαρώδη διαβήτη, με την πάροδο της ηλικίας (γεροντικός καταρράκτης), από φάρμακα (όπως η κορτιζόνη), λόγω κληρονομικότητας (συγγενής καταρράκτης) αλλά και από την υπεριώδη ακτινοβολία. Θεραπεύεται χειρουργικά.

<u>Μηχανές εσωτερικής καύσης</u>	Μηχανές που μετατρέπουν την αποθηκευμένη στο καύσιμο χημική ενέργεια σε κινητική εντός του κινητήρα (θάλαμος καύσης) και η ενέργεια των καυσαερίων δίνει ώθηση σε ένα έμβολο. Τέτοιες μηχανές είναι των αυτοκινήτων (βενζινοκινητήρες, πετρελαιοκινητήρες), αεροπλάνων κ.ά. Διακρίνονται από τις μηχανές εξωτερικής καύσης στις οποίες η ώθηση δίνεται στο έμβολο μέσω των ατμών που δημιουργούνται εκτός της μηχανής μέσα σε έναν λέβητα (π.χ οι ατμομηχανές).
<u>Νιτρικό υπεροξυακετύλιο</u>	Δευτερογενής ρύπος της ατμόσφαιρας. Είναι γνωστό με τα αρχικά PAN και ερεθίζει τα μάτια. Δευτερογενής ρύπος της ατμόσφαιρας. Στην βιβλιογραφία είναι γνωστό με τα αρχικά PAN. Παράγεται από την ακεταλδεΐδη με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός και της θερμοκρασίας μέσω μιας σειράς αντιδράσεων. Μπορεί να καταστρέψει τα φυτά και στον άνθρωπο ερεθίζει τα μάτια, προκαλώντας δάκρυα.
<u>Όζον</u>	Χημική ένωση η οποία: α) Στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας αποτελεί δευτερογενή ρύπο καθώς (όπως και το PAN) σχηματίζεται από τους πρωτογενείς ρύπους με την βοήθεια του οξυγόνου και της ηλιακής ακτινοβολίας. Επηρεάζει τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος κατά παρόμοιο τρόπο με τα οξείδια του αζώτου. β) Στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας σε ύψος 15 με 30 km (κατώτερη στρατόσφαιρα), σχηματίζει μία στιβάδα που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής.
<u>Όξινη βροχή</u>	Φαινόμενο αύξησης της οξύτητας του νερού της βροχής ($\text{pH} < 5$) ως συνέπεια της αυξημένης συγκέντρωσης σε νιτρικά καιθειώδη οξέα. Τα οξέα δημιουργούνται από την αντίδραση των οξειδίων του αζώτου και του διοξειδίου του θείου με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας. Παρατηρείται σε περιοχές όπου η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις οξειδίων του αζώτου και διοξειδίου του θείου, σαν αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας (εντατική καύση υγρών καυσίμων) ή φυσικών

	φαινομένων (έκρηξη ηφαιστειών, αποικοδόμηση οργανικών ουσιών από βακτήρια του εδάφους). Προκαλεί καταστροφή του φυλλώματος των δέντρων, ελάττωση της γονιμότητας του εδάφους και θάνατο των φυτικών και ζωικών οργανισμών των υδάτινων οικοσυστημάτων.
<u>Ορυκτά καύσιμα</u>	Καύσιμα που προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος και παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της γης. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η εντατική εξόρυξη και η καύση τους προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα.
<u>Πλαγκτόν</u>	Μικροσκοπικοί υδρόβιοι φωτοσυνθετικοί (φυτοπλαγκτόν) ή μονοκύτταροι ζωικοί (ζωοπλαγκτόν) οργανισμοί. Μικροσκοπικοί υδρόβιοι οργανισμοί που παρασύρονται από τα ρεύματα (με μικρή έως καθόλου ενεργητική μετακίνηση). Διακρίνονται σε ζωικούς (ζωοπλαγκτόν) και φυτικούς (φυτοπλαγκτόν) οργανισμούς. Το φυτοπλαγκτόν, όπως είναι τα μονοκύτταρα φύκη, διαθέτει την ικανότητα φωτοσύνθεσης.
<u>Πνευμονία</u>	Λοίμωξη των πνευμόνων. Προκαλείται από βακτήρια, ιούς, μύκητες και άλλους μικροοργανισμούς
<u>Πρωτογενείς ρύποι</u>	Είναι ρύποι που προέρχονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων στις μηχανές εσωτερικής καύσης (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, εργοστασίων). Στους πρωτογενείς ρύπους ανήκουν ουσίες όπως τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και διάφοροι υδρογονάνθρακες.
<u>Ρύπανση</u>	Είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς του οικοσυστήματος.
<u>Ρύπος</u>	Παράγοντας που επιβαρύνει το περιβάλλον και έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Μπορεί να είναι συγκεκριμένη χημική ουσία, αλλά και διάφορες μορφές ενέργειας όπως η θερμότητα, ο ήχος και η

	ακτινοβολία.
<u>Στιβάδα όζοντος</u>	Στιβάδα στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας (15 με 30 km - κατώτερη στρατόσφαιρα) αποτελούμενη από όζον. Διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής καθώς απορροφά σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας.
<u>Στρατόσφαιρα</u>	Στιβάδα της γήινης ατμόσφαιρας. Εκτείνεται σε ύψος από 10 μέχρι 50 Km μετά την τροπόσφαιρα. Στην κατώτερη στρατόσφαιρα σχηματίζεται η στιβάδα του όζοντος (οζονόσφαιρα).
<u>Συγκέντρωση</u>	Έκφραση περιεκτικότητας μίας ουσίας (στερεής, υγρής ή αέριας) σε ένα μίγμα ουσιών.
<u>Τοξική ουσία</u>	Φυσική ή τεχνητή ουσία που μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση στους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Αυτό εξαρτάται από τη φύση της ουσίας, τη συγκέντρωσή της αλλά και από τον ρυθμό πρόσληψης και απομάκρυνσής της από το οικοσύστημα.
<u>Υδροφθοράνθρακες</u>	Χημικές ουσίες (HFC's) με δομή παρόμοια με τους χλωροφθοράνθρακες (CFC's) με τη διαφορά ότι το χλώριο έχει αντικατασταθεί από το υδρογόνο, με αποτέλεσμα να μην βλάπτεται το όζον.
<u>Υπεριώδης ακτινοβολία</u>	Ακτινοβολία (με μικρό μήκος κύματος) υπεύθυνη για τον θάνατο μονοκύτταρων οργανισμών, για μεταλλάξεις στο DNA, για πρόκληση καταρράκτη και καρκίνου του δέρματος. Ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος μικρότερο από τα 400nm. Είναι γνωστή ως UVA, UVB και UVC. Η ακτινοβολία UVA καταστρέφει το κολλαγόνο και την ελαστίνη του δέρματος και σε συνδυασμό με την UVC προκαλεί καρκίνο αυτού. Η ακτινοβολία UVB προκαλεί κοκκίνισμα, καταστροφή του DNA και φωτογήρανση.
<u>Υπέρυθρη ακτινοβολία</u>	Ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος μεγαλύτερο από τα 700nm. Απορροφάται από τα σώματα και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας τους. Σχετίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
<u>Φαινόμενο θερμοκηπίου</u>	Περιβαλλοντικό πρόβλημα αύξησης της

	θερμοκρασίας της γήινης ατμόσφαιρας. Οφείλεται στη δέσμευση ενός μέρους της υπέρυθρης ηλιακής ακτινοβολίας από συστατικά της ατμόσφαιρας (διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς).
<u>Φουριέ</u>	Γάλλος Μαθηματικός (1768-1830). Ανέπτυξε τις μαθηματικές σειρές που φέρουν και το όνομά του (σειρές Fourier). Μεγάλη υπήρξε και η συνεισφορά του στη Φυσική, όπου μελέτησε με τη βοήθεια των μαθηματικών, τη διάδοση της θερμότητας στο εσωτερικό της Γης. Διατύπωσε την άποψη ότι τα αέρια στην ατμόσφαιρα της Γης σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς της, γεγονός που αργότερα οδήγησε στη συστηματική μελέτη του φαινομένου του θερμοκηπίου από τον Σβάντε Αρρένιους το 1896.
<u>Φωτοχημικό νέφος</u>	Μορφή ατμοσφαιρικού νέφους που χαρακτηρίζεται από καφετί χρώμα και προκαλείται από την αντίδραση μιας σειράς ουσιών, οι οποίες προέρχονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ), με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.
<u>Χημική ρύπανση</u>	Χημικές ουσίες που επιβαρύνουν το νερό, τον αέρα ή το έδαφος και έχουν βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς που ζουν στα περιβάλλοντα αυτά.
<u>Χλωροφθοράνθρακες (Freon)</u>	Χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως προωθητικά αέρια στα σπρέι αλλά και ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και τα κλιματιστικά. Είναι γνωστές με την εμπορική ονομασία freon. Οι χλωροφθοράνθρακες θεωρούνται υπεύθυνοι για την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 7: ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

Ερώτηση 1.

Τι ονομάζεται ρύπανση του νερού και πότε εμφανίστηκε το φαινόμενο αυτό;

Απάντηση

Το νερό, μετά τον αέρα, αποτελεί το πλέον αναντικατάστατο φυσικό αγαθό. Ωστόσο η ρύπανσή του, δηλαδή κάθε φυσική, χημική ή βιολογική μεταβολή που το καθιστά ακατάλληλο για τους οργανισμούς οι οποίοι ζουν σ' αυτό ή το χρησιμοποιούν, παρακολουθεί την ιστορία του ανθρώπου από τότε που τα λύματα των πρώτων οικισμών του απελευθερώνονταν στα γειτονικά ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες.

Ερώτηση 2.

Πώς εξελίχθηκε το φαινόμενο της ρύπανσης των υδάτων;

Απάντηση

Η συγκέντρωση των πληθυσμών στις ανεγειρόμενες πόλεις αύξησε την ποσότητα των οργανικών λυμάτων που παράγονταν από τους κατοίκους τους και προσέθεσε στους ήδη υπάρχοντες ρύπους τις τοξικές ουσίες και τα παραπροϊόντα των χημικών κατεργασιών, όπως αυτά της βυρσοδεψίας και της μεταλλουργίας.

Ερώτηση 3.

Πώς ξεκινά συνήθως η ρύπανση του νερού;

Απάντηση

Μεταβολές στην ποιότητα του νερού οι οποίες το καθιστούν ακατάλληλο για τους οργανισμούς προκαλούνται με διάφορους τρόπους. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις η ρύπανση του νερού ξεκινά από την αστική και τη βιομηχανική δραστηριότητα της ξηράς και καταλήγει στις θάλασσες, στους ποταμούς και στις λίμνες.

Ερώτηση 4.

Με ποιον τρόπο το θερμό νερό ρυπαίνει τα υδάτινα οικοσυστήματα;

Απάντηση

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, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία.

Ερώτηση 5.

Ποιες ουσίες περιέχονται στα απόβλητα των βιομηχανιών και τι συνέπειες έχουν για τα υδάτινα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Σοβαρή πηγή ρύπανσης είναι και η βιομηχανική δραστηριότητα. Στα απόβλητά της περιέχεται ένα πλήθος από διαφορετικές χημικές ουσίες — όπως είναι τα βαρέα μέταλλα (ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά.), οι οργανικοί διαλύτες και τα πετρελαιοειδή — οι οποίες, όταν εισάγονται στα υδάτινα οικοσυστήματα, διαταράσσουν την ισορροπία τους και εγκυμονούν κινδύνους για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών.

Ερώτηση 6.

Ποιες από τις ουσίες που περιέχονται στα βιομηχανικά απόβλητα είναι οι πιο επικίνδυνοι ρύποι για τον άνθρωπο και γιατί;

Απάντηση

Τα βαρέα μέταλλα και οι σύνθετες οργανικές ουσίες που δε διαλύονται στο νερό μπορούν να περάσουν μέσω των τροφικών αλυσίδων στον άνθρωπο, με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του.

Ερώτηση 7.

Ποιες ουσίες περιέχουν τα αστικά λύματα;

Απάντηση

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.

Ερώτηση 8.

Ποιες διαταραχές προκαλούν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα;

Απάντηση

Στις διαταραχές που προκαλούν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα περιλαμβάνονται: α) η αύξηση του μικροβιακού φορτίου τους, που μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων και β) το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Ερώτηση 9.

Ποιες ουσίες προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού;

Απάντηση

Το φαινόμενο του ευτροφισμού προκαλείται από ανόργανα θρεπτικά συστατικά (νιτρικά και φωσφορικά άλατα) που είτε περιέχονται στα λιπάσματα, είτε προκύπτουν από την αποικοδομητική δράση, μετά την απόρριψη στο νερό αστικών λυμάτων.

Ερώτηση 10.

Ποιες αλλαγές παρατηρούνται στους πληθυσμούς των υδρόβιων οργανισμών που ζουν σε ένα ευτροφικό οικοσύστημα;

Απάντηση

Επειδή τα νιτρικά και φωσφορικά άλατα 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.

Ερώτηση 11.

Γιατί πεθαίνουν τα ψάρια στον ευτροφισμό;

Απάντηση

Με την αύξηση των αποικοδομητών 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.

Ερώτηση 12.

Ποιες ουσίες είναι οι πιο τοξικοί ρυπαντές για τη βιόσφαιρα και ποιο είναι το κοινό τους χαρακτηριστικό όσον αφορά στη δράση τους;

Απάντηση

Οι πιο τοξικοί ρυπαντές στη βιόσφαιρα είναι τα διάφορα παρασιτοκτόνα και εντομοκτόνα, και φυσικά τα ραδιενεργά απόβλητα και τα παραπροϊόντα των ραδιενεργών εκρήξεων. Οι ρύποι αυτοί απέκτησαν ιδιαίτερη σημασία μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο λόγω της αυξημένης απελευθέρωσής τους στο περιβάλλον. Το κοινό στοιχείο της επίδρασης των ουσιών αυτών στο περιβάλλον είναι ότι δε μεταβολίζονται, δε διασπώνται (μη βιοδιασπώμενες ουσίες), ούτε αποβάλλονται από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα, ακόμη και αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές, καθώς περνούν από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο.

Ερώτηση 13.

Με ποιο παράδειγμα περιγράφεται η συσσώρευση ενός εντομοκτόνου, για παράδειγμα του DDT, στους κορυφαίους καταναλωτές καθώς περνά κατά μήκος μίας τροφικής αλυσίδας;

Απάντηση

Αν, για παράδειγμα, μια κάμπια φάει φύλλα φυτού που έχει ραντιστεί με DDT, αυτό θα απορροφηθεί από τον οργανισμό της, αλλά, επειδή δε μεταβολίζεται, δε διασπάται ούτε αποβάλλεται με τις απεκκρίσεις της, θα συσσωρευτεί στους ιστούς της. Αν ένας κότσυφας καταναλώσει πολλές κάμπιες, τότε το DDT από όλες τις κάμπιες θα συγκεντρωθεί στους ιστούς του. Τελικά, το DDT θα βρεθεί σε ακόμα μεγαλύτερη συγκέντρωση στους ιστούς της κουκουβάγιας, που είναι ο τελικός καταναλωτής.

Ερώτηση 14.

Τι ονομάζεται βιοσυσσώρευση;

Απάντηση

Το φαινόμενο κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση μη βιοδιασπώμενων τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας ονομάζεται βιοσυσσώρευση.

Ερώτηση 15.

Γιατί το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης αφορά και τον άνθρωπο;

Απάντηση

Η συσώρευση των μη βιοδιασπώμενων ουσιών αφορά και τον ίδιο τον άνθρωπο, για τον απλό λόγο ότι συνήθως αποτελεί τον τελευταίο κρίκο σε πολλές διατροφικές αλυσίδες.

Ερώτηση 16.

Μέσα από ποια παραδείγματα φαίνεται το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης του DDT στα πουλιά και στον άνθρωπο;

Απάντηση

Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 διαπιστώθηκε ότι, εξαιτίας των τεράστιων ποσοτήτων εντομοκτόνου που είχαν ριφθεί στην αφρικανική ήπειρο τα προηγούμενα χρόνια για την καταπολέμηση του κουνουπιού (που είναι ο φορέας του πλασμωδίου που προκαλεί ελονοσία), ένα πλήθος οργανισμών παρουσίαζε αυξημένη συγκέντρωση DDT στους ιστούς του. Το εκπληκτικό στις έρευνες που επακολούθησαν ήταν ότι το εντομοκτόνο είχε συσσωρευτεί ακόμη και στους πιγκουίνους της Ανταρκτικής και στο μητρικό γάλα των Εσκιμών. Η συνειδητοποίηση των κινδύνων που εγκυμονούσε η χρήση DDT οδήγησε στην αντικατάστασή του από άλλα βιοδιασπώμενα εντομοκτόνα.

Ερώτηση 17.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της βιοσυσσώρευσης του DDT στα αρπακτικά πουλιά;

Απάντηση

Το τίμημα της συσσώρευσής του στους οργανισμούς το έχει ήδη πληρώσει ακριβά το περιβάλλον: η συσσώρευσή του στα αρπακτικά πτηνά καθιστά εύθραυστα τα κελύφη των αυγών τους, με συνέπεια τη δραματική μείωση των ρυθμών αναπαραγωγής τους που μπορεί να τα φέρει στα πρόθυρα της εξαφάνισης.

Ερώτηση 18.

Δείξτε με ένα παράδειγμα πώς αποτυπώνεται ποσοτικά η αύξηση της συγκέντρωσης μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας στους οργανισμούς κατά μήκος μιας τροφικής πυραμίδας.

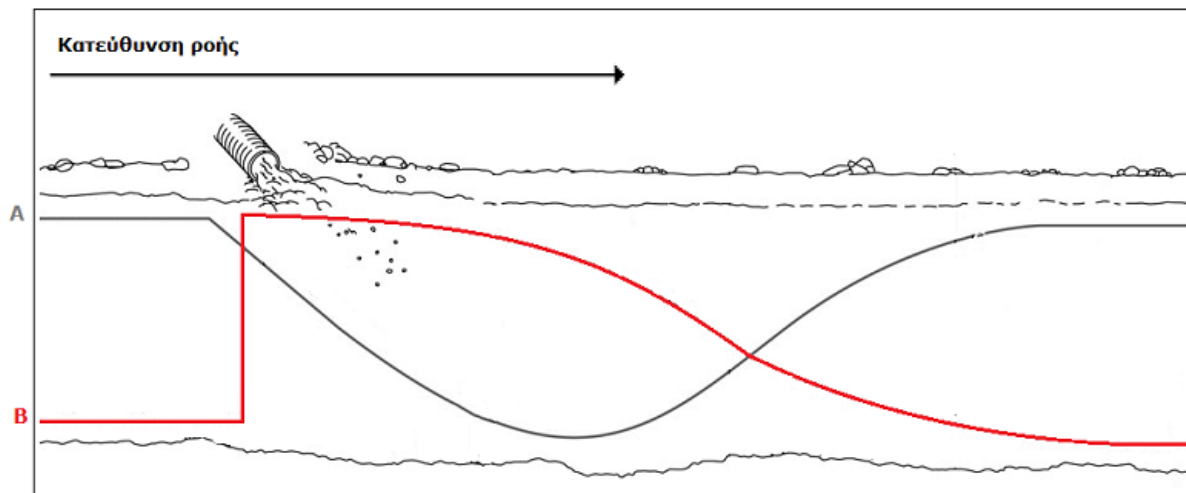
Απάντηση

Έστω ότι σε κάθε κιλό ενός φυτού έχει αποτεθεί 1 mg μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας. Ένα φυτοφάγο, για να αυξήσει τη βιομάζα του κατά 1 κιλό, θα πρέπει να φάει 10 κιλά από το φυτό, τα οποία βεβαίως θα περιέχουν 10 mg της ουσίας. Αφού η ουσία αυτή δεν μπορεί να διασπαστεί και να αποβληθεί από το φυτοφάγο οργανισμό, η συγκέντρωσή της στους ιστούς του θα φτάσει τα 10 mg ανά κιλό. Σε ένα σαρκοφάγο η συγκέντρωση θα γίνει 100 mg ανά κιλό κ.ο.κ. Βλέπουμε λοιπόν ότι η συγκέντρωση μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας αυξάνεται καθώς πηγαίνουμε σε ανώτερα τροφικά επίπεδα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Άσκηση 1.

Στο σχήμα που ακολουθεί, η μία καμπύλη απεικονίζει τη μεταβολή της ποσότητας του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό (ανά λίτρο νερού) ενώ η άλλη την αντίστοιχη ποσότητα οξυγόνου που χρειάζεται για την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών (ανά λίτρο νερού), κατά μήκος ενός ποταμού. Στο ποτάμι καταλήγουν, χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, τα αστικά λύματα ενός γειτονικού οικισμού. Ποια από τις καμπύλες περιγράφει την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου και ποια την ποσότητα του οξυγόνου που χρειάζεται για την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών που δέχεται το ποτάμι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Απάντηση

Τα αστικά λύματα που καταλήγουν, μέσω του αγωγού, στο ποτάμι περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά.

Οι οργανικές ουσίες που περιέχονται στα λύματα, αποτελούν τροφή για τους αποικοδομητές, οι οποίοι και αυξάνονται, με αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου. Κατά συνέπεια μειώνεται η ποσότητα του οξυγόνου που είναι διαλυμένη στο νερό.

Στο σχήμα παρατηρούμε ότι η τιμή του μεγέθους που απεικονίζει η καμπύλη A, αρχίζει να μειώνεται μετά τη θέση απόρριψης των λυμάτων, γίνεται ελάχιστη και σε κάποια απόσταση από το σημείο απόρριψης αρχίζει να αυξάνεται και επανέρχεται στην τιμή που εμφάνιζε πριν από τη θέση απόρριψης των λυμάτων. Αντίθετα, η τιμή του μεγέθους που περιγράφει η καμπύλη B αυξάνεται απότομα στη θέση απόρριψης των λυμάτων, παραμένει αυξημένη και αρχίζει να μειώνεται σε κάποια απόσταση από το σημείο απόρριψης ενώ τελικά επανέρχεται στην τιμή που εμφάνιζε πριν από τη θέση απόρριψης των λυμάτων.

Οι παρατηρήσεις αυτές, σε συνδυασμό με τις διεργασίες που συμβαίνουν στο νερό του ποταμού που έχει δεχτεί τα λύματα, μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η καμπύλη A

αντιστοιχεί στο οξυγόνο που είναι διαλυμένο στο νερό, ενώ η καμπύλη Β αντιστοιχεί στο οξυγόνο που χρειάζεται για την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών που δέχεται το ποτάμι.

Άσκηση 2.

Λόγω βλάβης σε βιομηχανία παραγωγής φυτοφαρμάκων, διέρρευσαν στο οικοσύστημα μιας λίμνης απόβλητα τα οποία περιείχαν κάποιο εντομοκτόνο. Μερικούς μήνες αργότερα βρέθηκαν νεκρά ψαροπούλια. Στους ιστούς των νεκρών πτηνών ανιχνεύτηκαν υψηλές συγκεντρώσεις του εντομοκτόνου. Η τροφική αλυσίδα της λίμνης περιλαμβάνει, εκτός από τα ψαροπούλια (που τρέφονται με ψάρια), φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και γαρίδες που τρέφονται με ζωοπλαγκτόν, ενώ οι ίδιες αποτελούν την τροφή των μικρών ψαριών. Προκειμένου να μελετηθεί το πρόβλημα της ρύπανσης που παρουσιάστηκε στη λίμνη, λήφθηκαν δείγματα ιστών από άτομα όλων των πληθυσμών που αποτελούν τη βιοκοινότητα του οικοσυστήματος. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων, σχετικά με τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου στους ιστούς των οργανισμών, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΔΕΙΓΜΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟΥ (mg/Kg)
A	0,002
B	0,2
Γ	0,0002
Δ	0,02
Ε	2
Νερό λίμνης	0,00002

α. Να σχεδιάσετε την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος της λίμνης.

β. Να προσδιορίσετε ποιο δείγμα αντιστοιχεί σε κάθε πληθυσμό της λίμνης.

Απάντηση

α. Η τροφική αλυσίδα της λίμνης είναι:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → γαρίδες → ψάρια → ψαροπούλια.

β. Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων διαπιστώνουμε ότι η συγκέντρωση του εντομοκτόνου, που προκάλεσε τον θάνατο των πτηνών, ανιχνεύθηκε στους ιστούς όλων των οργανισμών αλλά η συγκέντρωση της ουσίας αυτής δεν ήταν η ίδια σε όλους τους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Μάλιστα κάθε οργανισμός παρουσίαζε

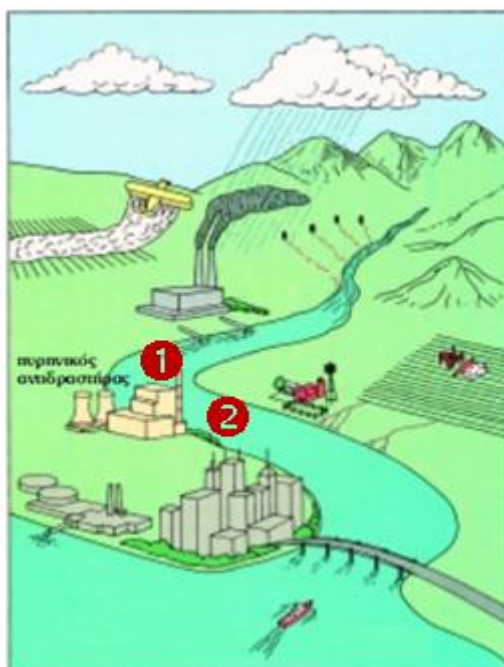
δεκαπλάσια συγκέντρωση εντομοκτόνου από κάποιον άλλο. Τα στοιχεία αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το εντομοκτόνο ήταν μη βιοδιασπώμενο εντομοκτόνο που επειδή δε μεταβολίστηκε, δε διασπάστηκε και δεν απεκκρίθηκε από τους οργανισμούς, πέρασε από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο. Επειδή όμως, μόνο το 10% της ενέργειας και της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο, εάν σε ένα κιλό παραγωγών έχει αποτεθεί 1mg του μη βιοδιασπώμενου εντομοκτόνου, δεδομένου ότι οι φυτοφάγοι οργανισμοί, για να αυξήσουν τη βιομάζα τους κατά 1 κιλό, έφαγαν 10 κιλά τροφής φυτικής προέλευσης, θα ενσωμάτωσαν 10mg εντομοκτόνου. Δηλαδή, η συγκέντρωση του εντομοκτόνου στους καταναλωτές πρώτης τάξης γίνεται δεκαπλάσια από αυτή των παραγωγών. Ομοίως, η συγκέντρωση του εντομοκτόνου, δεκαπλασιάστηκε σε κάθε μεταφορά βιομάζας από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο και έγινε θανατηφόρα στα πτηνά.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, το δείγμα Γ με συγκέντρωση 0,0002 mg/Kg θα προέρχεται από τους παραγωγούς, το δείγμα Α με συγκέντρωση 0,002 mg/Kg θα προέρχεται από τους καταναλωτές πρώτης τάξης, το δείγμα Δ με συγκέντρωση 0,02 mg/Kg από τους καταναλωτές δεύτερης τάξης, το δείγμα Β με συγκέντρωση με συγκέντρωση 0,2 mg/Kg από τους καταναλωτές τρίτης τάξης ενώ το δείγμα Ε με συγκέντρωση 2 mg/Kg, η οποία είναι και η μέγιστη, προέρχεται από τα ψαροπούλια.

ΔΕΙΓΜΑ	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟΥ (mg/Kg)
Ε	Ψαροπούλια	2
Β	Ψάρια	0,2
Δ	Γαρίδες	0,02
Α	Ζωοπλαγκτόν	0,002
Γ	Φυτοπλαγκτόν	0,0002
Νερό λίμνης		0,00002

Άσκηση 3.

Η εικόνα που ακολουθεί απεικονίζει μέρος της λεκάνης απορροής ενός ποταμού.



Οι ψαράδες της περιοχής υποστηρίζουν ότι μετά την εγκατάσταση του πυρηνικού αντιδραστήρα, έχουν εξαφανιστεί τα ψάρια από τη θέση 2 του ποταμού ενώ, δεν έχουν διαπιστώσει μεταβολή στους πληθυσμούς των ψαριών στη θέση 1 ή σε κάποια άλλη περιοχή κατά μήκος του ποταμού. Μετρήσεις που έγιναν, τόσο στο νερό όσο και στην ευρύτερη περιοχή, δεν έδειξαν διαρροή ραδιενέργειας. Μπορεί, κατά τη γνώμη σας, να έχει σχέση η εξαφάνιση των ψαριών από τη θέση 2 με τη λειτουργία του πυρηνικού αντιδραστήρα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

Η εξαφάνιση των ψαριών στη θέση 2 μπορεί να οφείλεται σε θερμική ρύπανση που προκάλεσε η μονάδα στο νερό του ποταμού. Το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των πυρηνικών αντιδραστήρων, 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. Η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό του ποταμού στη θέση 2 μπορεί να προκάλεσε την απομάκρυνση των ψαριών από την περιοχή.

Άσκηση 4.

Μια μεσογειακή φώκια *Monachus monachus* έχει βάρος 300 κιλών και είναι ο κορυφαίος καταναλωτής στην τροφική αλυσίδα που ακολουθεί.

A → B → Γ → Δ → φώκια

Η φώκια, για να διατηρήσει το βάρος της χρειάζεται τροφή ίση με το 1/15 του βάρους της την ημέρα και για να τη βρει μπορεί να χρειαστεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις.

- α. Δεδομένου ότι η συγκέντρωση DDT στον οργανισμό Δ είναι $0,5\text{mg/kg}$ να υπολογίσετε την ποσότητα του DDT που δέχεται η φώκια μέσω της τροφής της καθημερινά.
- β. Να εξηγήσετε πόση από την ποσότητα DDT που δέχεται η φώκια καθημερινά, ενσωματώνεται στους ιστούς της.
- γ. Ποια αναμένεται να είναι η συγκέντρωση DDT στους παραγωγούς του οικοσυστήματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας;
- δ. Στο τροφικό πλέγμα του ίδιου οικοσυστήματος περιλαμβάνονται, εκτός από τη φώκια και άλλοι οργανισμοί μεταξύ των οποίων διάφορα ψαροπούλια. Ποια επίπτωση μπορεί να έχει η συσσώρευσή του DDT στα αρπακτικά πτηνά της περιοχής;

Απάντηση

- α. Η φώκια, για να διατηρήσει το βάρος της χρειάζεται για τροφή το $1/15$ του βάρους της, το οποίο είναι 300 κιλά. Επομένως η τροφή που χρειάζεται είναι $300/15 = 20$ κιλά. Η συγκέντρωση DDT στην τροφή της φώκιας είναι $0,5\text{mg/kg}$, επομένως τα 20 κιλά τροφής περιέχουν 10mg DDT.
- β. Στους ιστούς της φώκιας θα ενσωματώνεται καθημερινά το σύνολο της ποσότητας του DDT που προσλαμβάνει η φώκια με την τροφή της. Αυτό συμβαίνει γιατί το DDT είναι μη βιοδιασπώμενη ουσία και επομένως δε μεταβολίζεται και δε διασπάται, και φυσικά δεν αποβάλλεται με τις απεκκρίσεις της φώκιας.
- γ. Επειδή το DDT είναι μη βιοδιασπώμενη ουσία και επομένως δε μεταβολίζεται και δε διασπάται και δεν αποβάλλεται με τις απεκκρίσεις των οργανισμών, περνά από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο και συσσωρεύεται στους κορυφαίους καταναλωτές. Εάν επομένως σε κάθε κιλό του οργανισμού Α έχουν αποθεθεί $x \text{ mg}$ DDT, ο οργανισμός Β για να αυξήσει τη βιομάζα του κατά 1 κιλό, θα πρέπει να φάει 10 κιλά Α, τα οποία θα περιέχουν $10 \cdot x \text{ mg}$ DDT. Αφού το DDT δεν μπορεί να διασπαστεί και να αποβληθεί από τον οργανισμό Β, η συγκέντρωσή του στους ιστούς του θα φτάσει τα $10 \cdot x \text{ mg/kg}$. Ομοίως, η συγκέντρωση του DDT στους ιστούς του οργανισμού Γ θα γίνει $100 \cdot x \text{ mg/kg}$, στον Δ $1000 \cdot x \text{ mg/kg}$ και στη φώκια $10000 \cdot x \text{ mg/kg}$.

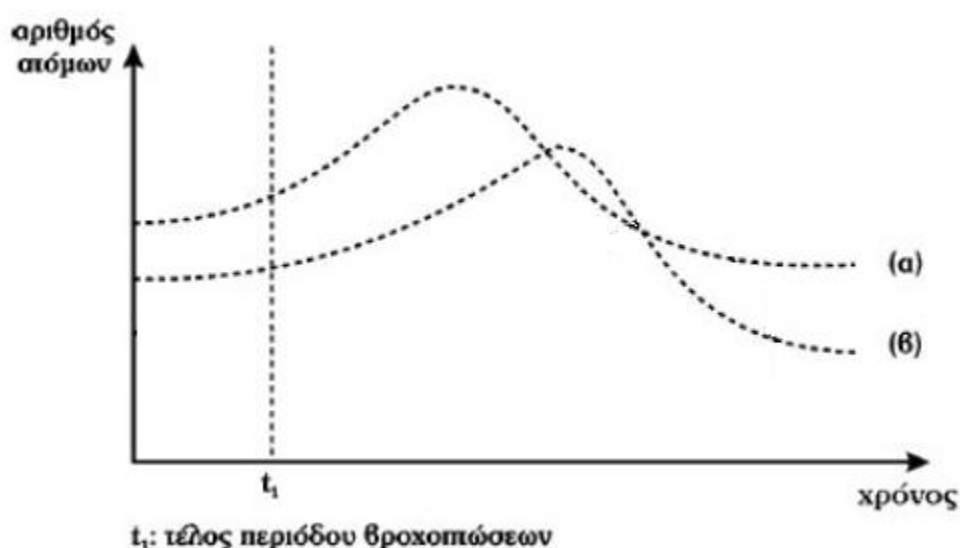
Παραγωγός του οικοσυστήματος είναι ο οργανισμός Α που βρίσκεται στην αρχή της τροφικής αλυσίδας. Γνωρίζουμε ότι η συγκέντρωση του DDT στους ιστούς του Δ είναι $0,5\text{mg/kg}$. Ισχύει επομένως $1000 \cdot x \text{ mg/kg} = 0,5\text{mg/kg}$ και $x = 0,0005 \text{ mg/kg}$ που αποτελεί τη συγκέντρωση του DDT στους παραγωγούς.

- δ. Η συσσώρευσή του DDT στα αρπακτικά πτηνά καθιστά εύθραυστα τα κελύφη των αυγών τους τα οποία υποχωρούν όταν το πτηνό επωάζει τα αυγά, με συνέπεια τη δραματική μείωση των ρυθμών αναπαραγωγής τους που μπορεί να τα φέρει στα πρόθυρα της εξαφάνισης.

Άσκηση 5.

Συχνά οι κάτοικοι μιας παραλίμνιας περιοχής αντικρίζουν την άνοιξη μετά το πέρας των βροχοπτώσεων νεκρά ψάρια στη λίμνη, και σύμφωνα με τις παρατηρήσεις τους ο θάνατος των ψαριών συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύχτας.

1. Πώς θα μπορούσε να αιτιολογηθεί το φαινόμενο, δεδομένου ότι οι αναλύσεις που έγιναν τόσο στο νερό του ποταμού όσο και στους ιστούς των νεκρών ψαριών δεν έδειξαν την ύπαρξη κάποιας τοξικής ουσίας; Να περιγράψετε την αλληλουχία των γεγονότων τα οποία κατά τη γνώμη σας προκάλεσαν τον θάνατο των ψαριών.
2. Οι καμπύλες του διαγράμματος απεικονίζουν τις μεταβολές των πληθυσμών του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού της λίμνης, στο διάστημα μετά το τέλος των βροχοπτώσεων. Ποια καμπύλη απεικονίζει τις μεταβολές του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού και ποια του ζωοπλαγκτού. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Απάντηση

1. Ο θάνατος των ψαριών οφείλεται στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Την άνοιξη, μετά το τέλος της περιόδου των βροχοπτώσεων, το υδάτινο οικοσύστημα, έχει δεχθεί λιπάσματα από τις γύρω καλλιέργειες που μεταφέρονται στη λίμνη από το νερό της βροχής. Επομένως 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, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας που σταματάει η φωτοσύνθεση που θα εμπλούτιζε το νερό με οξυγόνο, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία.

2. Το νερό της λίμνης θα εμπλουτιστεί με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα, λόγω της μεταφοράς λιπασμάτων που θα παρασύρουν τα νερά της βροχής από τις γειτονικές καλλιέργειες. Επειδή όμως οι ουσίες αυτές αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτόν), προκαλείται αύξηση του πληθυσμού τους. Η υπεραύξηση του φυτοπλαγκτού οδηγεί σε αύξηση του ζωοπλαγκτού που εξαρτάται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Κάποια στιγμή θα σταματήσει να αυξάνεται ο πληθυσμός του φυτοπλαγκτού είτε γιατί θα σταματήσει (με το πέρας των βροχοπτώσεων) ο εμπλουτισμός της λίμνης με ανόργανα θρεπτικά συστατικά είτε γιατί η επιφανειακή υπεραύξηση των οργανισμών του φυτοπλαγκτού θα περιορίσει το εύρος της επιφανειακής ζώνης του νερού της λίμνης στην οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση (το επιφανειακό στρώμα φυτοπλαγκτού περιορίζει την ικανότητα διείσδυσης του φωτός). Η μείωση του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού θα προκαλέσει μείωση του πληθυσμού του ζωοπλαγκτού που εξαρτάται τροφικά από το φυτοπλαγκτό.

Στο διάγραμμα παρατηρούμε ότι:

- ο πληθυσμός των οργανισμών της καμπύλης (α) είναι συνεχώς μεγαλύτερος του πληθυσμού των οργανισμών της καμπύλης (β).
- πρώτα αυξάνεται ο πληθυσμός των οργανισμών της καμπύλης (α) και ακολουθεί η αύξηση του πληθυσμού των οργανισμών που αντιστοιχούν στην καμπύλη (β).
- Η μείωση του πληθυσμού των οργανισμών της καμπύλης (β) ακολουθεί τη μείωση του πληθυσμού της καμπύλης (α).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, η καμπύλη (α) απεικονίζει τις μεταβολές του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού ενώ η καμπύλη (β) απεικονίζει τις μεταβολές του πληθυσμού του ζωοπλαγκτού.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

(Ερωτήσεις του κεφαλαίου άνθρωπος και περιβάλλον - σελ. 114 σχολικού βιβλίου)

Ερώτηση 1.

Από μετρήσεις που έγιναν σε λίμνη βρέθηκε μικρή συγκέντρωση εντομοκτόνου DDT στο φυτοπλαγκτόν και πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση του ίδιου εντομοκτόνου στα ψαροπούλια της λίμνης. Με δεδομένο ότι η τροφική αλυσίδα του λιμναίου οικοσυστήματος περιλαμβάνει φυτοπλαγκτόν, ψάρια, ψαροπούλια και ζωοπλαγκτόν:

a. Να γράψετε την τροφική αλυσίδα της λίμνης.

b. Αν η ενέργεια στο τροφικό επίπεδο των ψαριών είναι 3×10^2 KJ, να υπολογίσετε την ενέργεια των άλλων τροφικών επιπέδων.

c. Ποια είναι η συγκέντρωση του DDT στα ψαροπούλια με δεδομένο ότι η βιομάζα στο φυτοπλαγκτόν είναι 5×10^6 Kg και η συγκέντρωση του εντομοκτόνου στο επίπεδο των ψαριών 20 mg/Kg;

Απάντηση

a. Η τροφική αλυσίδα της λίμνης είναι:

Φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → ψαροπούλια

b. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Αν, επομένως, η ενέργεια που εμπεριέχεται στο τροφικό επίπεδο των ψαριών είναι $E_{\psi} = 3 \cdot 10^2$ KJ, τότε η ενέργεια του προηγούμενου τροφικού επιπέδου του ζωοπλαγκτού θα είναι:

Αντίστοιχα, η ενέργεια του προηγούμενου τροφικού επιπέδου του φυτοπλαγκτού θα είναι:

$$E_{\phi} = \frac{100}{10 \cdot E_{\psi}} = \frac{100}{10 \cdot 3 \cdot 10^2} KJ = 3 \cdot 10^4 KJ$$

Η ενέργεια των ψαροπουλιών θα είναι:

$$E_{\psi/\pi} = \frac{10}{100 \cdot E_{\psi}} = \frac{10}{100 \cdot 3 \cdot 10^2} KJ = 30 KJ$$

c. Το εντομοκτόνο DDT, δε διασπάται (μη βιοδιασπώμενη ουσία), δε μεταβολίζεται και δε αποβάλλεται με τις απεκκρίσεις των οργανισμών, με αποτέλεσμα, ακόμη και αν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να συσσωρεύεται στους κορυφαίους καταναλωτές, καθώς περνά από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο. Επομένως, όση ποσότητα DDT υπάρχει στα ψάρια, η ίδια ποσότητα θα υπάρχει και στα πουλιά.

Αφού η συγκέντρωση του εντομοκτόνου στα ψάρια είναι 20 mg/Kg και γνωρίζοντας ότι η βιομάζα του φυτοπλαγκτού είναι 5×10^6 Kg, μπορούμε αφού υπολογίσουμε τη βιομάζα του τροφικού επιπέδου των ψαριών και επομένως τη ποσότητα του DDT στα ψάρια.

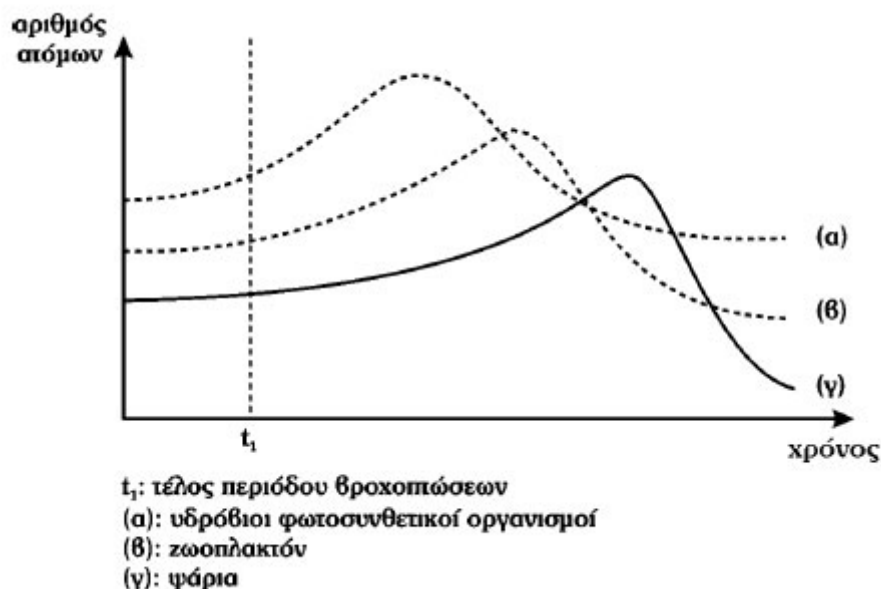
Η βιομάζα του φυτοπλαγκτού είναι $E_{\phi} = 5 \cdot 10^6 \text{ Kg}$, επομένως η βιομάζα του ζωοπλαγκτού ο $B_{\zeta} = \frac{1}{10} B_{\phi} = \frac{1}{10 \cdot 5 \cdot 10^6} = 5 \cdot 10^5 \text{ Kg}$. Ομοίως $B_{\psi} = \frac{1}{10 \cdot B_{\zeta}} = 5 \cdot 10^4 \text{ Kg}$ και η βιομάζα των πτηνών $B_{\pi} = \frac{1}{10 \cdot B_{\psi}} = \frac{1}{10 \cdot 5 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^3 \text{ Kg}$.

Δίνεται ότι σε κάθε κιλό βιομάζας ψαριών υπάρχουν 20mg εντομοκτόνου, επομένως στο σύνολο της βιομάζας των ψαριών θα υπάρχουν $5 \cdot 10^4 \cdot 20 = 10^6 \text{ mg DDT}$.

Η ίδια ποσότητα εντομοκτόνου θα υπάρχει και στα ψαροπούλια, επομένως η συγκέντρωση του DDT στα ψαροπούλια θα είναι: $\frac{10^6 \text{ mg}}{5 \cdot 10^3 \text{ Kg}} = 200 \frac{\text{mg}}{\text{Kg}}$.

Ερώτηση 2.

Σε μια λίμνη που περιβάλλεται από χωράφια τα οποία καλλιεργούνται συστηματικά με χρήση λιπασμάτων, διοχετεύονται πολλά από τα νερά της βροχής που δέχεται η περιοχή αυτή. Να θεωρήσετε ότι στη λίμνη ζουν υδρόβιοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, ζωοπλαγκτόν και ψάρια, που αποτελούν τροφική αλυσίδα. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή στον πληθυσμό των οργανισμών αυτών μετά το τέλος της περιόδου των βροχοπτώσεων.



α. Να ερμηνεύσετε τη μορφή των καμπυλών του διαγράμματος. β. Να περιγράψετε το φαινόμενο το οποίο προκαλεί τις μεταβολές στις καμπύλες του διαγράμματος. γ. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται ο πληθυσμός των αποικοδομητών σ' αυτή τη λίμνη.

Απάντηση

a. Επειδή η λίμνη περιβάλλεται από χωράφια τα οποία καλλιεργούνται συστηματικά με χρήση λιπασμάτων, ένα μέρος των λιπασμάτων που αποπλένονται από το νερό της βροχής, διοχετεύονται στη λίμνη εμπλουτίζοντας τα νερά της 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 αύξηση του πληθυσμού τους. Η αύξηση του φυτοπλαγκτού προκαλεί με τη σειρά της αύξηση του ζωοπλαγκτού οι οργανισμοί του οποίου εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Η αύξηση της διαθέσιμης τροφής (ζωοπλαγκτόν) προκαλεί αύξηση των ψαριών.

Το φυτοπλαγκτόν, μετά την αρχική αύξηση του πληθυσμού του μειώνεται, τόσο λόγω της αύξησης του ζωοπλαγκτού που το καταναλώνει όσο και λόγω του τέλους της περιόδου των βροχοπτώσεων οπότε σταματά ο εμπλουτισμός της λίμνης με νιτρικά και φωσφορικά άλατα. Ακολουθεί μείωση του ζωοπλαγκτού, λόγω της αύξησης των ψαριών που το καταναλώνουν αλλά και λόγω της μείωσης του φυτοπλαγκτού. Τέλος, ο πληθυσμός των ψαριών μειώνεται απότομα λόγω της μείωσης της ποσότητας του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό καθώς, λόγω της αύξησης των οργανισμών της λίμνης, ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. 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. διοχετεύονται πολλά από τα νερά της βροχής που δέχεται η περιοχή αυτή.

b. Το φαινόμενο το οποίο προκαλεί τις μεταβολές στις καμπύλες του διαγράμματος είναι το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Όσον αφορά το φαινόμενο αυτό, το οικοσύστημα της λίμνης, αφού δεχτεί 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.

c. Οι αποικοδομητές τρέφονται με τη νεκρή οργανική ύλη. Επομένως, όταν αρχίζει η μείωση του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού, θα αυξηθεί η νεκρή οργανική ύλη που θα έχουν στη διάθεσή τους με αποτέλεσμα να αρχίσουν να αυξάνονται. Η μείωση των οργανισμών του ζωοπλαγκτού και ο θάνατος των ψαριών αυξάνουν ακόμα περισσότερο τη διαθέσιμη νεκρή οργανική ύλη και κατά συνέπεια τη μεγαλύτερη αύξηση του αριθμού των αποικοδομητών.

Ημερομηνία τροποποίησης: 25/04/2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 7: ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα τελειώσεις την ενότητα αυτή, θα είσαι σε θέση:

1. Να προσδιορίζεις πότε μια μεταβολή στα χαρακτηριστικά ενός υδάτινου οικοσυστήματος αποτελεί ρύπανση.
2. Να προσδιορίζεις τις απαρχές της ρύπανσης των υδάτων από τον άνθρωπο.
3. Να αναφέρεις τις δραστηριότητες του ανθρώπου από τις οποίες ξεκινά η ρύπανση των υδάτων.
4. Να προσδιορίζεις τις επιπτώσεις της διοχέτευσης θερμού νερού σε υδάτινο οικοσύστημα.
5. Να αναφέρεις τους ρύπους που περιέχουν τα αστικά λύματα και τις συνέπειες απόρριψης αστικών λυμάτων στα υδάτινα οικοσυστήματα.
6. Να προσδιορίζεις τις αιτίες δημιουργίας του φαινομένου του ευτροφισμού.
7. Να περιγράφεις την αλληλουχία των φαινομένων που οδηγούν τους ανώτερους καταναλωτές (ψάρια) ενός ευτροφικού οικοσυστήματος σε ασφυξία.
8. Να αναφέρεις τους ρύπους με τους οποίους επιβαρύνονται τα υδάτινα οικοσυστήματα από τη βιομηχανική δραστηριότητα και τις συνέπειες αυτών.
9. Να αναφέρεις τους πιο τοξικούς για τη βιόσφαιρα ρυπαντές καθώς και την αιτία της τοξικότητάς τους.
10. Να εξηγείς τις επιπτώσεις των μη βιοδιασπώμενων ουσιών στους κορυφαίους καταναλωτές ενός οικοσυστήματος.
11. Να εξηγείς-περιγράφεις το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας δίνοντας παραδείγματα τέτοιων ουσιών.
12. Να συσχετίζεις τις μεταβλητές βιομάζα, ποσότητα και συγκέντρωση μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας και να εξηγείς πώς αυτές οι μεταβλητές μεταβάλλονται από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο.
13. Να προσδιορίζεις τη συγκέντρωση μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας στα διάφορα τροφικά επίπεδα γνωρίζοντας την ποσότητα της ουσίας σε κάποιο τροφικό επίπεδο καθώς και τη βιομάζα του.

ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΤΟ ΝΕΡΟ (Γενικά)

- Είναι αναντικατάστατο φυσικό αγαθό
- Ρυπαίνεται

Α. Με την απελευθέρωση αστικών λυμάτων από την αστική δραστηριότητα της ξηράς στα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες.

ο Τα αστικά λύματα

α. Παράχθηκαν αρχικά από τους πρώτους ανθρώπινους οικισμούς.

β. Αυξήθηκαν με την συγκέντρωση πληθυσμού στις ανεγειρόμενες πόλεις.

γ. Περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) καθώς και απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά.

δ. Προκαλούν αύξηση του μικροβιακού φορτίου που ευθύνεται για σοβαρά νοσήματα.

Σχόλιο 1: Η απόρριψη των αστικών λυμάτων σε απορροφητικούς βόθρους, όπως γίνεται στη χώρα μας, είναι το χειρότερο μέσο διάθεσης των ακάθαρτων νερών, αφού εκτός από τους φυσικούς αποδέκτες (θάλασσες, λίμνες, ποτάμια) ρυπαίνουν το έδαφος και τα υπόγεια νερά.

Σχόλιο 2: Τον σημαντικότερο κίνδυνο από τη μόλυνση της θάλασσας διατρέχουν τα μαλάκια όπως τα στρείδια, τα μύδια κ.ά., τα οποία διηθούν το θαλασσινό νερό για να τραφούν με το πλαγκτόν της θάλασσας και έτσι συγκρατούν στο σώμα τους και τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Αν καταναλωθούν τέτοια θαλασσινά προκαλούνται τροφικές δηλητηριάσεις. Κάτι τέτοιο συνέβη στην Αθήνα το 1964 μετά από κατανάλωση τέτοιων θαλασσινών. Την εποχή εκείνη καταγράφηκαν 200 κρούσματα τυφοειδούς πυρετού.

Σχόλιο 3: Ιοί στο μολυσμένο νερό μπορεί να προκαλέσουν πολιομυελίτιδα και ηπατίτιδα, ενώ αυγά και νύμφες μερικών παρασίτων (ασκαρίδα κ.ά.) βρίσκονται πολλές φορές στα ακάθαρτα νερά, προκαλώντας άλλες ασθένειες.

Β. Με την απελευθέρωση αποβλήτων από τη βιομηχανική δραστηριότητα της ξηράς στα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες

ο Τα απόβλητα περιέχουν

α. τοξικές ουσίες που προέρχονται από χημικές κατεργασίες, όπως η βυρσοδεψία και η μεταλλουργία

β. βαρέα μέταλλα, όπως υδράργυρος, ψευδάργυρος, μόλυβδος κ.ά.

γ. οργανικούς διαλύτες

δ. πετρελαιοειδή

Γ. Με το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των εργοστασίων και των πυρηνικών αντιδραστήρων όταν διοχετεύεται στα υδάτινα οικοσυστήματα όπου μειώνει το διαλυμένο οξυγόνο.

Σχόλιο 4: Χαρακτηριστικό παράδειγμα δηλητηρίασης από βαρέα μέταλλα ήταν η διαρροή υδραργύρου στο χωριό Μιναμάτα της Ιαπωνίας το 1953. Ο υδράργυρος αρχικά ενσωματώθηκε στα ψάρια και έτσι πέρασε στα ψάρια που καταναλώθηκαν από τους κατοίκους του χωριού. Οι χωρικοί τρώγοντας τα ψάρια πάθαιναν δηλητηρίαση. Μέχρι το 1960 είχαν πεθάνει 43 άνθρωποι, ενώ είχαν προσβληθεί 116. Ο υδράργυρος επιδρά στο νευρικό σύστημα προκαλώντας ακόμα και παράλυση.

Σχόλιο 5: Ο μόλυβδος ελαττώνει τη γονιμότητα στον άνθρωπο, επιφέρει αλλαγές στα ένζυμα του αίματος και στις μεμβράνες των ερυθρών αιμοσφαιρίων ενώ ευθύνεται και για νευροψυχικές και χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Ο ψευδάργυρος προκαλεί αιμόλυση (καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων και έξοδο της αιμοσφαιρίνης) συσσωρεύεται στο νευρικό σύστημα και δημιουργεί ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις και τερατογενέσεις.

Σχόλιο 6: Η απόρριψη του θερμού νερού στους ποταμούς, τις λίμνες και τις θάλασσες περιοχές (θερμική ρύπανση) εκτός από την ελάττωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου προκαλεί και διαταραχές στον κύκλο ζωής των ψαριών. Για παράδειγμα, η πέστροφα πεθαίνει σε θερμοκρασία πάνω από τους 25°C και τα αυγά της δεν εκκολάπτονται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 14°C. Η διαλυτότητα αερίων στα υγρά είναι αντιστρόφως ανάλογη με την θερμοκρασία. Όσο μικρότερη είναι θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα οξυγόνου που μπορεί να διαλυθεί. Η ελάττωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου οδηγεί σε καταστάσεις ασφυξίας για τους υδρόβιους οργανισμούς (ψάρια) με υψηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο.

Δ. Με την απελευθέρωση των λιπασμάτων αφενός και των παρασιτοκτόνων και εντομοκτόνων αφετέρου που χρησιμοποιούνται σε γεωργικές δραστηριότητες.

ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

- Είναι μορφή ρύπανσης των υδάτων στις λίμνες
- Προκαλείται από τα **αστικά λύματα** και τα **λιπάσματα**, που περιέχουν
 - A. νιτρικά άλατα
 - B. φωσφορικά άλατα
- Χαρακτηρίζεται από
 - A. υπέρμετρη αύξηση
 - του φυτοπλαγκτού
 - του ζωοπλαγκτού
 - των αποικοδομητών
 - B. μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου
 - Γ. θάνατο των ψαριών (ανώτερων καταναλωτών)

Σχόλιο 7: Σε αβαθείς λίμνες που δέχονται ακατέργαστα λύματα, εκτός από την αερόβια διάσπαση της νεκρής οργανικής ύλης λαμβάνει χώρα και αναερόβια διάσπαση από τους αποικοδομητές. Η αναερόβια δράση των μικροοργανισμών αυτών παράγει υδρόθειο (στο οποίο οφείλεται η δυσάρεστη οσμή που αναδύεται από τέτοιες λίμνες) και άλλα τοξικά για την υδρόβια ζωή αέρια.

Σχόλιο 8: Με τον όρο **πλαγκτόν** χαρακτηρίζεται γενικά το σύνολο έμβιων οργανισμών που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των ωκεανών, θαλασσών και λιμνών και που συνήθως μετακινούνται παρασυρόμενα από τα ρεύματα αυτών των υδάτων. Κάποιοι απ' αυτούς τους οργανισμούς μπορούν να κινηθούν με δικές τους δυνάμεις, που δεν είναι όμως και τόσο ισχυρές ώστε να μπορούν να κινηθούν ενάντια στα υδάτινα ρεύματα. Διακρίνεται ανάλογα με το είδος των οργανισμών σε δύο κατηγορίες: το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν και περιλαμβάνει βακτήρια, πρωτόζωα, καρκινοειδή, φύκη, μαλάκια, και κοιλεντερόζωα. Το πλαγκτόν με κριτήριο το μέγεθος διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

μακροπλαγκτόν, που διακρίνεται με γυμνό μάτι, δηλαδή μεγέθους μεγαλύτερου του ενός χιλιοστόμετρου.

μικροπλαγκτόν, μεγέθους από 0,5 μέχρι 1 χιλιοστόμετρο.

νανοπλαγκτόν, μεγέθους μικρότερου του 0,5 χιλιοστόμετρου.

Σχόλιο 9: Η αυξημένη συγκέντρωση θρεπτικών προκαλεί υπερβολική ανάπτυξη εκτός του φυτοπλαγκτού και υδρόβιων φυτών, υδροχαρούς βλάστησης κ.ά. στα επιφανειακά και βαθύτερα στρώματα του νερού. Παλιότερα σε αρκετές λίμνες της χώρας μας, μετά το τέλος της βλαστητικής περιόδου, οι κάτοικοι έκοβαν ψαθιά, καλάμια και παπύρια (υδρόβια φυτά) και τα χρησιμοποιούσαν για διάφορους σκοπούς. Με τον τρόπο αυτό περιορίζονταν το φαινόμενο του ευτροφισμού αφού ελαττωνόταν η οργανική ύλη, που με την αποικοδόμησή της θα επιβάρυνε με επιπλέον θρεπτικά συστατικά το νερό. Η κοπή όμως αυτή τα τελευταία χρόνια απαγορεύτηκε από την Πολιτεία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την υπερβολική ανάπτυξη των καλαμιών που παρατηρείται σε λίμνες όπως η Μικρή Πρέσπα.

ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ

- Προκαλείται από μη-βιοδιασπώμενες ουσίες όπως
 - A. τα βαρέα μέταλλα
 - B. οι σύνθετες οργανικές ουσίες
 - Γ. τα παρασιτοκτόνα
 - Δ. τα εντομοκτόνα (πχ DDT)
 - E. τα ραδιενεργά απόβλητα
 - ΣΤ. τα παραπροϊόντα ραδιενεργών εκρήξεων
- Οι μη-βιοδιασπώμενες ουσίες
 - A. Δεν διασπώνται από τους οργανισμούς
 - B. Δεν μεταβολίζονται
 - Γ. Συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές και φυσικά και στον άνθρωπο που αποτελεί

κορυφαίο καταναλωτή καθώς περνούν από το έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο

Σχόλιο 10: Οι οργανικοί διαλύτες όπως ο τετραχλωράνθρακας, το τριχλωρομεθάνιο, το τολουόλιο κ.ά. είναι ουσίες εύφλεκτες και πρέπει να τηρούνται ασφαλείς κανόνες αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης τους. Στον ανθρώπινο οργανισμό:

α) μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό του δέρματος και των βλεννογόνων με τη δημιουργία ξηρής, εύθραυστης και ευαίσθητης επιδερμίδας

β) παρουσιάζουν τοξική δράση και προκαλούν μόνιμες βλάβες σε διάφορα όργανα και ιστούς (στο αιμοποιητικό σύστημα, το νευρικό σύστημα, τους πνεύμονες, το συκώτι, κ.λ.π.) ή και το θάνατο.

γ) παρουσιάζουν ναρκωτική δράση (διότι είναι δυνατόν να καταλάβουν λιπόφιλες θέσεις των νευρικών κυττάρων)

Το DDT

A. είναι εντομοκτόνο

B. Χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλες ποσότητες στην Αφρική για την καταπολέμηση του κουνουπιού που προκαλεί ελονοσία

Γ. Δεν μεταβολίζεται στους οργανισμούς και δεν διασπάται δηλ. είναι μη-βιοδιασπώμενη ουσία

Δ. Συσσωρεύεται στους ιστούς των **κορυφαίων καταναλωτών** (π.χ. στους ιστούς της **κουκουβάγιας** ή στους **πιγκουίνους** της Ανταρκτικής) καθώς περνά από το έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο αλλά και στον **άνθρωπο** (π.χ. στο μητρικό γάλα των Εσκιμώων)

Ε. Καθιστά εύθραυστα τα κελύφη των αυγών των αρπακτικών πουλιών (κορυφαίοι καταναλωτές)

Σχόλιο 11: Η τοξικότητα του DDT (οργανοχλωριωμένη ένωση) οφείλεται στη χημική του δομή, που παρουσιάζει αξιοσημείωτη σταθερότητα. Εκτός από τα αρπακτικά πτηνά που κινδυνεύουν με εξαφάνιση, και πελεκάνοι στην Καλιφόρνια απειλήθηκαν με αφανισμό επειδή τρώγοντας σαρδέλες με DDT γεννούσαν αυγά με εύθραυστα κελύφη.

Σχόλιο 12: Περισσότερο διαδεδομένη μορφή ρύπανσης από το DDT είναι εκείνη που οφείλεται στα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB) που παράγονται από βιομηχανίες πλαστικών, ελαστικών, λιπαντικών κ.ά. Τα PCB εμφανίζουν επίσης το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης και, επειδή είναι πιο ανθεκτικές ενώσεις από το DDT, βρέθηκαν στα αυγά των πιγκουίνων σε συγκεντρώσεις 2-4 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του DDT.

Σχόλιο 13: *Εντομοκτόνο ονομάζεται οποιαδήποτε τοξική ουσία χρησιμοποιείται για την εξόντωση των εντόμων. Τα εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται κυρίως για να εξοντώνουν έντομα τα οποία έχουν καταστροφικές συνέπειες στις καλλιέργειες ή να καταπολεμήσουν έντομα τα οποία είναι φορείς επικίνδυνων ασθενειών για τον άνθρωπο και τα ζώα. Τα εντομοκτόνα διακρίνονται κυρίως σε:*

α) φυσικά εντομοκτόνα, ουσίες που απαντούν στη φύση και αναστέλλουν τις βλαβερές ή καταστροφικές δραστηριότητες εντόμων στις καλλιέργειες. Τέτοια φυσικά εντομοκτόνα είναι για παράδειγμα το βορικό οξύ, το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) αλλά και το στερεό θείο που βάζουμε στο αμπέλι.

β) συνθετικά εντομοκτόνα, τα οποία κατασκεύασε ο άνθρωπος και συνήθως φονεύουν τα έντομα. Τέτοια συνθετικά εντομοκτόνα είναι το DDT κ.ά.

- Μία μη-βιοδιασπώμενη ουσία, όπως το **DDT**, συγκέντρωσης **1 mg/kg** που αποτίθεται στα φύλλα ενός φυτού
 - A. Βρίσκεται σε συγκέντρωση **10 mg /kg** βιομάζας φυτοφάγου ζώου
 - B. Βρίσκεται σε συγκέντρωση **100 mg /kg** βιομάζας σαρκοφάγου ζώου που τρέφεται με φυτοφάγο ζώο κ.ο.κ

Συνοψίζοντας, οι αιτίες ρύπανσης των υδάτων και οι συνέπειες αυτών, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΟΡΦΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	ΑΙΤΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΑ		
ΑΣΤΙΚΗ		Ευτροφισμός	Κίνδυνοι για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών	Βιοσυσσώρευση
	Λύματα	•	•	
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	Βαρέα μέταλλα		•	•
	Σύνθετες οργανικές ενώσεις		•	•
	Πετρελαιοειδή		•	
	Θερμό νερό		•	
	Ραδιενεργά απόβλητα		•	•
ΓΕΩΡΓΙΚΗ	Λιπάσματα	•	•	
	Εντομοκτόνα		•	•
	Παρασιτοκτόνα		•	•

<u>DDT</u>	Οργανική ένωση που περιέχει χλώριο (αλογονωμένος υδρογονάνθρακας). Είναι ισχυρά τοξική μη βιοδιασπώμενη ένωση και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα ως εντομοκτόνο, ιδιαίτερα μετά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, για την καταπολέμηση των κουνουπιών στις ελώδεις περιοχές και τον περιορισμό της μετάδοσης της ελονοσίας.
<u>Απόβλητα</u>	Υλικά σε στερεή, υγρή ή αέρια κατάσταση που παράγονται κατά την εξαγωγή, την επεξεργασία των πρώτων υλών, την κατανάλωση τελικών προϊόντων ή κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε άλλης ανθρώπινης δραστηριότητας και μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση. Ο κάτοχος των υλικών αυτών θέλει ή υποχρεούται να απαλλαγεί από αυτά. Στα απόβλητα ανήκουν τα αστικά λύματα, οι απορρίψεις γεωργο-κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, βιομηχανιών, πλοίων, εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων κ.ά.
<u>Αστικά λύματα</u>	Λύματα που περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά. Τα οργανικά λύματα διοχετεύονται μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα.
<u>Βαρέα μέταλλα</u>	Χημικά στοιχεία με μεγάλη πυκνότητα και μεγάλο ατομικό βάρος. Τέτοια είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά. Όταν εισαχθούν στα υδάτινα οικοσυστήματα διαταράσσουν την ισορροπία τους, εγκυμονώντας κινδύνους για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Επειδή δε διαλύονται στο νερό, μπορούν να περάσουν μέσω των τροφικών αλυσίδων στους καταναλωτές με τελικό αποδέκτη τον άνθρωπο και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του.
<u>Βιομηχανικά λύματα (απόβλητα)</u>	Υγρά απόβλητα βιομηχανιών που μπορεί να περιέχουν αιωρούμενα στερεά

	σωματίδια από τις τσιμεντοβιομηχανίες, βαρέα μέταλλα από τις χημικές βιομηχανίες και μεταλλουργεία, οργανικά υλικά (χαρτί, λίπη, υπολείμματα τροφών, σαπούνια, διαλύτες, πετρελαιοειδή κ.ά.) από βιομηχανίες τροφίμων, φαρμακοβιομηχανίες, διυλιστήρια κ.ά.
<u>Βιομηχανικοί ρύποι</u>	Ρύποι που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες. Χωρίζονται σε ρύπους: α) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Προέρχονται από την καύση των καυσίμων (CO₂, SO_x-οξείδια του θείου, αιωρούμενα στερεά σωματίδια καπνού-αιθάλης- ως προϊόντα ατελούς καύσης, CO, πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες όπως το βενζοπυρένιο) αλλά και από την ίδια την παραγωγική διαδικασία (H₂S, NH₃, Cl₂, επικίνδυνα μέταλλα όπως ο μόλυβδος, τσιμεντόσκονη κ.ά.). β) που απελευθερώνονται στο υδάτινο περιβάλλον (βαρέα μέταλλα- όπως υδράργυρος, μόλυβδος, κάδμιο κ.ά., φυτοφάρμακα, εντομοκτόνα-όπως το D.D.T, λιπάσματα, οξέα, αλκάλια, οργανικές ουσίες -όπως φαινόλες, P.C.B's, πετρέλαιο και τα παράγωγά του, ραδιενεργά κατάλοιπα, ακόμα και το ζεστό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις). γ) που απορρίπτονται στο έδαφος όπως ραδιενεργά κατάλοιπα, βαρέα μέταλλα, πλαστικά κ.ά.
<u>Βιοσυσσώρευση</u>	Το φαινόμενο κατά το οποίο τοξικές χημικές ουσίες δεν μεταβολίζονται, δεν διασπώνται, (μη βιοδιασπώμενες) ούτε αποβάλλονται από τους οργανισμούς στο σώμα των οποίων φτάνουν με την τροφή, αλλά μεταφέρονται αναλλοίωτες από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο, με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή τους να αυξάνεται.
<u>Βυρσοδεψία</u>	Βιομηχανική μέθοδος κατεργασίας δερμάτων (με σκοπό τη μετατροπή τους σε ένα σταθερό υλικό που δεν σήπεται-σαπίζει, φθείρεται ή μυρίζει και ικανοποιεί τις απαιτήσεις του καταναλωτή). Η κατεργασία χρησιμοποιεί τοξικές χημικές ενώσεις όπως άλατα χρωμίου που κάνουν το δέρμα μαλακό και εύπλαστο ώστε να μπορεί να βαφεί

	με ευρεία γκάμα χρωμάτων.
<u>Εντομοκτόνα</u>	Τοξικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εντόμων που βλάπτουν τις καλλιέργειες ή εντόμων που είναι φορείς παθογόνων μικροβίων (όπως το πλασμώδιο που προκαλεί την ελονοσία). Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο απελευθερώθηκαν σε μεγάλες ποσότητες. Πολλά από αυτά όπως το DDT αποτελούν τοξικούς ρυπαντές, αφού, ακόμα και αν βρίσκονται σε μικρές συγκεντρώσεις, επειδή δεν μεταβολίζονται, δε διασπώνται, και δεν αποβάλλονται, συσσωρεύονται στους ανώτερους καταναλωτές όπως τα αρπακτικά πουλιά και ο άνθρωπος. Λόγω υψηλής τοξικότητας, τα εντομοκτόνα αυτά αντικαταστάθηκαν από άλλα βιοδιασπώμενα.
<u>Εσκιμώοι</u>	Νομαδικές φυλές της Αλάσκας, της Γροιλανδίας και του Καναδά. Έχουν χαμηλό ή μέσο ανάστημα, ελαφρά κίτρινο δέρμα και χαρακτηριστικά σχιστά μάτια. Κύρια τροφή τους αποτελούν αλιεύματα αλλά και θηλαστικά όπως οι φώκιες, το δέρμα των οποίων χρησιμοποιούν και για ένδυση.
<u>Ευτροφισμός</u>	Μορφή ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων που εκδηλώνεται με την υπερβολική ανάπτυξη των υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών, ως αποτέλεσμα του εμπλουτισμού του νερού με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα, που είτε περιέχονται σε λιπάσματα και απορρυπαντικά, είτε προκύπτουν από την αποικοδομητική δράση μετά την απόρριψη στα νερά αστικών λυμάτων. Συνοδεύεται από υπέρμετρη αύξηση του ζωοπλαγκτού και των αποικοδομητών και μείωση των ανώτερων καταναλωτών (ψάρια) λόγω έλλειψης οξυγόνου.
<u>Ζωοπλαγκτόν</u>	Υδρόβιοι μονοκύτταροι ζωικοί οργανισμοί που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν.
<u>Μη βιοδιασπώμενες ουσίες</u>	Ουσίες που δεν διασπώνται από τους οργανισμούς με αποτέλεσμα ακόμα και αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις να συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές καθώς περνούν από τον ένα κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο. Τέτοιες ουσίες είναι τα βαρέα μέταλλα, διάφορα εντομοκτόνα και

	παρασιτοκτόνα, τα ραδιενεργά απόβλητα, καθώς και τα παραπροϊόντα των πυρηνικών εκρήξεων.
<u>Μόλυνση υδάτων</u>	Μορφή ρύπανσης που οφείλεται στην αύξηση του μικροβιακού φορτίου των υδάτων. Η μόλυνση των υδάτων μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων.
<u>Οργανικοί διαλύτες</u>	Υγρές οργανικές χημικές ενώσεις ή μίγματα που επιτυγχάνουν τη διάλυση ουσιών αδιάλυτων στο νερό. Χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες χρωμάτων, βερνικιών, μελανιών, κόλλας, πολυμερών, στη βυρσοδεψία κ.ά. Υπάρχουν όμως και προϊόντα οικιακής χρήσης που περιέχουν οργανικούς διαλύτες (π.χ. σπρέι, αντιδιαβρωτικά, καθαριστικά, ασετόν, νέφτι, κόλλες, προϊόντα αφαίρεσης μπογιάς κ.ά.) Αποτελούν επικίνδυνους ρύπους για τα υδάτινα οικοσυστήματα, διαταράσσουν την ισορροπία τους και εγκυμονούν κινδύνους για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών.
<u>Παρασιτοκτόνα</u>	Ουσίες ή μίγματα ουσιών που χρησιμοποιούνται α) για παρεμπόδιση, καταστροφή ή απώθηση οποιουδήποτε παρασίτου (τρωκτικού, μύκητα, εντόμου κ.ά.) κυρίως σε γεωργικές καλλιέργειες και β) ως ρυθμιστές ανάπτυξης των φυτών, ως βοηθητικά για την απόρριψη φύλλων φυτών ή ξηραντικά και τότε αναφέρονται ως ζιζανιοκτόνα.
<u>Περιττώματα</u>	Τελικά προϊόντα απέκκρισης του πεπτικού σωλήνα των σπονδυλωτών σε στερεή ή ρευστή κατάσταση. Τα περιττώματα των μηρυκαστικών ζώων (κοπριά) και ορισμένων θαλασσοπουλίων (γκουανό) είναι πλούσια σε οργανικό άζωτο, γι αυτό και χρησιμοποιούνται σαν λίπασμα.
<u>Πιγκουίνος</u>	Θαλάσσιο πουλί που δεν μπορεί να πετάξει και ζει στο Νότιο Ημισφαίριο (Ανταρκτική). Το μεγαλύτερο είδος είναι ο Αυτοκρατορικός πιγκουΐνος. Οι περισσότεροι πιγκουΐνοι τρέφονται με γαρίδες, ψάρια, καλαμάρια που ψαρεύουν βουτώντας και κολυμπώντας κάτω από το νερό. Ως ανώτεροι καταναλωτές κινδυνεύουν από τη βιοσυσσώρευση μη βιοαποικοδομήσιμων

	τοξικών ουσιών, όπως το εντομοκτόνο DDT.
<u>Ραδιενεργά απόβλητα</u>	Υγρά παραπροϊόντα που προέρχονται από την ανακύκλωση των πυρηνικών καυσίμων στους πυρηνικούς αντιδραστήρες. Τα κατάλοιπα αυτά περιέχουν ραδιενεργά στοιχεία όπως το στρόντιο-39 και το καίσιο-137 τα οποία πρέπει να απομακρύνονται καθώς είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο.
<u>Ρύπανση των υδάτων</u>	Κάθε φυσική, χημική ή βιολογική μεταβολή του νερού που το καθιστά ακατάλληλο για τους οργανισμούς που ζουν σε αυτό, ή το χρησιμοποιούν.
<u>Συγκέντρωση</u>	Έκφραση περιεκτικότητας μίας ουσίας (στερεής, υγρής ή αέριας) σε ένα μίγμα ουσιών. Εκφράζεται σε μονάδες όγκου ανά όγκο ή βάρους ανά όγκο ή βάρους ανά βάρος (μg/Kg).
<u>Τοξική ουσία</u>	Φυσική ή τεχνητή ουσία που μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση στους οργανισμούς που την προσλαμβάνουν ή έρχονται σε επαφή με αυτήν. Ο βαθμός τοξικότητάς της εξαρτάται από τη φύση της ουσίας, τη συγκέντρωσή της αλλά και από τον ρυθμό πρόσληψης και απομάκρυνσής της από τον οργανισμό.
<u>Φυτοπλαγκτόν</u>	Μικροσκοπικοί φυτικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων που φωτοσυνθέτουν. Τέτοιοι είναι τα μονοκύτταρα φύκη.

Ημερομηνία τροποποίησης: 18/01/2012