

2.1 Ισορροπία στα βιολογικά συστήματα

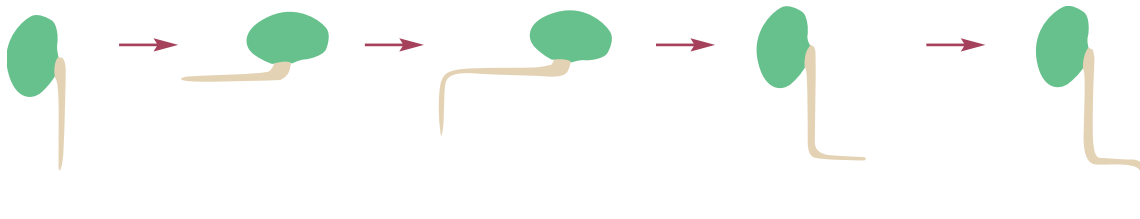
Η επιβίωση κάθε οργανισμού εξαρτάται από την ομαλή του λειτουργία και τη δυνατότητά του να προσαρμόζεται στο περιβάλλον του. Για παράδειγμα, ο βάτραχος της εικόνας επιβιώνει και δημιουργεί απογόνους:

- όταν οι διάφοροι ιστοί, τα όργανα και τα συστήματα που διαθέτει (εσωτερικό περιβάλλον) μπορούν να συνεργάζονται αρμονικά μεταξύ τους
- όταν μπορεί να αντιδρά κατάλληλα στις μεταβολές του περιβάλλοντος, όπως να εντοπίζει την τροφή του, να αποφεύγει τους εχθρούς του, να ζευγαρώνει.

Το σύνολο των αντιδράσεων ενός οργανισμού στις μεταβολές του περιβάλλοντος επηρεάζει τις σχέσεις που αναπτύσσει με τους άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος, καθώς και με τους αβιοτικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, το χρώμα του βάτραχου της εικόνας του επιτρέπει να «κρύβεται» από τους εχθρούς του, ενώ οι κραυγές του (κοασμοί) του επιτρέπουν να επικοινωνεί με τον ερωτικό του σύντροφο. Οι αντιδράσεις ενός οργανισμού σχετίζονται με την πολυπλοκότητά του, επηρεάζουν και επηρεάζονται από το περιβάλλον του και χαρακτηρίζονται επιτυχείς εφόσον του επιτρέπουν να προσαρμόζεται σε αυτό, να επιβιώνει και να αναπαράγεται.



Εικ. 2.1 Η δυνατότητα προσαρμογής ενός οργανισμού στο περιβάλλον στο οποίο ζει συμβάλλει στην επιβίωση.



Εικ. 2.2 Η ρίζα ενός φυτού κατευθύνεται προς το κέντρο της Γης. Παρατηρήστε πώς αντιδρά η ρίζα κάθε φορά που στρέφουμε κατά 90° το φυτικό σπέρμα.

Όλοι οι οργανισμοί (βιοτικοί παράγοντες) ενός οικοσυστήματος αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τους αβιοτικούς παράγοντες με ποικίλους τρόπους. Έτσι, τα μέλη του ίδιου πληθυσμού αναπτύσσουν σχέσεις με σκοπό την αναπαραγωγή του είδους. Συχνά όμως αναπτύσσουν και ανταγωνιστικές σχέσεις. Μπορεί να ανταγωνίζονται για να διεκδικήσουν τον ίδιο ερωτικό σύντροφο, τον χώρο όπου θα «φωλιάσουν», την τροφή, το οξυγόνο, το φως κτλ. Σε άλλες περιπτώσεις, οργανώνονται σε ομάδες (κοινωνική συμπεριφορά) και συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού, όπως συμβαίνει με τα σμήνη των χελιδονιών που μεταναστεύουν. Υπάρχουν είδη, όπως οι μέλισσες, που συνεργάζονται σχηματίζοντας κοινωνίες με σαφή ιεραρχία και υψηλό επίπεδο οργάνωσης.

Οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών



Εικ. 2.3 Οργανισμοί που οργανώνονται σε ομάδες και έχουν κοινωνική συμπεριφορά.

πληθυσμών ενός οικοσυστήματος είναι κυρίως τροφικές (θηρευτής - θήραμα). Αυτό σημαίνει ότι κάποιοι οργανισμοί τρέφονται με κάποιους άλλους. Αναπτύσσονται όμως και σχέσεις συμβίωσης και αμοιβαίας προσφοράς μεταξύ διαφορετικών οργανισμών. Για παράδειγμα, σε κοιλότητες του ανθρώπινου σώματος (έντερο, κόλπος κτλ.) φιλοξενούνται ορισμένα βακτήρια που παράγουν χρήσιμες για τον άνθρωπο ουσίες (π.χ. βιταμίνη Κ). Οι μικροοργανισμοί αυτοί ανταγωνίζονται επιπλέον τα παθογόνα μικρόβια, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην άμυνά μας.



Εικ. 2.4 Οι οργανισμοί αναπτύσσουν σχέσεις που διευκολύνουν την αναπαραγωγή τους.

Σε ένα οικοσύστημα είναι δυνατόν να αναπτύσσονται και σχέσεις ανταγωνισμού, όπως ανάμεσα στον σκύλο και τη γάτα, ή παρασιτισμού, όπως ανάμεσα στον άνθρωπο και τα μικρόβια που του προκαλούν ασθένειες.

Ποιο είναι όμως το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στους διάφορους παράγοντες ενός οικοσυστήματος; Ας εξετάσουμε το παράδειγμα ενός λιβαδιού στο οποίο ζει ένας πληθυσμός ποντικών που τρέφονται με σπόρους.



A. Οι σπόροι αποτελούν τροφή για τα ποντίκια.

B. Αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι σπόροι, τότε θα υπάρχει άφθονη τροφή για τα ποντίκια, οπότε:

Πολλοί σπόροι → Πολλά ποντίκια

Γ. Όμως, τα πολλά ποντίκια θα καταναλώνουν πολλούς σπόρους. Δεν θα μπορούν να δημιουργηθούν πολλά νέα φυτά και να παράγουν πάλι σπόρους, κι έτσι στο οικοσύστημα θα υπάρξουν:

Λιγότεροι σπόροι → Λιγότερα ποντίκια

Δ. Τελικά θα επέλθει πάλι μια ισορροπία, ώστε τα ποντίκια που θα υπάρχουν στο οικοσύστημα να είναι τόσα που να μπορούν να βρίσκουν τροφή.

Εξάλλου, στον ίδιο βιότοπο είναι πιθανό να ζουν και άλλοι οργανισμοί που τρέφονται με ποντικούς, όπως είναι τα φίδια, οι αλεπούδες, οι κουκουβάγιες, καθώς επίσης και τα γεράκια, που τρέφονται με φίδια και ποντίκια. Έτσι, μια αύξηση του αριθμού των ποντικών θα οδηγούσε παράλληλα σε αύξηση των ζώων που τρέφονται με ποντικούς. Το γεγονός αυτό θα περιόριζε τον αριθμό των ποντικών και θα καταλήγαμε πάλι στο Δ, δηλαδή θα είχαμε μια σταδιακή αποκατάσταση της ισορροπίας του οικοσυστήματος.

Αυτές οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διάφορων παραγόντων ενός οικοσυστήματος λειτουργούν ως **ρυθμιστικοί μηχανισμοί** που ελέγχουν την ισορροπία του. Αυτή η ισορροπία δεν είναι στατική. Οι συνθήκες του άβιου περιβάλλοντος (θερμοκρασία, φως κ.ά.) μεταβάλλονται διαρκώς, όπως αλλάζει και ο αριθμός των ατόμων των διάφορων πληθυσμών που ζουν σε αυτό. Όσο όμως οι μεταβολές κυμαίνονται μέσα σε κάποια όρια, η ισορροπία μπορεί να αποκαθίσταται.



Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

1. Να τοποθετήσετε τις παρακάτω κατηγορίες σχέσεων στη σωστή στήλη: αναπαραγωγικές, ανταγωνιστικές, συμβιωτικές, τροφικές.

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΤΟΝ ΙΔΙΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ

2. Στο παράδειγμα του οικοσυστήματος του λιβαδιού παρατηρήθηκαν μεταβολές στον πληθυσμό των ποντικών. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους συνέβησαν αυτές οι μεταβολές.
3. Η αύξηση των ποντικών, στο παράδειγμα του οικοσυστήματος του λιβαδιού, οδήγησε σε αύξηση του πληθυσμού των αλεπούδων. Η αύξηση αυτή ήταν απεριόριστη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
4. Ποιοι οργανισμοί είναι πιθανότερο να ανταγωνίζονται για το οξυγόνο, οι χερσαίοι ή οι υδρόβιοι; Να αντλήσετε πληροφορίες από τη φυσική και τη χημεία για να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

2.2 Οργάνωση και λειτουργίες του οικοσυστήματος – Ο ρόλος της ενέργειας

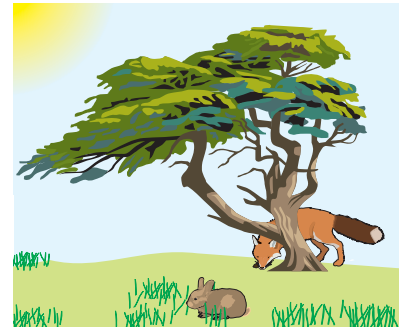
Τροφικές σχέσεις και ροή ενέργειας

Κάθε οργανωμένο σύστημα, όπως, για παράδειγμα, ένα σπίτι, ένα αυτοκίνητο, ένα κύτταρο, ένας οργανισμός ή ένα οικοσύστημα, χρειάζεται ενέργεια προκειμένου να διατηρείται και να λειτουργεί σωστά. Όσο μάλιστα αυξάνεται η πολυπλοκότητά του, τόσο αυξάνονται και οι ενεργειακές του απαιτήσεις. Όλοι οι οργανισμοί καλύπτουν τις ανάγκες τους σε ενέργεια διασπώντας τις θρεπτικές ουσίες της τροφής τους. Με ποιους τρόπους όμως οι διάφοροι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος εξασφαλίζουν τροφή;

Σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν οργανισμοί οι οποίοι παράγουν μόνοι τους την τροφή τους. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιούν απλά υλικά και ενέργεια που βρίσκουν στο άβιο περιβάλλον τους. Οι οργανισμοί αυτοί ονομάζονται **αυτότροφοι**. Οι αυτότροφοι οργανισμοί μετατρέπουν ανόργανες χημικές ουσίες, όπως το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό, σε οργανικές ενώσεις, όπως η γλυκόζη. Από τη διάσπαση αυτών των οργανικών ενώσεων εξασφαλίζεται στη συνέχεια η απαραίτητη ενέργεια. Οργανισμοί όπως είναι τα χερσαία και τα υδρόβια φυτά, καθώς και οι οργανισμοί του φυτοπλαγκτού (στα υδάτινα οικοσυστήματα) έχουν τη δυνατότητα να φωτοσυνθέτουν. Συνθέτουν δηλαδή οργανικές ενώσεις αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια. Οι οργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **παραγωγοί**.

Οι παραγωγοί διασπούν ένα μέρος των οργανικών ενώσεων που οι ίδιοι συνθέτουν (κυτταρική αναπνοή) και με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζουν ενέργεια για την κάλυψη άμεσων αναγκών. Όσες ενώσεις δεν διασπαστούν, αποθηκεύονται για μελλοντική χρήση. Αυτά τα αποθέματα θα αξιοποιηθούν, άμεσα ή έμμεσα, από άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος, που χαρακτηρίζονται ως **ετερότροφοι**.

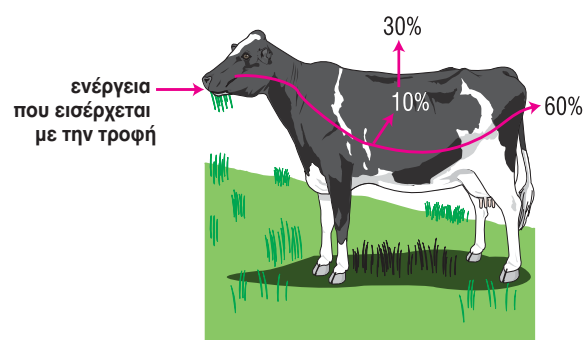
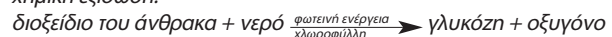
Οι ετερότροφοι οργανισμοί (π.χ. ζώα, μύκητες) δεν διαθέτουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν και να μετατρέπουν την ανόργανη ύλη σε οργανική. Διακρίνονται σε **καταναλωτές** και **αποικοδομητές**. Οι καταναλωτές τρέφονται με άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος και διακρίνονται σε τάξεις ανάλογα με τις βασικές



Εικ. 2.5 Σε ένα οικοσύστημα οι οργανισμοί είναι αυτότροφοι ή ετερότροφοι.



Εικ. 2.6 Τα φυτά είναι αυτότροφοι οργανισμοί και φωτοσυνθέτουν. Η φωτοσύνθεση μπορεί να περιγραφεί απλά με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Εικ. 2.7 Ένας καταναλωτής χρησιμοποιεί μέρος της ενέργειας που εξασφαλίζει από την τροφή του για την κάλυψη των αναγκών του. Η διάσπαση των ουσιών της τροφής γίνεται στο εσωτερικό του κυττάρου (κυτταρική αναπνοή). Η κυτταρική αναπνοή μπορεί να περιγραφεί απλά με την παρακάτω χημική εξίσωση:



τροφικές τους προτιμήσεις. Τα φυτοφάγα ζώα, όπως η αγελάδα, το πρόβατο, ο λαγός και οι οργανισμοί του ζωοπλαγκτού (στα υδάτινα οικοσυστήματα), τρέφονται άμεσα με παραγωγούς και χαρακτηρίζονται ως καταναλωτές 1ης τάξης.

Τα σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με φυτοφάγα, όπως ο λύκος, το φίδι, οι σαρδέλες, ονομάζονται καταναλωτές 2ης τάξης. Τα σαρκοφάγα που τρέφονται με καταναλωτές 2ης τάξης, όπως ο αετός και ο Βακαλάος, ανήκουν στους καταναλωτές 3ης τάξης κ.ο.κ.



Εικ. 2.8 Οι οργανισμοί εξασφαλίζουν ενέργεια μέσω της τροφής.



Εικ. 2.9 Οι καταναλωτές μπορεί να είναι ζώα φυτοφάγα ή σαρκοφάγα.



As σκεφτούμε

Ο άνθρωπος χαρακτηρίζεται ως καταναλωτής άλλοτε 1ης, άλλοτε 2ης και άλλοτε 3ης τάξης. Ποιες μπορεί να είναι οι τροφικές του προτιμήσεις σε κάθε περίπτωση;

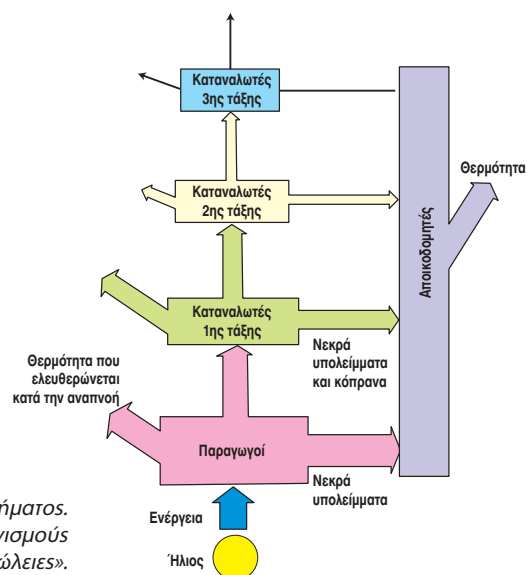
Οι **αποικοδομητές** είναι βακτήρια, μύκητες ή πρωτόζωα που τρέφονται με «νεκρή» οργανική ύλη την οποία μετατρέπουν σε ανόργανη. Από όσα είδαμε μέχρι τώρα, μπορούμε να αντιληφθούμε πόσο σημαντική είναι η τροφοδότηση των οικοσυστημάτων με ενέργεια, κύρια πηγή της οποίας είναι ο Ήλιος. Η ενέργεια εισέρχεται διαμέσου των παραγωγών, με τη φωτοσύνθεση, και «διανέμεται» στους υπόλοιπους οργανισμούς του οικοσυστήματος, μέσα από τις τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Η πορεία αυτή χαρακτηρίζεται ως **ροή ενέργειας**.



Εικ. 2.10 Η «νεκρή» οργανική ύλη μπορεί να είναι τμήματα φυτών (πεσμένα φύλλα, κλαδιά, κορμοί δέντρων κτλ.) ή ζώων (τρίχες κτλ.). Μπορεί επίσης να είναι είτε άχρηστες ουσίες της τροφής (περιπτώματα) είτε άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού των οργανισμών (διάφορες εκκρίσεις, π.χ. ιδρώτας, ούρα). Μπορεί όμως να είναι και ολόκληροι νεκροί οργανισμοί.

Τροφικές αλυσίδες, τροφικά πλέγματα, τροφικές πυραμίδες

Οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος, αυτότροφοι και ετερότροφοι, συνδέονται με τροφικές σχέσεις. Αν θέλαμε να απεικονίσουμε τις τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται στο οικοσύστημα ενός λιβαδιού που φιλο-



Εικ. 2.11 Η ροή της ενέργειας στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος. Οι μορφές της ενέργειας που δεν αξιοποιούνται από τους οργανισμούς (π.χ. θερμότητα) χαρακτηρίζονται ως «ενεργειακές απώλειες».

ξενεί ποώδη φυτά, λαγούς και αλεπούδες, θα παίρναμε το διάγραμμα της εικόνας 2.12.

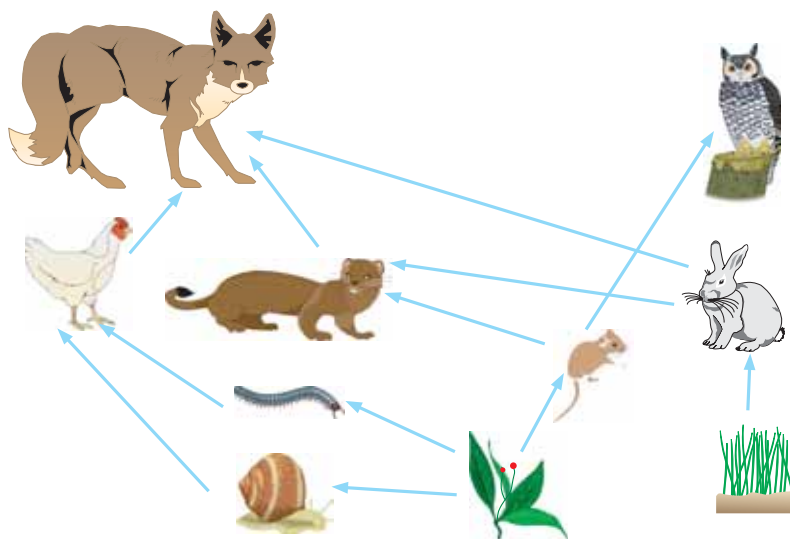
Το απλό αυτό διάγραμμα που απεικονίζει τις τροφικές σχέσεις μεταξύ συγκεκριμένων πληθυσμών ενός οικοσυστήματος ονομάζεται **τροφική αλυσίδα**. Όμως οι τροφικές αλυσίδες δεν αποτελούν πάντα πιστή απεικόνιση της πραγματικότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε καταναλωτής μπορεί να τρέφεται με οργανισμούς που ανήκουν σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Η αλεπού, για παράδειγμα, δεν τρώει μόνο λαγούς. Μπορεί να τρώει και κότες. Εξαρτάται από το τι προτιμά να τρώει, αλλά και από το τι βρίσκει την κάθε φορά. Έτσι, αν θελήσουμε να καταγράψουμε τις τροφικές σχέσεις που πραγματικά αναπτύσσονται μεταξύ όλων των πληθυσμών που ανήκουν στο ίδιο οικοσύστημα, θα δημιουργήσουμε ένα πιο σύνθετο διάγραμμα, όπως αυτό της εικόνας 2.13, το οποίο ονομάζεται **τροφικό πλέγμα**.

Τα βέλη που συνδέουν τους πληθυσμούς μιας τροφικής αλυσίδας ή ενός τροφικού πλέγματος δείχνουν την πορεία της τροφής μέσα σε ένα οικοσύστημα. Για παράδειγμα, τα ποώδη φυτά αποτελούν τροφή για τους λαγούς και οι λαγοί αποτελούν τροφή για τις αλεπούδες. Εφόσον όμως η ενέργεια εξασφαλίζεται από τη διάσπαση των θρεπτικών ουσιών της τροφής, τα ίδια βέλη δηλώνουν ταυτόχρονα και τη ροή της ενέργειας μέσα σε ένα οικοσύστημα.

Μπορούμε να κατατάξουμε τους πληθυσμούς ενός οικοσυστήματος σε τροφικά επίπεδα. Κάθε **τροφικό επίπεδο** περιλαμβάνει το σύνολο των πληθυσμών που χρησιμοποιούνται ως κύρια τροφή από τους πληθυσμούς του αμέσως επόμενου επιπέδου. Για παράδειγμα, όλα τα διαφορετικά φυτά του λιβαδιού κατατάσσονται σε ένα τροφικό επίπεδο και όλοι οι φυτοφάγοι καταναλωτές (λαγοί, ποντίκια, σκουλήκια και σαλιγκάρια) στο αμέσως επόμενο. Όπως ήδη αναφέραμε, πηγή της ενέργειας είναι ο Ήλιος και πηγή των θρεπτικών ουσιών οι παραγωγοί. Μπορούμε λοιπόν να θεωρήσουμε ότι όλοι οι πληθυσμοί των παραγωγών ενός οικοσυστήματος ανήκουν στο πρώτο τροφικό επίπεδο. Στο δεύτερο τροφικό επίπεδο εντάσσονται τα φυτοφάγα ζώα (καταναλωτές πρώτης τάξης), στο τρίτο οι καταναλωτές δεύτερης τάξης κ.ο.κ.



Εικ. 2.12. Παράδειγμα τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών.

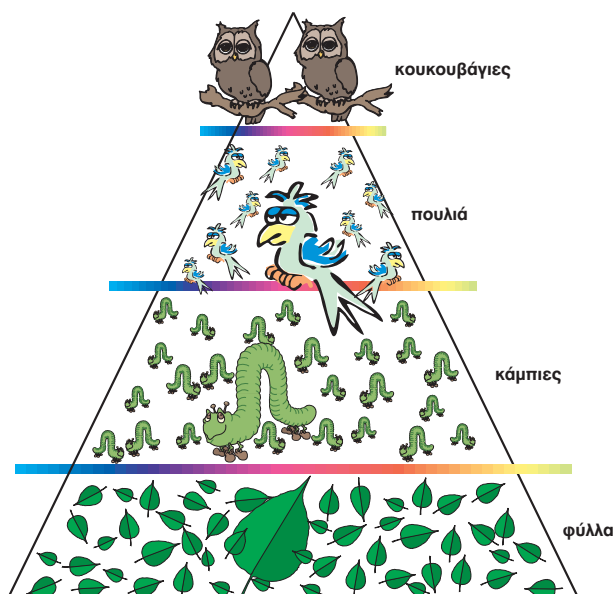


Εικ. 2.13. Τα τροφικά πλέγματα είναι πιο πολύπλοκα από τις τροφικές αλυσίδες, αποδίδουν όμως πιο πιστά την πραγματικότητα. Μας παρέχουν επίσης τη δυνατότητα να μελετήσουμε ορισμένους από τους ρυθμιστικούς μηχανισμούς με τους οποίους επιτυγχάνεται η ισορροπία μέσα σε ένα οικοσύστημα.

Αν μετρήσουμε τον αριθμό των οργανισμών σε ένα οικοσύστημα, θα παρατηρήσουμε, κατά κανόνα, ότι υπάρχουν πολλά φυτά, λιγότερα φυτοφάγα ζώα, ακόμη λιγότερα σαρκοφάγα κ.ο.κ. Ο αριθμός των οργανισμών δηλαδή μειώνεται καθώς προχωράμε από το κατώτερο τροφικό επίπεδο (πρώτο) προς τα ανώτερα. Έτσι σχηματίζεται μια **τροφική πυραμίδα** αριθμού οργανισμών ή πληθυσμού.

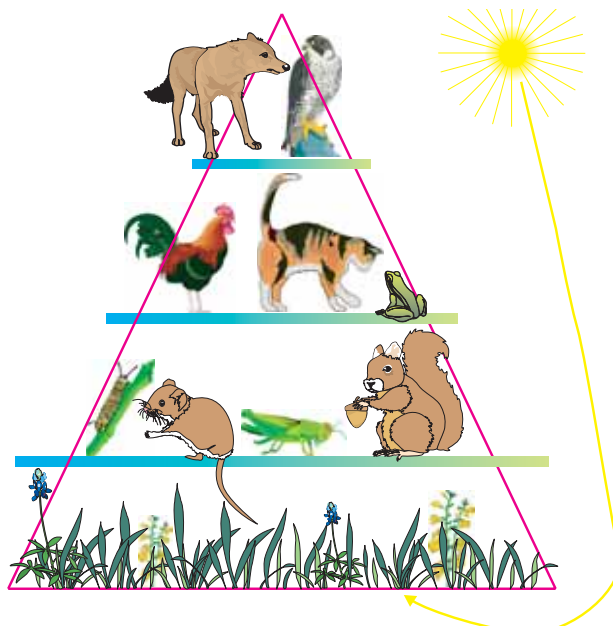
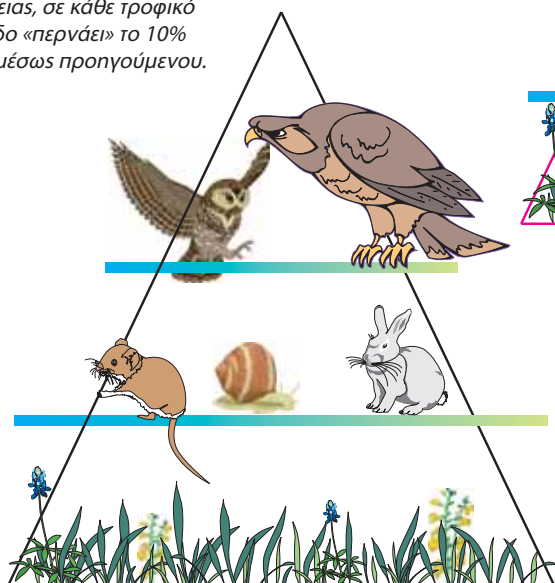
Με ανάλογο τρόπο, αν αφαιρέσουμε το νερό και μετρήσουμε την ξηρή μάζα (βιομάζα) των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου, μπορούμε να κατασκευάσουμε μια τροφική πυραμίδα βιομάζας.

Καθώς μειώνεται ο αριθμός των οργανισμών και η βιομάζα, μειώνεται ανάλογα και το ποσό ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας περιέχεται στο πρώτο τροφικό επίπεδο (παραγωγό) και το ποσό αυτό μειώνεται από το κατώτερο προς τα ανώτερα επίπεδα. Έτσι σχηματίζεται μια τροφική πυραμίδα ενέργειας.



Εικ. 2.14 Σε μια πυραμίδα πληθυσμού συνήθως παρατηρούμε μείωση πληθυσμού από επίπεδο σε επίπεδο, προχωρώντας από το επίπεδο των παραγωγών προς τα επίπεδα των ανώτερων καταναλωτών.

Εικ. 2.16 Στην τροφική πυραμίδα ενέργειας, σε κάθε τροφικό επίπεδο «περνάει» το 10% του αμέσως προηγούμενου.



Εικ. 2.15 Αν υπολογίσουμε τη βιομάζα των οργανισμών κάθε τροφικού επιπέδου, σχηματίζεται μια τροφική πυραμίδα βιομάζας. Σε κάθε τροφικό επίπεδο αυτής της πυραμίδας «περνάει» το 10% του αμέσως προηγούμενου.



Ας σκεφτούμε

Πώς εξηγείται το γεγονός ότι η ενέργεια μειώνεται καθώς προχωράμε από το κατώτερο προς τα ανώτερα επίπεδα μιας τροφικής πυραμίδας ενέργειας;

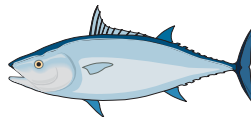
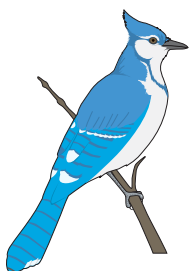


Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

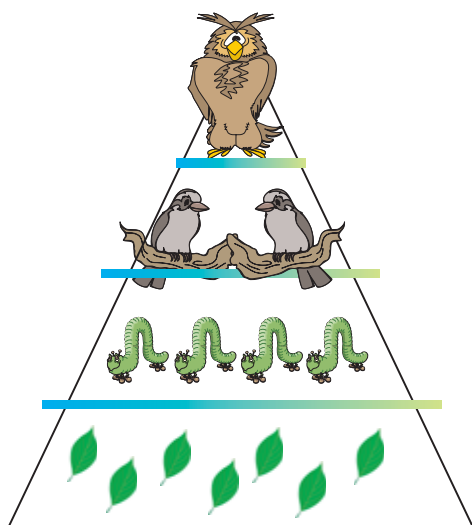
1. Να βάλετε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση:
 - A. Οι καταναλωτές πρώτης τάξης τρέφονται:
 - α. με σαρκοφάγα ζώα
 - β. με φυτά
 - γ. με φυτοφάγα ζώα
 - δ. με νεκρή οργανική ύλη
 - B. Στο πρώτο τροφικό επίπεδο μιας πυραμίδας βιομάζας εντάσσονται:
 - α. οι παραγωγοί
 - β. οι καταναλωτές πρώτης τάξης
 - γ. οι καταναλωτές δεύτερης τάξης
 - δ. οι κορυφαίοι καταναλωτές
2. Στην παρακάτω εικόνα να τοποθετήσετε σωστά τα βέλη, ώστε να σχηματιστούν οι τροφικές αλυσίδες.



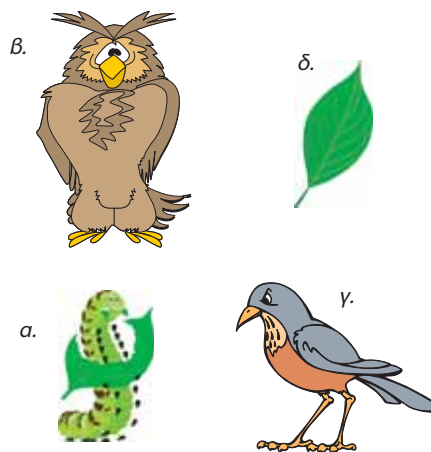
3. Στις τροφικές αλυσίδες που ακολουθούν να συμπληρώσετε τον οργανισμό που λείπει:

- α. χορτάρι → → άνθρωπος
 β. μαρούλι → → αλεπού
 γ. → ελάφι →
 δ. φυτοπλαγκτόν → γαρίδα →

4. Στο παρακάτω σχήμα (1) απεικονίζεται μία τροφική πυραμίδα. Αφού την παρατηρήσετε, να σχηματίσετε με τους οργανισμούς (2) μία τροφική αλυσίδα, ώστε να αποδίδεται σωστά η τροφική τους σχέση.

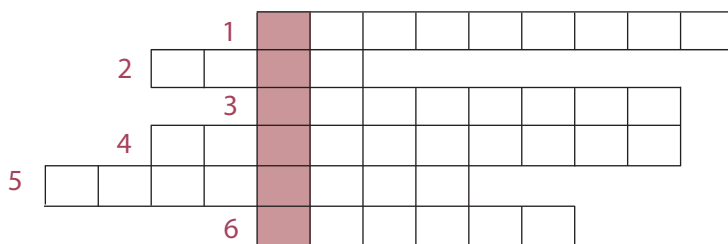


1.



2.

5. Αν συμπληρώσετε σωστά το παρακάτω σταυρόλεξο, στη χρωματιστή στήλη θα σχηματιστεί το «τροφικό» διάγραμμα που απεικονίζει πραγματικά τις τροφικές σχέσεις ενός οικοσυστήματος.



1. Είναι τα φυτά σε ένα οικοσύστημα.
2. Δείχνουν ποιος τρώει ποιον σε μία τροφική αλυσίδα.
3. Η ροή της απεικονίζεται σε κάθε τροφική αλυσίδα.
4. Είναι απαραίτητοι για να κατασκευάσουμε ένα τροφικό πλέγμα.
5. Την κατασκεύαζαν οι Φαραώ, αλλά μπορεί να είναι και τροφική.
6. Αυτόν μετράμε για να κατασκευάσουμε μία πυραμίδα πληθυσμού.

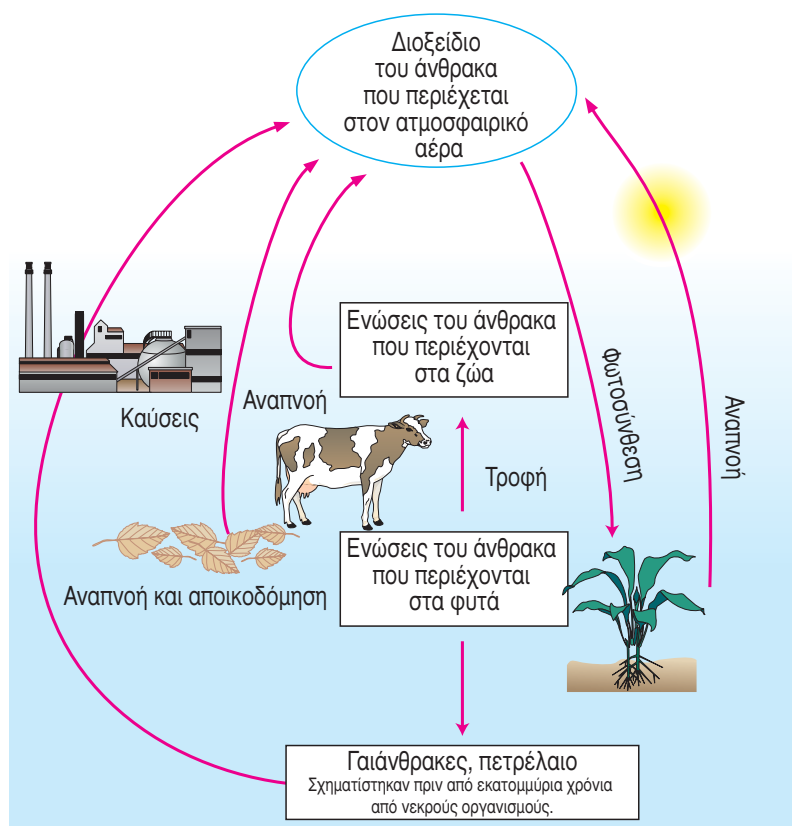
2.3 Η ανακύκλωση της ύλης σε ένα οικοσύστημα

Η είσοδος της ενέργειας σε ένα οικοσύστημα γίνεται μέσω των παραγωγών. Αυτοί οι οργανισμοί μετατρέπουν απλές ανόργανες χημικές ουσίες του άβιου περιβάλλοντος, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό, τα νιτρικά και φωσφορικά άλατα (ιόντα), τα μέταλλα κτλ., σε οργανικές ενώσεις. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια, που είναι πάντα διαθέσιμη. Ποια είναι όμως η πηγή των ανόργανων ουσιών που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί; Αν θυμηθούμε ότι με τις διαδικασίες της κυτταρικής αναπνοής και της αποικοδόμησης διασπώνται σύνθετες οργανικές ενώσεις και παράγονται απλές ανόργανες ουσίες, θα καταλάβουμε ότι η ύλη μέσα σε ένα οικοσύστημα ανακυκλώνεται. Οι οργανισμοί είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιούν τα ίδια συστατικά, να τα συνδυάζουν και να συνθέτουν με αυτά νέες ενώσεις, να τις διασπούν στα συστατικά τους και να τα ξαναχρησιμοποιούν διαρκώς, από την αρχική εμφάνιση της ζωής στον πλανήτη μέχρι σήμερα. Είναι απαραίτητο δηλαδή να γίνεται ανακύκλωση της ύλης συνεχώς μέσα στα οικοσυστήματα.

Ο κύκλος του άνθρακα: Ο

άνθρακας είναι κύριο συστατικό όλων των οργανικών ενώσεων. Όλοι οι οργανισμοί, αυτότροφοι και ετερότροφοι, διασπούν οργανικές ενώσεις της τροφής με τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής και απελευθερώνουν ενέργεια και διοξείδιο του άνθρακα. Οι παραγωγοί δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και συνθέτουν νέες οργανικές ενώσεις. Επίσης, διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα με τις καύσεις. Έτσι ολοκληρώνεται ο κύκλος του άνθρακα μέσα σε ένα οικοσύστημα.

Ο κύκλος του αζώτου: Το άζωτο είναι ένα στοιχείο που συμμετέχει στη δομή των περισσότερων οργανικών μορίων που θα συναντήσουμε στους οργανισμούς (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα και ορισμένα λιπίδια). Περιέχεται επίσης, σε ποσοστό περίπου 80%, στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ωστόσο, αυτή η τεράστια ποσότητα αζώτου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα από τους οργανισμούς. Πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε



Εικ. 2.17 Ο κύκλος του άνθρακα.