

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Γενικά

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

- 1) τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους
- 2) τους άλλους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος από αυτούς.

Συστατικά του οικοσυστήματος

Γενικά

Οικοσύστημα: Το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει:

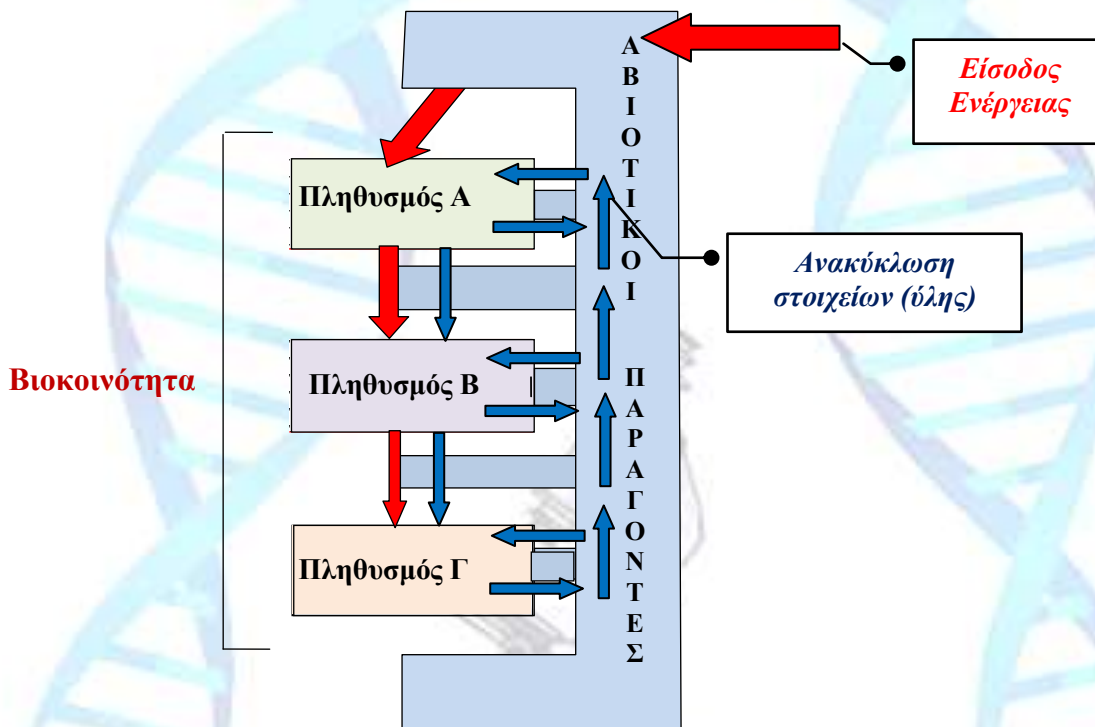
- 1) τους βιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν,
- 2) τους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής, και
- 3) το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. *

Δηλ., i) αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιοτικών παραγόντων
ii) αλληλεπιδράσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων

Αυτές οι αλληλεπιδράσεις αφορούν στις ανταλλαγές ενέργειας και ύλης που γίνονται μεταξύ τους. (βλέπε εικόνα 1).

Βιοτικοί παράγοντες: είναι το σύνολο των ζωντανών οργανισμών ενός οικοσυστήματος.

Αβιοτικοί παράγοντες: είναι όλα τα χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος, που επηρεάζουν τους οργανισμούς στο χώρο, όπου αναπτύσσονται (π.χ. κλίμα, διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τύπος εδάφους, αλατότητα υδάτων, κλπ).



Εικόνα 1.

Το οικοσύστημα τα συστατικά του και οι θεμελιακές σχέσεις μέσα σ' αυτό.

Για να λειτουργήσει το οικοσύστημα χρειάζεται:

- ❶ Είσοδο και συνεχή χρησιμοποίηση (δηλ., διανομή στους βιοτικούς παράγοντες) ενέργειας.
- ❷ Συνεχή ανακύκλωση ύλης (χημικών στοιχείων).

Βιοτικοί Παράγοντες

Ομαδοποίηση των βιοτικών παραγόντων

A) Με βάση τη γενετική καταγωγή

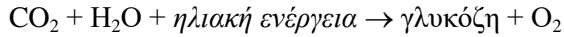
πληθυσμός: είναι το σύνολο των οργανισμών ενός οικοσυστήματος οι οποίοι ανήκουν στο ίδιο είδος¹.

¹. Είδος: είναι το σύνολο όμοιων μορφολογικά ατόμων μεταξύ τους, τα οποία μπορούν να ανταλλάσσουν γονίδια μεταξύ τους και να παράγουν βιώσιμους και γόνιμους απογόνους.

βιοκοινότητα: είναι το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών ενός οικοσυστήματος, καθώς και οι σχέσεις αναπτύσσονται μεταξύ τους².

B) Με βάση τον τρόπο εξασφάλισης της τροφής

Αυτότροφοι οργανισμοί είναι εκείνοι 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). Δηλ., κάνουν φωτοσύνθεση.



ή πιο αναλυτικά: $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{ηλιακή ενέργεια} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$.

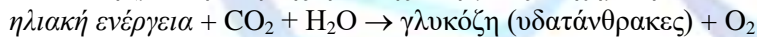
Ετερότροφοι οργανισμοί είναι αυτοί οι οποίοι δε φωτοσυνθέτουν και παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.

Δηλ., χρησιμοποιούν οργανικό υλικό από άλλους οργανισμούς (ζωντανό ή νεκρό, φυτικό ή ζωικό).

Αυτότροφοι οργανισμοί

Γίνονται οι εξής διαδικασίες:

Φωτοσύνθεση (μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε χημική)



Κυτταρική Αναπνοή - Καύση



(για την κάλυψη των αναγκών τους)

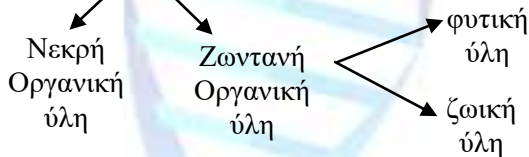
Ετερότροφοι οργανισμοί

Γίνεται μόνο η εξής διαδικασία:

Κυτταρική Αναπνοή - Καύση



(για την κάλυψη των αναγκών τους)



Επίσης:

Οι οργανισμοί που ζουν σε ένα οικοσύστημα διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους, σε:

- 1) παραγωγούς, \Rightarrow που είναι αυτότροφοι οργανισμοί
- 2) καταναλωτές και
- 3) αποικοδομητές. $\} \Rightarrow$ που είναι ετερότροφοι οργανισμοί

Ρόλος των παραγωγών, καταναλωτών και αποικοδομητών

Παραγωγοί:

- 1) Μετατρέπουν την ηλιακή (φωτεινή) ενέργεια σε χημική.
- 2) Μετατρέπουν τα ανόργανα συστατικά (ανόργανη ύλη) σε οργανική ύλη.

Καταναλωτές:

- 1) Μέσω αυτών διανέμεται η χημική ενέργεια με τη μορφή οργανικής ύλης στο οικοσύστημα.
- 2) Διακρίνονται ανάλογα με «τον αριθμό των βημάτων» που τους χωρίζουν από τους παραγωγούς σε:
 - i) καταναλωτές πρώτης τάξης, που είναι τα φυτοφάγα ζώα,
 - ii) καταναλωτές δεύτερης τάξης, που είναι τα σαρκοφάγα ζώα τα οποία τρέφονται με φυτοφάγα,
 - iii) καταναλωτές τρίτης τάξης, που είναι τα σαρκοφάγα τα οποία τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα.

². Με άλλα λόγια είναι το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών που σχετίζονται μεταξύ τους με ανταλλαγές ενέργειας και ύλης και ανήκουν στο ίδιο οικοσύστημα.

Αποικοδομητές:

- 1) Μετατρέπουν την (νεκρή) οργανική ύλη σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς. (Αντίστροφη πορεία της 2^{ης} πορείας των παραγωγών).

Συνοπτικά έχουμε:

Παραγωγοί	–	–	οι πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί, τα φύκη και τα κυανοβακτήρια
Καταναλωτές	πρώτης τάξης (φυτοφάγα ζώα)	<u>Τροφή:</u> ζωντανή φυτική οργανική ύλη	οι μονοκύτταροι και οι πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί
	δεύτερης τάξης (σαρκοφάγα που τρέφονται με φυτοφάγα)	<u>Τροφή:</u> ζωντανή ζωική οργανική ύλη	
	τρίτης τάξης (σαρκοφάγα που τρέφονται με σαρκοφάγα)	<u>Τροφή:</u> ζωντανή ζωική οργανική ύλη	
Αποικοδομητές	–	<u>Τροφή:</u> νεκρή ζωική ή φυτική οργανική ύλη	τα βακτήρια του εδάφους και οι μύκητες

Αβιοτικοί παράγοντες

Βιότοπος: είναι η περιοχή στην οποία ζει ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.

Σχέση αβιοτικών παραγόντων με τους βιοτικούς: Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και καθορίζουν τη φύση του αλλά και τη λειτουργία του.

Πίνακας I.

Οι σημαντικότεροι αβιοτικοί παράγοντες σε χερσαία και υδατικά περιβάλλοντα.*

a/a	Χερσαίο οικοσύστημα	Υδατικό οικοσύστημα
1	Φως (Ηλιοφάνεια)	Φως (βάθος υδάτων)
2	Θερμοκρασία	Θερμοκρασία
3	Διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών	Περιεκτικότητα του νερού σε άλατα
4	Διαθεσιμότητα νερού	Περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο
5	Ένταση ανέμων	Περιεκτικότητα του νερού σε άλλα αέρια
6	Ατμοσφαιρική πίεση (υψόμετρο)	Διαθεσιμότητα τροφής
7	Χημική σύσταση εδάφους	Υδροστατική πίεση (βάθος)
8	Διάμετρος κόκκων εδάφους	Θαλάσσια ρεύματα

Οι τέσσερις πρώτοι παράγοντες είναι σημαντικοί για την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων.

Διάκριση οικοσυστημάτων

Διακρίνονται ανάλογα με το είδος της ενέργειας που εισάγεται στο οικοσύστημα:

- 1) **Αυτότροφα οικοσυστήματα:** στα οποία η ενέργεια που εισάγεται είναι με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Αποτελούν την πλειονότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας.

- 2) **Ετερότροφα οικοσυστήματα:** στα οποία η εισαγωγή ενέργειας γίνεται με τη μορφή χημικών ενώσεων.

Παράδειγμα ετερότροφων οικοσυστημάτων:

(ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ)

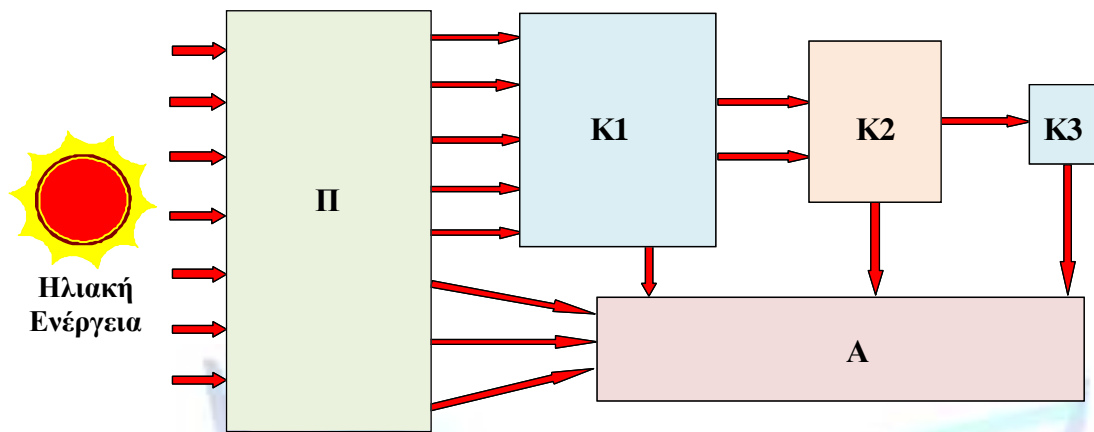
Η αβυσσαία ζώνη που είναι η αβυσσοπελαγική στοιβάδα ή η πελαγική ζώνη στην οποία ανήκουν τα νερά κοντά στον βυθό των ωκεανών. Είναι η περιοχή των ωκεανών όπου δεν φτάνει η ηλιακή ακτινοβολία και η βιοκοινότητα αποτελείται από πληθυσμούς ετερότροφων οργανισμών. Η είσοδος της ενέργειας γίνεται με τη μορφή νεκρής οργανικής ύλης που προέρχεται από τα ανώτερα στρώματα.

Προϋποθέσεις για τη διατήρηση και τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος

- 1) **Τροφοδότηση ενός οικοσυστήματος με ενέργεια και η διανομή της** στους οργανισμούς του, ώστε να καλύπτουν αυτοί τις ανάγκες τους.

Τρόπος διανομής της ενέργειας: γίνεται μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος (ροή ενέργειας).

- 2) **Ανακύκλωση της ύλης (των διάφορων χημικών στοιχείων),** ώστε να είναι αυτά συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος.



Εικόνα 2.

Τροφοδότηση ενός αυτότροφου οικοσυστήματος με ενέργεια και η διανομή της στους οργανισμούς του.

Π: παραγωγοί, Α: αποικοδομητές, Κ1: καταναλωτές πρώτης τάξης, Κ2: καταναλωτές δεύτερης τάξης, Κ3: καταναλωτές τρίτης τάξης.

Υποενότητα 2.1.2.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μέγεθος και όρια

Τρόπος καθορισμού: Το μέγεθος και τα όριά του καθορίζονται αυθαίρετα κάθε φορά από τον ερευνητή που το μελετά.

Λόγοι καθορισμού: Το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης, δηλαδή ένα σύνολο από αντικείμενα που δεν εξετάζονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο αλλά στην αλληλεπίδρασή τους

Περίπτωση ακριβούς καθορισμού των ορίων: τα όρια μπορούν να καθοριστούν με σχετική ακρίβεια στο οικοσύστημα ενός νησιού.

Βιόσφαιρα:

- 1) Είναι το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής.
- 2) Είναι το μεγαλύτερο οικοσύστημα που μπορεί να υπάρξει.

Ισορροπία - Ποικιλότητα

1) Ισορροπία Οικοσυστήματος: Τα οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από την τάση να διατηρούν σε δυναμική ισορροπία τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διάφορων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους, οι οποίοι μεταβάλλονται συνεχώς και ποσοτικά και ποιοτικά.

2) Ποικιλότητα Οικοσυστήματος: Όρος που αναφέρεται στα διαφορετικά είδη οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα.

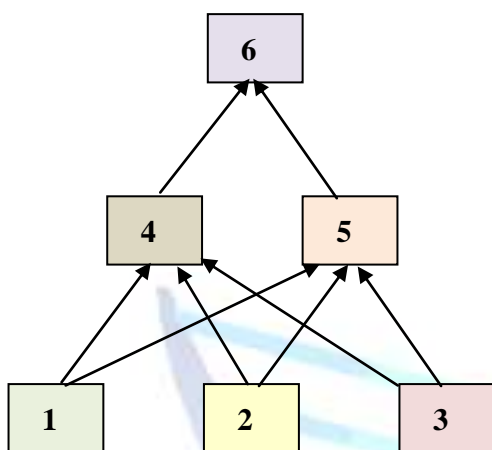
Μηχανισμοί διατήρησης και επαναφοράς της ισορροπίας: Οι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που διαθέτει κάθε οικοσύστημα το κάνουν ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων

Σχέση Ποικιλότητας και Ισορροπίας: 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.

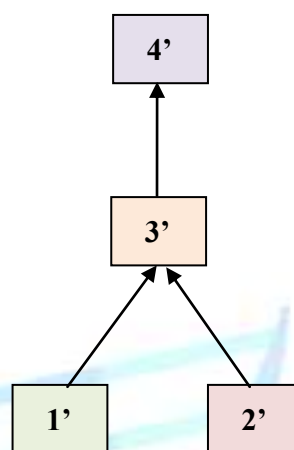
Λόγοι για την ύπαρξη της σχέσης μεταξύ Ποικιλότητας και Ισορροπίας: Όποτε μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν.

Αν 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.

Οικοσύστημα 1



Οικοσύστημα 2



Εικόνα 3

Το οικοσύστημα 1 έχει περισσότερη ποικιλότητα από το οικοσύστημα 2 και επομένως είναι περισσότερο σταθερό.

Αν μειωθεί ή εξαφανιστεί ο πληθυσμός 5 στο οικοσύστημα 1, οι υπάρχοντες πληθυσμοί 1, 2, 3 θα αυξηθούν και επομένως θα αυξηθεί ο πληθυσμός 4 ο οποίος θα μπορεί να στηρίξει τον πληθυσμό 6.

Αν αντίθετα μειωθεί ή εξαφανιστεί ο πληθυσμός 3' στο οικοσύστημα 2, θα μειωθεί ή θα εξαφανιστεί ο πληθυσμός 4'.

σημαντικό ▼* Γενικά, όσες περισσότερες εναλλακτικές οδοί υπάρχουν για τη ροή της ενέργειας, τόσο περισσότερο σταθερό είναι το οικοσύστημα.

Σταθερότητα φυσικών και τεχνητών οικοσυστημάτων: Για το λόγο αυτό τα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, λίμνες κτλ.), που έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα από τα τεχνητά³ (καλλιεργούμενοι αγροί, τεχνητές λίμνες κτλ.), είναι και περισσότερο σταθερά.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2 **ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Γενικά

Χαρακτηριστικά της ροής της Ενέργειας: Η ροή της Ενέργειας μέσω των τροφικών επιπέδων είναι μονόδρομη και συνεχώς υποβαθμίζεται.

Τροφικό επίπεδο: Ομάδα οργανισμών μιας βιοκοινότητας που διακρίνεται από άλλους οργανισμούς σε σχέση με τις τροφικές ανάγκες και προτιμήσεις τους.

Κατάταξη των οργανισμών σε τροφικά επίπεδα

Σε καθένα τροφικό επίπεδο περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας τον ίδιο «αριθμό βημάτων» από τον ήλιο.

1^ο τροφικό επίπεδο: είναι οι παραγωγοί που βρίσκονται στη βάση της πυραμίδας.

2^ο τροφικό επίπεδο: είναι οι καταναλωτές πρώτης τάξης.

3^ο τροφικό επίπεδο: είναι οι καταναλωτές δεύτερης τάξης.

κ.ο.κ.

Είναι επίσης και οι λόγοι για τους οποίους το τροφικό πλέγμα αποτελεί τη ρεαλιστικότερη ποιοτική απεικόνιση τροφικών σχέσεων από ότι η τροφική αλυσίδα. (Βλέπε τροφικό πλέγμα, σελίδες 6 και 7).

Προβλήματα για την κατάταξη των οργανισμών σε τροφικά επίπεδα *

Η κατάταξη των καταναλωτών σε τροφικά επίπεδα δεν είναι πάντα εύκολη,

Επειδή:

1) Υπάρχουν οργανισμοί που είναι ταυτόχρονα φυτοφάγοι και σαρκοφάγοι.

2) Υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να αλλάζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την εποχή.

3) Οι διατροφικές προτιμήσεις κάποιων οργανισμών αλλάζουν ανάλογα με το στάδιο της ζωής τους.

³. Καλλιεργείται ένα ή λίγα είδη φυτών (μονοκαλλιέργειες), ή εκτρέφεται ένα μόνο είδος ζώου (π.χ. ιχθυοκαλλιέργειες)

Τρόποι απεικόνισης της ροής ενέργειας (ή των τροφικών σχέσεων)

1) Ποιοτική απεικόνιση που γίνεται με: α) τις τροφικές αλυσίδες και β) τα τροφικά πλέγματα

2) Ποσοτική απεικόνιση που γίνεται με τις τροφικές πυραμίδες: α) ενέργειας β) βιομάζας γ) πληθυσμού

Υποενότητα 2.2.1

ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ

Τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα

Ποιοτική απεικόνιση της τροφικής αλληλεξάρτησης μεταξύ των πληθυσμών με αλυσίδα, όπου τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου - καταναλωτή.

Τροφική αλυσίδα: Η τροφική αλυσίδα περιλαμβάνει ένα πληθυσμό από κάθε τροφικό επίπεδο που τρέφεται με το είδος του αμέσως κατώτερου επιπέδου.

Τροφικό πλέγμα:

1) Δίκτυο που απεικονίζει το σύνολο των τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.

2) Δηλαδή, το τροφικό πλέγμα συνιστά την σύνθεση των επιμέρους τροφικών αλυσίδων.

3) Το τροφικό πλέγμα είναι η ρεαλιστικότερη ποιοτική απεικόνιση τροφικών σχέσεων επειδή κυρίως:

- i) κατά κανόνα ένας πληθυσμός έχει διαφορετικές διατροφικές προτιμήσεις και
- ii) ταυτόχρονα συνιστά τροφή για πολλούς άλλους πληθυσμούς.

Πληροφορίες που προκύπτουν από τη μελέτη τροφικών αλυσίδων και τροφικού πλέγματος

1) Δείχνουν τις τροφικές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των πληθυσμών (=ροή ενέργειας).

2) Τις επιπτώσεις που θα έχει η μεταβολή ενός πληθυσμού στους υπόλοιπους πληθυσμούς.⁴

α) αν σε μια τροφική αλυσίδα μειωθεί ο πληθυσμός του τροφικού επιπέδου (n), τότε θα μειωθεί ο πληθυσμός του αμέσως ανώτερου τροφικού επιπέδου ($n+1$) και θα αυξηθεί ο πληθυσμός του αμέσως κατώτερου τροφικού επιπέδου ($n-1$)

β) αν σε μια τροφική αλυσίδα αυξηθεί ο πληθυσμός του τροφικού επιπέδου (n), τότε θα αυξηθεί ο πληθυσμός τροφικού επιπέδου αμέσως ανώτερου τροφικού επιπέδου ($n+1$) και θα μειωθεί ο πληθυσμός του αμέσως κατώτερου τροφικού επιπέδου ($n-1$).

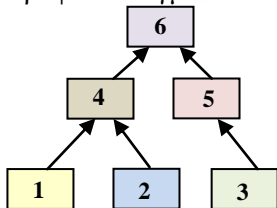
γ) Σε ένα τροφικό πλέγμα ισχύουν τα παραπάνω, αλλά και οι εξής παραδοχές:

i) Οι επιπτώσεις στους πληθυσμούς είναι λιγότερο σημαντικές αν αυτοί έχουν και άλλες τροφικές επιλογές.

ii) Το κατά πόσο οι πληθυσμοί ενός τροφικού επιπέδου μειωθούν ή αυξηθούν εξαρτάται και από τις τροφικές προτιμήσεις που έχουν οι πληθυσμοί του ανώτερου τροφικού επιπέδου για αυτούς.

Παράδειγμα

Τροφικό πλέγμα που αποτελείται από τις τροφικές αλυσίδες: «1→4→6», «2→4→6», και «3→5→6».



α) Αν μεταβληθεί ο πληθυσμός 2, τότε οι επιπτώσεις στον πληθυσμό 4 είναι λιγότερο σημαντικές επειδή αυτός έχει και άλλες τροφικές επιλογές (1 και 2).

β) Αν μεταβληθεί ο πληθυσμός 3, τότε οι επιπτώσεις στον πληθυσμό 5 είναι πολύ σημαντικές επειδή αυτός έχει μόνο μια πηγή τροφής.

⁴. Ουσιαστικά, αφορά στη μεταβολή της βιομάζας. π.χ. η μείωση των φυτοφάγων ζώων δεν θα επιφέρει αύξηση του πληθυσμού των δένδρων αλλά της βιομάζας τους.

Υποενότητα 2.2.2

ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΥΡΑΜΙΔΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

Τροφικές πυραμίδες:

Αποτελούν απεικονίσεις των ποσοτικών σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος, όπου απεικονίζεται η μεταβολή ορισμένων μεταβλητών (ενέργειας, βιομάζας, αριθμού ατόμων) κάθε τροφικού επιπέδου,

Διάκριση Πυραμίδων

Ανάλογα με το ποια μεταβλητή απεικονίζεται, οι τροφικές πυραμίδες διακρίνονται σε:

- α) τροφικές πυραμίδες ενέργειας
- β) τροφικές πυραμίδες βιομάζας
- γ) τροφικές πυραμίδες πληθυσμού (αριθμού ατόμων).

Κατασκευή τροφικών πυραμίδων

Αποτελείται επάλληλα ορθογώνια:

- 1) σε καθένα ορθογώνιο περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί ενός τροφικού επιπέδου.
- 2) το εμβαδόν κάθε ορθογώνιου αντιστοιχεί (είναι ανάλογο) με τη τιμή της μεταβλητής που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο.

Απώλεια ενέργειας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο:

Μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. *

Λέγεται και νόμος του 10%

Συνέπειες από την απώλεια ενέργειας από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο

Αποτέλεσμα αυτών των απωλειών είναι:

- 1) η σταθερή μείωση της βιομάζας, κατά επίσης 90%, από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα,
- 2) αρκετές φορές, η σταθερή μείωση του πληθυσμού (αριθμού ατόμων) από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα. Όχι όμως πάντα κατά 90% (υπάρχει εξαίρεση, βλέπε παρακάτω: τροφικές πυραμίδες πληθυσμού) *

Δεν είναι πάντα κανονικές οι πυραμίδες πληθυσμού

Λόγοι για τις απώλειες ενέργειας

- 1) Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί
 - i) επειδή δεν μπορεί να φαγωθεί.⁵
 - ii) Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν,⁶
Τελικός προορισμός: πεθαίνει και οδεύει προς τους αποικοδομητές.
- 2) Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα.⁷
Τελικός προορισμός: οδεύει προς τους αποικοδομητές.
- 3) Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα).⁸
Τελικός προορισμός: μετατρέπεται σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα) και χάνεται στο περιβάλλον.

⁵. Δεν διατίθεται όλη η βιομάζα ενός τροφικού επιπέδου στο επόμενο τροφικό επίπεδο, επειδή δεν μπορεί να φαγωθεί. (π.χ. ξυλώδη μέρη φυτών από τα φυτοφάγα).

⁶. Μέρος της βιομάζας ή άτομα ενός πληθυσμού πεθαίνουν χωρίς να φαγωθούν από το επόμενο τροφικό επίπεδο.

⁷. Δεν αφομοιώνεται όλη η φυτική ή ζωική βιομάζα που προσλαμβάνεται (τρώγεται) από τα φυτοφάγα ή σαρκοφάγα ζώα και αποβάλλεται με τα κόπρανα (και άλλες απεκκρίσεις).

⁸. Μέρος μόνο της βιομάζας που αφομοιώνεται, αποθηκεύεται σαν βιομάζα στους ιστούς του επόμενου τροφικού επιπέδου, Και αυτό επειδή, μέρος της τροφής καταναλώνεται με την κυτταρική αναπνοή (καύσεις) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού.

① Τροφικές πυραμίδες ενέργειας

Απεικονίζουν το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο κάθε τροφικού επιπέδου.

Τρόπος προσδιορισμού:

Προσδιορίζεται θερμιδομετρικά.

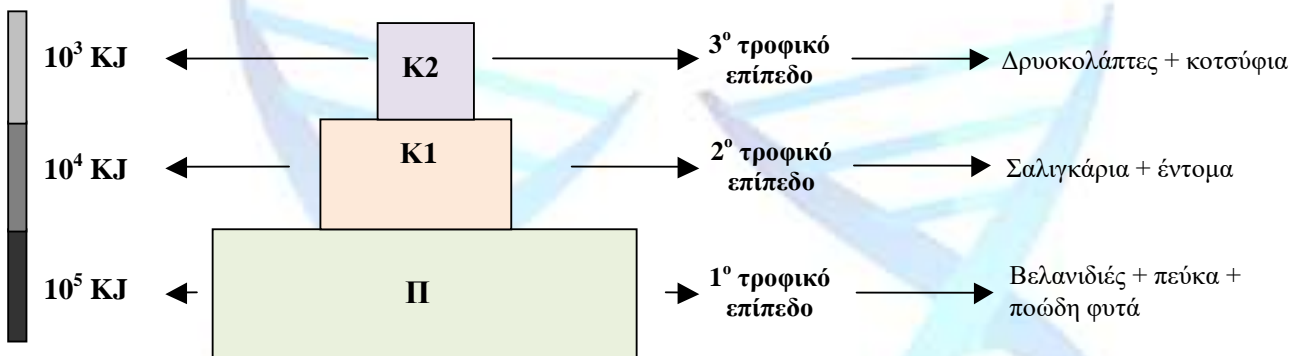
Μονάδες Ενέργειας:

Οι μονάδες μέτρησης είναι: Calories, Joules, KJ ή Kcal κ.λ.π.

Μορφή τροφικών πυραμίδων ενέργειας:

Είναι κανονικές και παρουσιάζεται πτωτική τάση της τάξης του 90% σε κάθε τροφικό επίπεδο.

Ενεργειακό περιεχόμενο



Εικόνα 4.

Τροφική πυραμίδα ενέργειας

Η ποσότητα της ενέργειας μειώνεται κατά 90% από το κατώτερο προς το ανώτερο τροφικό επίπεδο.

② Τροφικές Πυραμίδες Βιομάζας

Απεικονίζουν τη συνολική βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου.

Βιομάζα

Είναι το ολικό βάρος της ζωντανής ύλης, δηλ. των φυτών, ή των ζώων ή των μικροοργανισμών ανά μονάδα επιφάνειας σε μια δεδομένη χρονική στιγμή.

Ο όρος «βιομάζα» μπορεί να αναφέρεται σε ένα άτομο ή ένα πληθυσμό ή ένα τροφικό επίπεδο ή ακόμα στην βιοκοινότητα ενός οικοσυστήματος.

Τρόπος προσδιορισμού

Συνήθως η βιομάζα μετριέται, αφού αφαιρεθεί το νερό που περιέχεται (δηλ. σε ξηρή μάζα).

Μονάδες Βιομάζας:

α) Οι μονάδες μέτρησης είναι μονάδες μάζας: gr ξ. μ. ή Kgr ξ. μ.

β) Αρκετές φορές μετριέται ανά μονάδα επιφανείας. Δηλ., οι μονάδες μέτρησης είναι: Kgr ξ. μ /m², gr ξ μ./m² κ.λ.π.

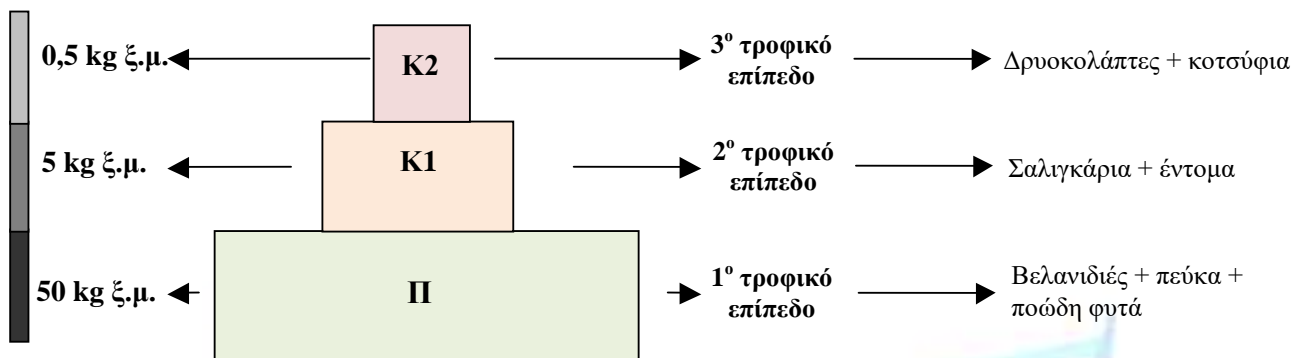
Μορφή τροφικών πυραμίδων Βιομάζας:

Είναι κανονικές και παρουσιάζεται πτωτική τάση της τάξης του 90% σε κάθε τροφικό επίπεδο.

Σχέση μεταξύ βιομάζας και πληθυσμού:

$$\text{Βιομάζα τροφικού επιπέδου} = (\text{συνολικός αριθμός ατόμων}) \cdot (\text{μέση μάζα ατόμου})$$

Ποσότητα βιομάζας



Εικόνα 5.

Τροφική πυραμίδα βιομάζας

Η ποσότητα της Βιομάζας μειώνεται κατά 90% από το κατώτερο προς το ανώτερο τροφικό επίπεδο.

Δεν είναι πάντα κανονικές οι πυραμίδες πληθυσμού.
Δηλ., δεν ισχύει πάντα ο νόμος του 10%

③ Τροφικές πυραμίδες πληθυσμού

Απεικονίζουν τον συνολικό αριθμό ατόμων κάθε τροφικού επιπέδου

Μορφή τροφικών πυραμίδων πληθυσμού: *

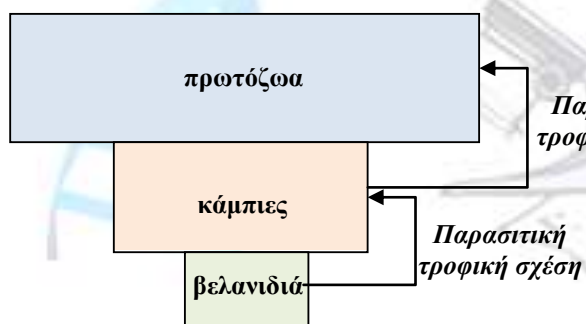
Δεν είναι πάντα κανονικές και δεν παρουσιάζεται πάντα η πτωτική τάση της τάξης του 90% σε κάθε τροφικό επίπεδο.

Σημαντική εξαίρεση:

Όταν σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις, ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων είναι μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.

Ανεστραμμένη τροφική πυραμίδα: χαρακτηρίζεται η τροφική πυραμίδα όπου ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων είναι πάντα μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.

1^η Τροφική πυραμίδα πληθυσμού



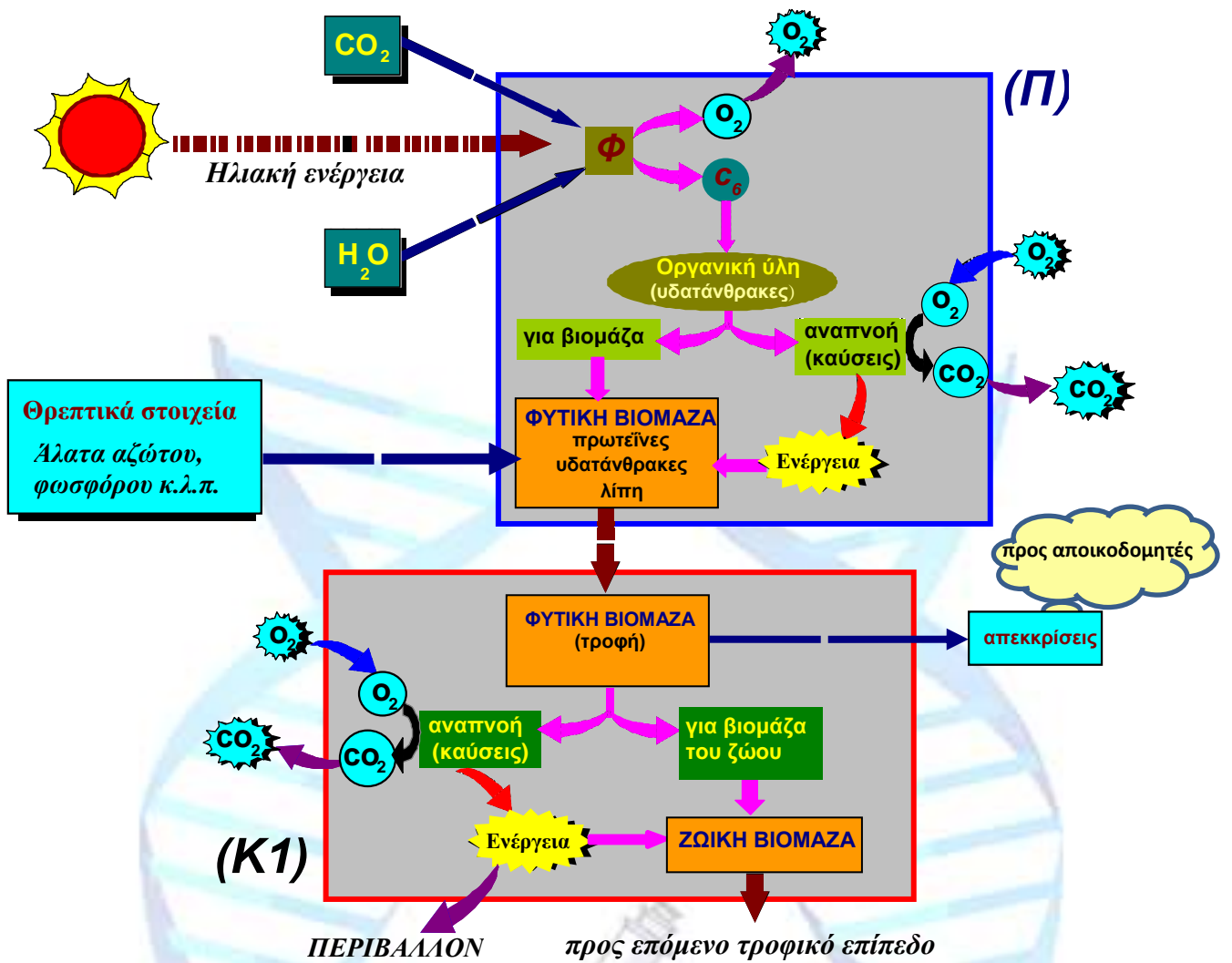
2^η Τροφική πυραμίδα πληθυσμού



Εικόνα 6.

Τροφικές πυραμίδες πληθυσμού.

Η 1^η τροφική πυραμίδα πληθυσμού είναι ανεστραμμένη επειδή υπάρχουν αποκλειστικά παρασιτικές τροφικές σχέσεις. Στην 2^η τροφική πυραμίδα πληθυσμού, όπου υπάρχουν παρασιτικές σχέσεις (μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών 1ης τάξης) η πυραμίδα είναι ανεστραμμένη και όπου υπάρχουν σχέσεις καταναλισκόμενου - καταναλωτή, είναι κανονική.



Εικόνα7.

Σχηματική αναπαράσταση των σχέσεων και της ροής της ενέργειας και ύλης (δηλ. θρεπτικών στοιχείων) μεταξύ παραγωγών (Π) και καταναλωτών 1^{ης} τάξης (Κ1) μέσα σ' ένα οικοσύστημα.

(Φ: φωτοσυνθετικός μηχανισμός του φυτού, C₆: σάκχαρο με 6 άτομα άνθρακα, π.χ. γλυκόζη)

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3. ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία του οικοσυστήματος είναι και η συνεχής κυκλοφορία (δηλ., ανακύκλωση) της ύλης μέσα στο οικοσύστημα. (βλέπε: Προϋποθέσεις για τη διατήρηση και τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος. σελίδα 3)

Γενικά

Λόγοι για την αναγκαιότητα ανακύκλωσης της ύλης*

- 1) Η ύλη είναι τα χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P, κ.α.) που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων.
- 2) Η ύλη, σε αντίθεση με την ενέργεια, είναι περιορισμένη.

Γενικά χαρακτηριστικά της ροής της ύλης (ή Χημικών στοιχείων)

- 1) Με την ανακύκλωση της ύλης (ή χημικών στοιχείων) τα χημικά στοιχεία γίνονται διαθέσιμα⁹ στους οργανισμούς.
- 2) Βιογεωχημικοί κύκλοι: Οι επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα.
- 3) Λέγονται βιογεωχημικοί κύκλοι, επειδή διεκπεραιώνονται με:
 - 1) βιολογικές διαδικασίες (βιο-) μέσω των βιοτικών παραγόντων και
 - 2) με γεωλογικές και χημικές (γεωχημικο-) μέσω των αβιοτικών παραγόντων του οικοσυστήματος
- 4) Κάθε στοιχείο έχει το δικό του βιογεωχημικό κύκλο

Διαφορές μεταξύ της ροής της ύλης και της ροής ενέργειας

α/α	Ροή ενέργειας	Ροή ύλης (ή χημικών στοιχείων)
1	Η ροή της ενέργειας μέσω των τροφικών επιπέδων είναι <u>μονόδρομη</u>	Η ροή της ύλης είναι κυκλική
2	Η ενέργεια κατά τη διαδρομή της υποβαθμίζεται συνεχώς.	Η ύλη ανακυκλώνεται συνεχώς.

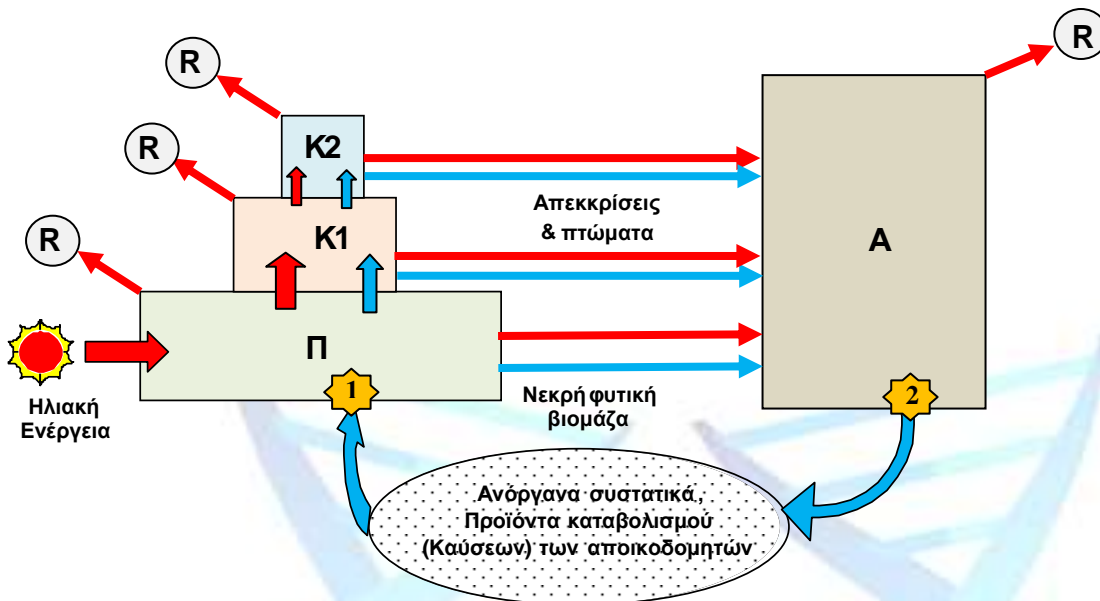
Στάδια της ροής της ύλης (βλέπε: εικόνα 8)

- 1) Μέσω των βιοτικών παραγόντων (δηλ., των τροφικών επιπέδων) του οικοσυστήματος. Σ' αυτήν την περίπτωση η ροή της ύλης έχει την ίδια πορεία με τη ροή της ενέργειας.
- 2) Είσοδος της ύλης από τους βιοτικούς στους αβιοτικούς παράγοντες.
Γενικά, αυτή η πορεία γίνεται με την βοήθεια των αποικοδομητών κατά τη διαδικασία της αποικοδόμησης (ανοργανοποίησης).
Ειδικά, για τον άνθρακα γίνεται με τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής από όλους τους οργανισμούς (παραγωγούς, καταναλωτές αποικοδομητές) (βλέπε κύκλο του άνθρακα, σελίδες 12, 13).
- 3) Είσοδος της ύλης από τους αβιοτικούς στους βιοτικούς παράγοντες.
Αυτή η πορεία γίνεται με την βοήθεια των παραγωγών.
Για τον άνθρακα γίνεται με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. (βλέπε κύκλο του άνθρακα, σελίδες 12, 13).
Για το άζωτο γίνεται με τη διαδικασία της πρόσληψης ανόργανου αζώτου (νιτρικά άλατα) από τα φυτά και μετασχηματισμός του σε οργανικό άζωτο. (βλέπε κύκλο του αζώτου, σελίδες 13, 14 και 15).
- 4) Μέσω των αβιοτικών παραγόντων
Τα στοιχεία συμμετέχουν σε φυσικοχημικές και γεωλογικές διαδικασίες οι οποίες γίνονται μόνο στους αβιοτικούς παράγοντες χωρίς τη μεσολάβηση βιοτικών παραγόντων.

⁹. Διαθεσιμότητα στοιχείων: είναι η ύπαρξη του στοιχείου σε μορφή που μπορεί εύκολα να προσληφθεί από τους οργανισμούς και κυρίως τους παραγωγούς.

Τα στοιχεία που υπάρχουν στη βίωση δεν προσλαμβάνονται συνήθως από τα φυτά με τη μορφή στην οποία βρίσκονται. Γι' αυτό πρέπει να μετατραπούν σε μορφές που μπορούν εύκολα να προσληφθούν από τα φυτά (παραγωγούς). Οι μετατροπές αυτές γίνονται με:

- α) φυσικοχημικές διαδικασίες
- β) μεσολάβηση βιοτικών παραγόντων, συνήθως μικροοργανισμών.



Εικόνα 8.

Σχηματική αναπαράσταση με πυραμίδες των σχέσεων μεταξύ των οργανισμών των διαφόρων τροφικών επιπέδων και των αποικοδομητών σε ένα οικοσύστημα.

Διαδικασία 1 που γίνεται από τους παραγωγούς: Πρόσληψη ανόργανων συστατικών και μετατροπή τους σε οργανική ύλη.

Διαδικασία 2 που γίνεται από τους αποικοδομητές: Μετατροπή της νεκρής οργανικής ύλης σε ανόργανη ύλη που είναι τα προϊόντα του καταβολισμού τους.

Με μαύρα βέλη συμβολίζεται η ροή ενέργειας= μονόδρομη και υποβαθμίζεται

Με γκριζα βέλη συμβολίζεται η ροή ύλης = κυκλική

Π: παραγωγοί, K1: καταναλωτές πρώτης τάξης, K2: καταναλωτές δεύτερης τάξης, A: αποικοδομητές.

R: μέρος της χημικής ενέργειας που μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμότητα) και χάνεται στο περιβάλλον.

Υποενότητα 2.3.1.

ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Πορείες του άνθρακα

Οι πορείες 1 και 1' είναι αντίστροφες μεταξύ τους.

Οι πορείες 2 και 2' είναι αντίστροφες μεταξύ τους.

1. Μετατροπή ανόργανου άνθρακα σε οργανικό άνθρακα *

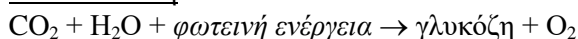
Δηλ.,: Δέσμευση ανόργανου άνθρακα (δηλ., CO₂) και παραγωγή οργανικών ενώσεων (γλυκόζη)

CO₂: βρίσκεται στην ατμόσφαιρα (δηλ., στους αβιοτικούς παράγοντες)

Οι οργανισμοί με τη βοήθεια των οποίων γίνεται η διαδικασία αυτή είναι οι :

Παραγωγοί: δεσμεύουν CO₂ με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Φωτοσύνθεση:



Παράγουν οργανικές ενώσεις, δηλ., οργανικό άνθρακα (π.χ. γλυκόζη).

1'. Μετατροπή οργανικού άνθρακα σε ανόργανο άνθρακα *

Δηλ.,: Καύση (οξείδωση) του οργανικού άνθρακα και παραγωγή CO₂

Οργανικός άνθρακας: είναι οι οργανικές ενώσεις που βρίσκονται στη βιομάζα κάθε οργανισμού και αποτελεί τροφή για το ανώτερο τροφικό επίπεδο.

Είσοδος του άνθρακα από τους αβιοτικούς στους βιοτικούς παράγοντες. (βλέπε: στάδια ροής της ύλης και εικόνα 8)

Σ' αυτήν την περίπτωση η ροή του οργανικού C έχει την ίδια πορεία με τη ροή της ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα μέρος του οργανικού C μετατρέπεται σε ανόργανο.

Οι οργανισμοί με τη βοήθεια των οποίων γίνεται η διαδικασία αυτή είναι οι :

Παραγωγοί: που οξειδώνουν (καίνε) μέρος των οργανικών ενώσεων που συντέθηκαν με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για να πάρουν ενέργεια.

Καταναλωτές: που τρέφονται με φυτά άμεσα (καταναλωτές 1ης τάξης) ή έμμεσα (καταναλωτές 2ης τάξης) και καίνε τις οργανικές ενώσεις (τροφή) για να πάρουν ενέργεια.

Αποικοδομητές: που τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ή ζώα και την καίνε για να πάρουν ενέργεια με τη διαδικασία της αναπνοής (κυτταρικής αναπνοής).

Η διάσπαση της οργανικής ένωσης σε CO₂ (καύση) και στις τρεις κατηγορίες των παραπάνω οργανισμών γίνεται με τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής:

Κυτταρική αναπνοή:

οργανικές ενώσεις (π.χ. γλυκόζη) + O₂ → CO₂ + H₂O + ενέργεια για τις ανάγκες τους.

Παράγουν CO₂ (ανόργανος άνθρακας).

2. Σχηματισμός ορυκτών καυσίμων

Ο άνθρακας οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών που μετασχηματίζεται σε ορυκτά καύσιμα (σε αναερόβιες συνθήκες).

Ο μετασχηματισμός γίνεται πολύ αργά, κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών.

οργανικός άνθρακας → ορυκτά καύσιμα

Παράγονται: υδρογονάνθρακες, γαιάνθρακας, φυσικό αέριο.

2'. Καύση ορυκτών καυσίμων

Κατά την ανθρωπογενή δραστηριότητα (βιομηχανία).

ορυκτά καύσιμα + O₂ → CO₂ + H₂O + ενέργεια

Παράγεται CO₂ (ανόργανος άνθρακας).

Παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα

Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στις πορείες 1 και 2'

Πορεία 1. (υπολειτουργία της πορείας 1)

Καταστρέφει τους αυτότροφους οργανισμούς με καταστροφή των δασών λόγω:

- i) εκχερσώσεων για εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιεργειών
- ii) υλοτομίας.

Πορεία 2'. (υπερλειτουργία της πορείας 2')

Με τη συστηματική χρήση των ορυκτών καυσίμων από τις αρχές της Βιομηχανικής επανάστασης (αρχές 19ου αιώνα).

Συνέπειες:

Αύξηση του CO₂ της ατμόσφαιρας. => δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. *

(βλέπε: φαινόμενο του θερμοκηπίου, σελίδες 19-20)

Υποενότητα 2.3.2.

ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Γενικά

Είδη αζώτου

Ανόργανο άζωτο	α) ατμοσφαιρικό (μοριακό) άζωτο (N ₂) β) αμμωνία (NH ₃) γ) νιτρικά ιόντα (NO ₃ ⁻¹)
Οργανικό άζωτο	αζωτούχες ενώσεις φυτικής και ζωικής βιομάζας (π.χ. πρωτεΐνες)

Πορείες του αζώτου

Σημασία του αζώτου για τη ζωή

Είναι συστατικό πολλών βιομορίων (π.χ. νουκλεϊκά οξέα, πρωτεΐνες).

Υπαρξη αζώτου στη βιόσφαιρα

Αφθονεί στην ατμόσφαιρα. Αποτελεί το 78% κατ' όγκο.

Είναι το μοριακό άζωτο, (N_2) που είναι αέριο.

Αξιοποίηση του αζώτου από τους παραγωγούς

Η μορφή με την οποία προσλαμβάνεται από τους παραγωγούς είναι τα νιτρικά άλατα (NO_3^{-1})*.

Τα νιτρικά άλατα, (όπως και άλλα θρεπτικά στοιχεία) είναι ευδιάλυτα στο νερό. Έτσι προσλαμβάνονται διαλυμένα στο νερό με την βοήθεια των ριζών των φυτών.

σημαντικό

Όπου:
α: μοριακό άζωτο (N_2)
β: αμμωνία (NH_3),
γ: νιτρικά ιόντα (NO_3^{-1})

Περίληψη των πορειών του κύκλου του αζώτου

- 1) Μετατροπή των ανόργανων μορφών αζώτου σε νιτρικά
α → **γ**) i) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή νιτρικών ιόντων
ii) Βιολογική αζωτοδέσμευση
β → **γ**) Νιτροποίηση
α → **β**) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή αμμωνίας.
- 2) Μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε οργανικές αζωτούχες ενώσεις (με παραγωγούς)
- 3) Μετατροπή των οργανικών αζωτούχων ενώσεων σε νιτρικά ιόντα
1^ο στάδιο: Αποικοδόμηση
2^ο στάδιο: Νιτροποίηση
- 4) Μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε μοριακό άζωτο
Απονιτροποίηση

Μορφή με την οποία μπορούν να πάρουν τα φυτά το άζωτο.

1) Διαδικασίες μετατροπής του ανόργανου αζώτου σε νιτρικά ιόντα *

Μετατροπή του μοριακού αζώτου σε νιτρικά άλατα

α → **γ**) Αζωτοδέσμευση: (= διαδικασία η οποία μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφές αξιοποιήσιμες από τα φυτά, δηλ., νιτρικά άλατα).

Διακρίνεται: i) σε ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, (10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης)
ii) βιολογική αζωτοδέσμευση (90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης)

i) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή νιτρικών ιόντων:

- 1) Το μοριακό άζωτο αντιδρά με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας με τη βοήθεια ενέργειας που προέρχεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί) και παράγει νιτρικά άλατα. Δηλ.,
(ενέργεια από ηλεκτρικές εκκενώσεις) + $N_2 + O_2 \rightarrow NO_3^{-1}$
- 2) Τα παραπάνω προϊόντα (νιτρικά) μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος.

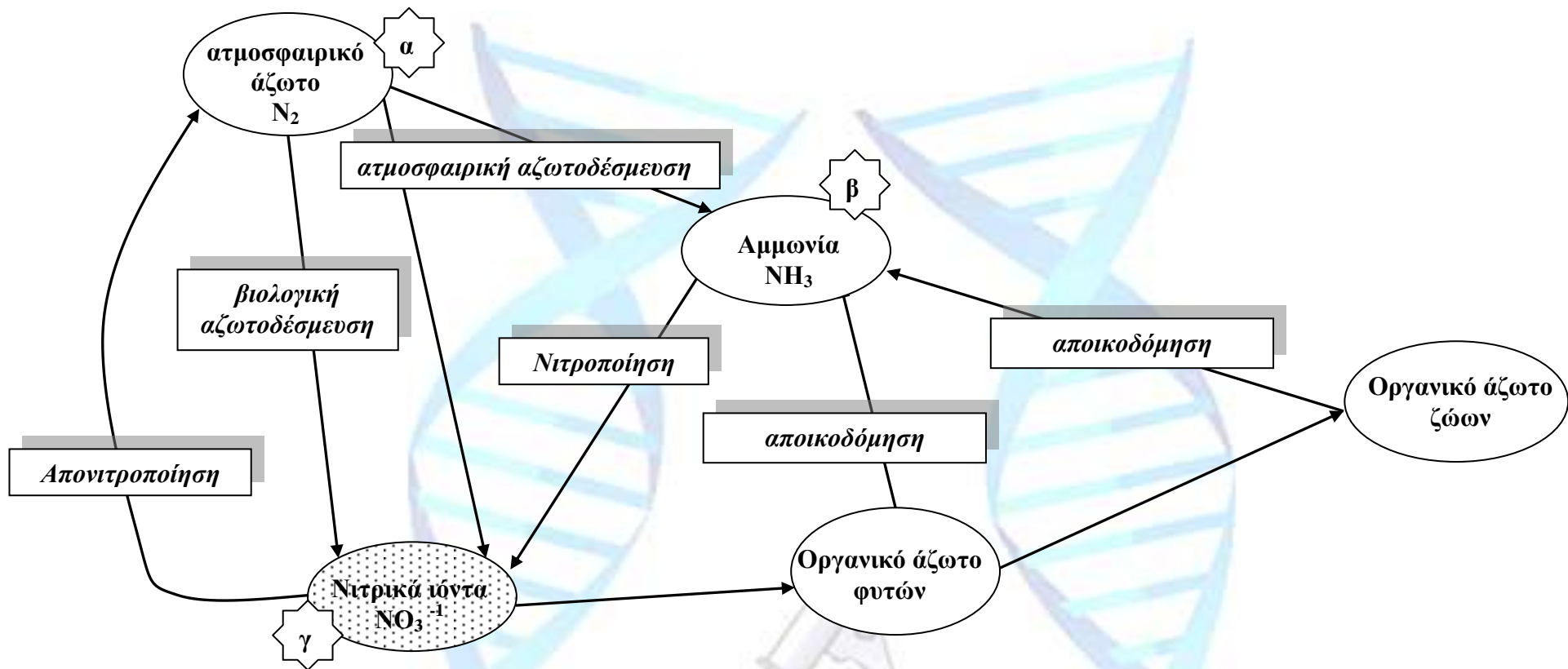
ii) Βιολογική αζωτοδέσμευση:

Γίνεται με τη βοήθεια αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων:

- 1) ελεύθερων
- 2) συμβιωτικών

Συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια: βακτήρια που ζουν σε φυμάτια των ριζών των ψυχανθών φυτών. Δεσμεύουν το μοριακό άζωτο και το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα.

Ορισμός Αζωτοδέσμευσης



Εικόνα 9.

Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου του αζώτου.

1) Οι ανόργανες μορφές αζώτου: **α**: μοριακό άζωτο (N_2) και **β**: αμμωνία (NH_3), μετατρέπονται σε **γ**: νιτρικά ιόντα (NO_3^{-1}), που είναι η μορφή αζώτου που προσλαμβάνεται από τα φυτά.

- α** → **γ**) i) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή νιτρικών ιόντων
ii) Βιολογική αζωτοδέσμευση

β → **γ**) Νιτροποίηση

α → **β**) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή αμμωνίας

2) Μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε οργανικές αζωτούχες ενώσεις (με παραγωγούς)

3) Μετατροπή των οργανικών αζωτούχων ενώσεων σε νιτρικά ιόντα

1^ο στάδιο: Αποικοδόμηση 2^ο στάδιο: Νιτροποίηση

3) Μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε μοριακό άζωτο (Απονιτροποίηση).

Ψυχανθή: τριφύλλι, όσπρια (μπιζελιά, φασολιά, φακή), σόγια.

Φυμάτια: ειδικά εξογκώματα που βρίσκονται στις ρίζες των ψυχανθών, όπου ζουν συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια

Ορισμός Νιτροποίησης

β → γ) Νιτροποίηση: (= Διαδικασία κατά την οποία μετατρέπεται η αμμωνία σε νιτρικά άλατα).

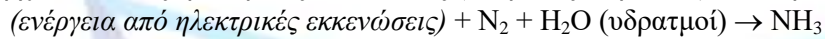
Διαδικασία μετατροπής: γίνεται με τα νιτροποιητικά βακτήρια. *



Όλα τα βακτήρια που συμμετέχουν στον κύκλο του αζώτου ζουν στο έδαφος.

α → β) Ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση και παραγωγή αμμωνίας:

1) Το μοριακό αζώτο αντιδρά με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας με τη βοήθεια ενέργειας που προέρχεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κερανοί) και παράγει αμμωνία. Δηλ.,



2) Το παραπάνω προϊόν (αμμωνία) μεταφέρεται με τη βροχή στο έδαφος.

Είσοδος του αζώτου από τους αβιοτικούς στους βιοτικούς παράγοντες

2) Διαδικασίες μετατροπής των νιτρικών αλάτων σε οργανικό αζώτο *

Διαδικασία μετατροπής: Γίνεται με τους παραγωγούς.

1) Τα νιτρικά άλατα διαλυμένα στο νερό προσλαμβάνονται με τις ρίζες των φυτών και

2) μετατρέπονται σε οργανικό αζώτο (π.χ. νουκλεϊκά οξέα, πρωτεΐνες).

3) Το οργανικό αζώτο διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων και γίνεται συστατικό ζωικής βιομάζας. *

Σ' αυτήν την περίπτωση η ροή του οργανικού αζώτου έχει την ίδια πορεία με τη ροή της ενέργειας (βλέπε: στάδια ροής της ύλης και εικόνα 8)

Είσοδος του αζώτου από τους βιοτικούς στους αβιοτικούς παράγοντες

3) Διαδικασίες μετατροπής του οργανικού αζώτου σε νιτρικά άλατα *

1^ο στάδιο: Αποικοδόμηση (= μετατροπή της νεκρής οργανικής ύλης σε αμμωνία)

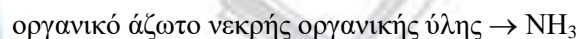
Προέλευση του οργανικού αζώτου: είναι νεκρή οργανική ύλη φυτικής ή ζωικής προέλευσης.

Φυτά: καρποί, φύλλα, νεκρά σώματα.

Ζώα: νεκρά σώματα, τρίχες κ.λ.π., αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους (ουρία, ουρικό οξύ) και περιττώματα.

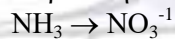
Διαδικασία μετατροπής: γίνεται με τους αποικοδομητές

Οι αποικοδομητές χρησιμοποιούν τη νεκρή οργανική ύλη σαν τροφή (για να πάρουν ενέργεια) και παράγουν αμμωνία. Δηλ.,



2^ο στάδιο: Νιτροποίηση: (Διαδικασία κατά την οποία μετατρέπεται η αμμωνία σε νιτρικά άλατα)

Διαδικασία μετατροπής: γίνεται με τα νιτροποιητικά βακτήρια του εδάφους. Δηλ.,

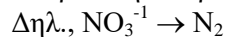


Ορισμός Απονιτροποίησης

4) Διαδικασίες μετατροπής των νιτρικών αλάτων σε μοριακό αζώτο

Απονιτροποίηση (= Διαδικασία κατά την οποία μετατρέπονται τα νιτρικά άλατα σε μοριακό αζώτο).

Διαδικασία μετατροπής: Γίνεται με τα απονιτροποιητικά βακτήρια του εδάφους.



Παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του αζώτου

Χρησιμοποίηση αζωτούχων λιπασμάτων

Τρόπος παραγωγής: βιομηχανικά, από το ατμοσφαιρικό αζώτο.

Συνέπειες:

Δημιουργία του φαινομένου του ευτροφισμού

Λόγοι δημιουργίας ευτροφισμού:

- 1) Χρησιμοποίηση των λιπασμάτων σε μεγάλες ποσότητες.
- 2) Μη δυνατότητα απορρόφησης των λιπασμάτων από τα φυτά. (λιγότερο από το 1/3 απορροφάται από τα φυτά).
- 3) και κατά συνέπεια, παρασύρονται από τη βροχή και καταλήγουν στα γλυκά ή θαλασσινά νερά.

Οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού σε άζωτο

1) χρήση κοπριάς: ως λίπασμα

Παραδείγματα:

- α) κουτσουλές των περιστεριών, στην Τήνο
- β) κουτσουλές των ψαροφάγων πουλιών (=γκουανό), στην Χιλή.

2) Αγρανάπαυση: Είναι η γεωργική πρακτική κατά την οποία δεν καλλιεργούνται κάθε χρόνο οι αγροί.

3) Αμειψισπορά: Είναι η γεωργική πρακτική κατά την οποία εναλλάσσεται η καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών, έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί.

Υποενότητα 2.3.3.

ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Γενικά

Σημασία του νερού για τη ζωή

- 1) Αποτελεί σημαντικό ποσοστό των ζωντανών ιστών των φυτών και των ζώων (περ. 75%)
- 2) Συμβάλλει στη θερμορύθμιση των φυτών και των ζώων
- 3) Προσδιορίζει και καθορίζει τα υδάτινα οικοσυστήματα
- 4) Χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση
- 5) Έχει σημαντικό ρόλο στη θρέψη των φυτών. Με τη βοήθεια του νερού εισέρχονται τα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά.

Πορείες του κύκλου του νερού

Οι πορείες 1 και 1' είναι αντίστροφες μεταξύ τους. Οι πορείες 2 και 2' είναι αντίστροφες μεταξύ τους.

μέσω αβιοτικών παραγόντων	1)	Εξάτμιση από: α) ωκεανούς β) ξηρά (σχηματισμός νεφών)	1')	Κατακρημνίσεις σε: α) ωκεανούς β) ξηρά (βροχή, χιονοπτώσεις, χαλάζι)
μέσω βιοτικών παραγόντων	2)	Διαπνοή φυτών (με στόματα φύλλων)	2')	Απορρόφηση νερού από φυτά (με ρίζες)

Διαδικασίες στις οποίες στηρίζεται ο υδρολογικός κύκλος

- α) Εξάτμιση
- β) Κατακρημνίσεις
- γ) Διαπνοή φυτών
- δ) Απορρόφηση νερού από φυτά

Εξάτμιση:

Διαδικασία απομάκρυνσης του νερού με τη μορφή υδρατμών από οποιαδήποτε επιφάνεια.

Ειδική περίπτωση εξάτμισης: Επιδερμική εξάτμιση: εξάτμιση από την επιφάνεια των φύλλων.

Διαπνοή

Διαδικασία απομάκρυνσης του νερού μέσω των στομάτων των φύλλων.

Στόματα: πόροι της επιδερμίδας των φύλλων

Βιολογικές διαδικασίες που επιτελούνται μέσω των στομάτων:

- 1) είσοδος και έξοδος αερίων της φωτοσύνθεσης.
 - α) είσοδος διοξειδίου του άνθρακα
 - β) έξοδος οξυγόνου
- 2) είσοδος και έξοδος αερίων της αναπνοής.
 - α) είσοδος οξυγόνου
 - β) έξοδος διοξειδίου του άνθρακα
- 3) έξοδος νερού.

Μηχανισμός Διαπνοής

- 1) απορρόφηση νερού από ρίζες
- 2) είσοδος νερού στο εσωτερικό του φυτού
- 3) έξοδος νερού από τα στόματα
- 4) δημιουργία ελλείμματος νερού στο φυτό
- 5) απορρόφηση εκ νέου νερού από τις ρίζες

Ρόλος Διαπνοής

- 1) Συμμετοχή στον υδρολογικό κύκλο
- 2) Πρόσληψη από τις ρίζες των φυτών μέσω του νερού των θρεπτικών στοιχείων (που είναι διαλυμένα σ' αυτό).

Οδοί που ακολουθεί το νερό στην ξηρά

- 1) Άμεση εξάτμιση.
- 2) Εισχώρηση στο υπέδαφος και στο σύστημα των υπογείων υδάτων.
- 3) Απορρόφηση από τα φυτά. *
- 4) Επιφανειακή απορροή *

Τα φυτά έχουν σημαντικό ρόλο για την κατακράτηση του νερού στην ξηρά.

Δημιουργούνται οικολογικά προβλήματα, όταν είναι έντονη

Σημασία της επιφανειακής απορροής

Τα νερά οδεύουν σε λεκάνες απορροής (λίμνες) και καταλήγουν μέσω των επιφανειακά ρεόντων υδάτων (ποτάμια, χείμαρροι, ρυάκια) στη θάλασσα.

Συνέπειες της επιφανειακής απορροής => Οικολογικά προβλήματα, όταν είναι έντονη

- 1) απώλεια νερού, επειδή καταλήγει (χάνεται) στη θάλασσα.
- 2) απώλεια θρεπτικών συστατικών, επειδή τα θρεπτικά συστατικά (νιτρικά, φωσφορικά άλατα, κ.λ.π.) καταλήγουν στη θάλασσα και δεν μπορούν να διατεθούν στους παραγωγούς της ξηράς. Γι' αυτό το λόγο τα δέλτα έχουν μεγάλη παραγωγικότητα.
- 3) απώλεια γόνιμου εδάφους, λόγω διάβρωσης του εδάφους.

(βλέπε Ερμημοποίηση, σελίδες 17-18).

Αντιστάθμιση του έντονου φαινομένου της επιφανειακής απορροής *

Γίνεται με την απορρόφηση του νερού με τα φυτά, μια διαδικασία που εξισορροπεί τις συνέπειες της επιφανειακής απορροής.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.4.

Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

Υποενότητα 2.4.3.

ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

Ερημικά οικοσυστήματα: Οικοσυστήματα όπου υπάρχει πολύ χαμηλή βροχόπτωση.

Χαρακτηριστικά

- 1) άγονα εδάφη
- 2) μικρή φυτική βιομάζα
- 3) μικρή πρωτογενή παραγωγικότητα

Ερημοποιημένα οικοσυστήματα:

- 1) Οικοσυστήματα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, στα οποία όμως δεν υπάρχει αναγκαστικά χαμηλή βροχόπτωση.
- 2) Οικοσυστήματα που προήλθαν από ανθρώπινες παρεμβάσεις που οδήγησαν σε ερημοποίηση.

Λόγοι ερημοποίησης

- 1) Καταστροφή από όξινη βροχή
Παράδειγμα: Καταστροφή δασών, αλλά και υδάτινων οικοσυστημάτων και μαρμάρινων μνημείων.
 - 2) Αποψίλωση
Παράδειγμα: Καταστροφή τροπικών δασών
 - 3) Πυρκαγιές και
 - 4) Υπερβόσκηση
- στα Μεσογειακά Οικοσυστήματα

Διαδικασίες Ερημοποίησης

- 1) Καταστροφή φυτών

Αίτια:

- 1) Καταστροφή από όξινη βροχή (βλέπε *όξινη βροχή*, σελίδες 24-25)
- 2) Αποψίλωση
- 3) Πυρκαγιές και
- 4) Υπερβόσκηση

Αποτέλεσμα: Μείωση φυτικής βιομάζας

- 2) Αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τις βροχές *

Αίτια: λόγω καταστροφής των παραγωγών (φυτών)

Ένταση του φαινομένου: μεγαλύτερη:

- 1) όταν η κλίση του εδάφους είναι μεγαλύτερη.
- 2) όταν οι βροχές είναι ισχυρές (καταρρακτώδεις).

Αποτέλεσμα: Απώλεια γόνιμου εδάφους.

- 3) Λόγω αποτελεσμάτων 1 και 2:

Αποτέλεσμα: Μείωση Παραγωγικότητας

Μεσογειακό οικοσύστημα

Χαρακτηριστικά Μεσογειακού οικοσυστήματος

Κλίμα: Αλληλοδιαδοχή:

- α) υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με
- β) θερμό και ξηρό καλοκαίρι.

Συνέπειες λόγω κλίματος (του β)

- 1) υψηλές θερμοκρασίες
- 2) μεγάλη ξηρασία
- 3) συσσώρευση ξερής φυτικής ύλης στο έδαφος.

Αποτέλεσμα:

Αύξηση πιθανότητας πυρκαγιών

Επανάκαμψη Μεσογειακών οικοσυστημάτων

Χρονική διάρκεια: μπορούν να επανακάμψουν σε λιγότερο από 10 χρόνια.

Λόγοι: Οι οργανισμοί των μεσογειακών οικοσυστημάτων έχουν προσαρμοστεί στη περιοδική εμφάνιση της φωτιάς.

Παραδείγματα προσαρμογής:

- 1) Σχηματισμός νέων βλαστών και φύλλων από υπόγειους βλαστούς.
- 2) Αυξημένη φύτευση σπερμάτων που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς.

Αίτια μη επανάκαμψης Μεσογειακών οικοσυστημάτων

- 1) Επανειλημμένες πυρκαγιές
- 2) Βόσκηση σε καμένες περιοχές

Βλέπε σχετικά με την επιφανειακή απορροή και την αντιστάθμιση των συνεπειών του φαινομένου αυτού με την απορρόφηση από τα φυτά, σελίδα 17.

Υποενότητα 2.4.4.

ΡΥΠΑΝΣΗ

Γενικά

Ορισμός Ρύπανσης:

Επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ρύπους.

Ορισμός Ρύπου:

Κάθε παράγοντας που έχει βλαβερές επιδράσεις στους οργανισμούς.

Είδη ρύπων:

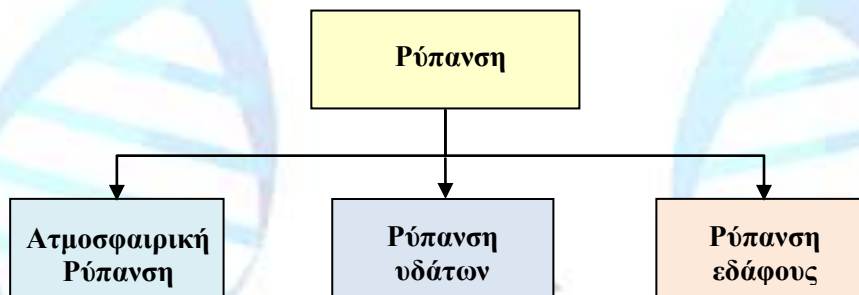
- 1) χημικές ουσίες
- 2) διάφορες μορφές ενέργειας (π.χ., θερμότητα)
- 3) Ο ήχος
- 4) ακτινοβολίες

Κυρίως

Παράγοντες που προσδιορίζουν την επικινδυνότητα για το περιβάλλον

- 1) Τοξικότητα
- 2) ο ρυθμός εισαγωγής του ρύπου (δηλ., ο ρυθμός με τον οποίο προστίθεται ο ρύπος) στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησης του ρύπου από ειδικούς μηχανισμούς αποκατάστασης.

Διάκριση Ρύπανσης



Χαρακτηριστικά διάκρισης Ρύπανσης

- 1) Δεν είναι απόλυτη.
- 2) Υπάρχει αλληλεξάρτηση μεταξύ των ειδών ρύπανσης.

Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Αίτια για την ύπαρξη ατμοσφαιρικής ρύπανσης:

- 1) Εντατική καύση των ορυκτών καυσίμων
- 2) Αλματώδης αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού
- 3) Ανέγερση βιομηχανικών μονάδων σε πόλεις
- 4) Κατά τον 20^ο αιώνα:
 - α) Εκπομπή αέριων βιομηχανικών ρύπων
 - β) Μαζική χρήση του αυτοκινήτου.

Χρονική έναρξη: Κυρίως κατά την βιομηχανική επανάσταση.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Στάδια δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου

- 1) Απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από την επιφάνεια της γης.
- 2) Εκπομπή μέρους της ακτινοβολίας αυτής στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας (δηλ., θερμότητα).
- 3) Δύο οδοί για την εκπεμπόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία.
 - α) Απορρόφηση μέρους της υπέρυθρης ακτινοβολίας (θερμότητας) από το CO₂ και τους υδατμούς της ατμόσφαιρας..

- β) Διαφυγή του υπόλοιπου μέρους της υπέρυθρης ακτινοβολίας στο διάστημα.
- 4) Τελικές συνέπειες
- Λόγω της απορρόφησης: Δέσμευση της θερμότητας και διατήρηση της θερμοκρασίας της γης σε επίπεδα, (περ. 15⁰ C), που ευνοούν την ύπαρξη ζωής.
 - Λόγω της διαφυγής: Αποτρέπεται η υπερθέρμανση του πλανήτη.

Ονομασία του φαινομένου

Καθιέρωση ονομασίας: από τον Γάλλο μαθηματικό Φουριέ.

Αντιστοίχιση εννοιών:

Θερμοκήπιο ↔ Βιόσφαιρα

Τζάμι θερμοκηπίου ↔ διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και υδατμοί της ατμόσφαιρας.

Εξαρση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

- Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ *
- Αύξηση του ποσού της απορροφούμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας
- Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης.

(βλέπε Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του άνθρακα, σελίδα 13)

Δεδομένα και εκτιμήσεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

- αύξηση του ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα με ρυθμό 0,3% το χρόνο.
- αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης. Το 2040 θα έχει αυξηθεί κατά 5⁰ C (εκτίμηση)
- Δημιουργία σοβαρών κλιματολογικών αλλαγών.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω των κλιματολογικών αλλαγών

- Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων.
(λόγω της τήξης των πολικών πάγων)
- Μετατροπή των γόνιμων περιοχών σε άγονες.

Προβλέψεις για τις ενδεχόμενες αλλαγές

Δεν μπορούν να είναι απόλυτα ακριβείς.

Λόγοι: δεν είναι πλήρως ακόμα κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων.

Θερμοκρασία της ατμόσφαιρας = αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης παραγόντων που προκαλούν:

- αύξηση θερμοκρασίας και
- μείωση θερμοκρασίας

Το φωτοχημικό νέφος

Αιθαλομίγλη

(νέφος Λονδίνου το 1952): Περιείχε:

- διοξείδιο του θείου
- προϊόντα ατελούς καύσης ορυκτών καυσίμων,

Φωτοχημικό νέφος

Χαρακτηριστικά:

- καφετί χρώμα
- εμφανίζεται σε αστικές περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια (Αθήνα, Λος Άντζελες)
- Νέφος που περιλαμβάνει: πρωτογενείς ρύπους
δευτερογενείς ρύπους

Πρωτογενείς ρύποι:

- οξείδια του αζώτου (NO_x)
- μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- υδρογονάνθρακες (άκαυστοι) (C_xH_y)

Προέλευση πρωτογενών ρύπων: προϊόντα μηχανών εσωτερικής καύσης.

Δευτερογενείς ρύποι:

- 1) όζον (O₃)
- 2) νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN)

Σχέση μεταξύ πρωτογενών και δευτερογενών ρύπων:

Οι δευτερογενείς ρύποι είναι τα προϊόντα αντίδρασης των πρωτογενών ρύπων με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Επιπτώσεις των ρύπων στην υγεία του ανθρώπου

Ρύπος		προκαλεί
Πρωτογενής	οξείδια του αζώτου	1) καταστροφή των ιστών των πνευμόνων 2) εξασθένηση της αντίστασης του οργανισμού στην πνευμονία. 3) πρόκληση εμφυσήματος (σε έκθεση για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε μικρές συγκεντρώσεις).
	μονοξείδιο του άνθρακα	1) παρεμπόδιση της μεταφοράς του οξυγόνου στους ιστούς λόγω του ανταγωνισμού με το οξυγόνο για την ειδική θέση πρόσδεσης στην αιμοσφαιρίνη)
	υδρογονάνθρακες	1) καρκίνο (π.χ., βενζοπυρένιο)
Δευτερογενής	όζον	δυσλειτουργίες του αναπνευστικού συστήματος (όπως τα οξείδια του αζώτου)
	PAN	1) ερεθισμό ματιών

Επιπτώσεις των ρύπων στα φυσικά οικοσυστήματα

Προκαλούν σημαντικές καταστροφές.

Η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος

Στιβάδα του όζοντος

- 1) Βρίσκεται: στην κατώτερη στρατόσφαιρα σε ύψος, 15-30 Km
- 2) Αποτελείται: από όζον.
- 3) Ρόλος: έχει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής, (επειδή το όζον απορροφά σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας.)

Δράση της υπεριώδους ακτινοβολίας

προκαλεί

- 1) θάνατο στους μονοκύτταρους οργανισμούς.
- 2) μεταλλάξεις στο DNA.
- 3) καταρράκτη.
- 4) καρκίνο του δέρματος

Εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος

Εξέλιξη του φαινομένου

- 1) Παρατηρήθηκε πρώτα από τη δεκαετία του 1970.
- 2) Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, παρατηρήθηκε μια τρύπα πάνω από την Ανταρκτική.

Αίτιο του φαινομένου

Η χρήση των χλωροφθορανθράκων.

Χλωροφθοράνθρακες

Χημικές ουσίες (με την εμπορική ονομασία freon) που χρησιμοποιούνται:

- α) σαν ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και τα κλιματιστικά
- β) προωθητικά αέρια στα σπρέι.

Χημική σύσταση γλωροφθορανθράκων

Αποτελούνται από υδρογονάνθρακες, χλώριο και φθόριο.

Δράση γλωροφθορανθράκων

- 1) Διασπώνται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και παράγεται χλώριο.
- 2) Το παραγόμενο χλώριο καταστρέφει το όζον.

Συνέπειες της εξασθένησης της στιβάδας του όζοντος

- 1) Η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στη γη γίνεται μεγαλύτερη.
- 2) Αύξηση της πιθανότητας για δυσμενείς επιπτώσεις στους οργανισμούς.

Μέτρα που λαμβάνονται για αναστροφή του φαινομένου

- 1) Απαγόρευση της χρήσης των γλωροφθορανθράκων (από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 1994).
- 2) Αντικατάσταση των γλωρο-φθορανθράκων με υδρο-φθορανθρακες που δεν περιέχουν χλώριο.

Η όξινη βροχή

Στάδια δημιουργίας του φαινομένου της όξινης βροχής

- 1) Παραγωγή: α) οξειδίων του αζώτου (NO_x)
β) διοξειδίου του θείου (SO_2)

Προέλευση των οξειδίων:

- Κυρίως
- i) από ηφαιστειογενή δραστηριότητα
 - ii) από διαδικασίες αποικοδόμησης οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους.
 - iii) από καύση ορυκτών καυσίμων.

- 2) Απελευθέρωση των αερίων οξειδίων στην ατμόσφαιρα.

- 3) Μετατροπή των οξειδίων σε αντίστοιχα οξέα με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. α) οξείδια του αζώτου (NO_x) + H_2O (υδρατμοί) → νιτρικό οξύ (HNO_3)
β) διοξείδιο του θείου (SO_2) + H_2O (υδρατμοί) → θειώδες οξύ (H_2SO_3)

- 4) Ανάμειξη των οξέων με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας.

- 5) Επιστροφή των οξέων στην επιφάνεια της γης διαλυμένα:
- α) στη βροχή
 - β) στο χιόνι
 - γ) στο χαλάζι
 - δ) στην ομίχλη

Ήπιο φαινόμενο της όξινης βροχής σε μια περιοχή

- 1) Όταν δεν γίνεται εκτεταμένη καύση ορυκτών καυσίμων.
- 2) Όταν δεν μεταφέρονται οι ρύποι με τον άνεμο.

Αποτέλεσμα

Το νερό της βροχής είναι ελαφρά όξινο και έχει pH ίσο περίπου με 5,6.

Έξαρση του φαινομένου της όξινης βροχής σε μια περιοχή

- 1) Όταν γίνεται εκτεταμένη καύση ορυκτών καυσίμων.
- 2) Όταν μεταφέρονται οι ρύποι με τον άνεμο.

Αποτέλεσμα

Το νερό της βροχής γίνεται περισσότερο όξινο και έχει pH μικρότερο από 5.

Συνέπειες από την έξαρση του φαινομένου της όξινης βροχής

- 1) Καταστροφή του φυλλώματος των δένδρων.
- 2) Ελάττωση της γονιμότητας του εδάφους.
- 3) Θανάτωση των φυτικών και ζωικών οργανισμών των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- 4) Διάβρωση των επιφανειών των μαρμάρινων κατασκευών (μνημείων, κλπ).

Ρύπανση των υδάτων

Ορισμός: Κάθε φυσική χημική ή βιολογική μεταβολή που καθιστά ακατάλληλο το νερό για τους οργανισμούς οι οποίοι ζουν σ' αυτό ή το χρησιμοποιούν.

Λόγοι αύξησης της ρύπανσης των υδάτων

- 1) Αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού \Rightarrow αύξηση οργανικών λυμάτων
- 2) Αύξηση των αναγκών σε βιομηχανικά αγαθά \Rightarrow αύξηση παραπροϊόντων (τοξικών ουσιών) βιομηχανικών δραστηριοτήτων

Τρόποι Ρύπανσης *

- με:
- 1) αστικές δραστηριότητες
 - 2) βιομηχανικές δραστηριότητες
 - 3) αγροτικές δραστηριότητες

Βλέπε εικόνα 10: είδη ρύπανσης

Διαδικασία ρύπανσης των υδάτων

Απελευθέρωση των προϊόντων και παραπροϊόντων από τις παραπάνω δραστηριότητες σε:

- 1) ποτάμια
- 2) λίμνες
- 3) θάλασσα

1) Ρύπανση λόγω αστικών δραστηριοτήτων

A) Αστικά λύματα:

- Περιέχουν:
- 1) περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις που προκαλούν: α) Αύξηση μικροβιακού φορτίου \Rightarrow σοβαρά νοσήματα. β) το φαινόμενο του Ευτροφισμού.
 - 2) απορρυπαντικά, ουσίες καθαρισμού που προκαλούν: α) το φαινόμενο του Ευτροφισμού.

2) Ρύπανση λόγω αγροτικών δραστηριοτήτων

A) Λιπάσματα:

- Περιέχουν:
- 1) νιτρικά άλατα και
 - 2) φωσφορικά άλατα που προκαλούν: α) το φαινόμενο του Ευτροφισμού.

B) Παρασιτοκτόνα (π.χ., εντομοκτόνα):

- Περιέχουν:
- 1) τοξικές - μη βιοδιασπώμενες ουσίες που προκαλούν: α) δυσμενείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς. β) το φαινόμενο της Βιοσυσσώρευσης.

3) Ρύπανση λόγω Βιομηχανικών δραστηριοτήτων

A) Απόβλητα και παραπροϊόντα Βιομηχανιών:

- Περιέχουν:
- 1) βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, υδράργυρος, ψευδάργυρος, κ.α.)
 - 2) οργανικούς διαλύτες και πετρελαιοειδή χαρακτηριστικά τους: αδιάλυτα στο νερό. που προκαλούν: α) δυσμενείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς. β) το φαινόμενο της Βιοσυσσώρευσης.

B) Ραδιενεργά ισότοπα:

- Περιέχονται σε:
- 1) ραδιενεργά απόβλητα.
 - 2) παραπροϊόντα ραδιενεργών εκρήξεων. που προκαλούν: α) δυσμενείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς. β) το φαινόμενο της Βιοσυσσώρευσης.

Γ) Θερμότητα

- Προέρχεται από: την είσοδο ζεστού νερού σε υδάτινα οικοσυστήματα. που προκαλεί: α) το φαινόμενο της Θερμικής μόλυνσης.

☞ Το φαινόμενο του Ευτροφισμού

Αίτιο: Υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης: α) νιτρικών αλάτων και β) φωσφορικών αλάτων

Είναι θρεπτικά συστατικά για τα φυτά.

Προέλευση των αλάτων:

Τα νιτρικά και φωσφορικά άλατα προέρχονται από τα:

- α) λιπάσματα
- β) αστικά λύματα
- γ) απορρυπαντικά

Στάδια δημιουργίας του ευτροφισμού

- 1) αύξηση των θρεπτικών συστατικών των φυτών σε ένα υδάτινο οικοσύστημα
- 2) αύξηση του πληθυσμού των παραγωγών (του φυτοπλαγκτού),
- 3) Αύξηση του πληθυσμού των καταναλωτών 1ης τάξης (του ζωοπλαγκτού) *
- 4) αύξηση της νεκρής βιομάζας του φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού
- 5) αύξηση πληθυσμού των μικροβίων - αποικοδομητών που καταναλώνουν τη νεκρή οργανική ύλη
- 6) αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης του οξυγόνου
- 7) μείωση της ποσότητας του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό
- 8) μείωση του πληθυσμού των ανώτερων οργανισμών του οικοσυστήματος (π.χ., ψάρια) λόγω θανάτου από ασφυξία.

Προκαλείται επίσης προσωρινή αύξηση του πληθυσμού και των ανώτερων τροφικών επιπέδων (π.χ., των ψαριών).

☞ Το φαινόμενο της Βιοσυσσώρευσης:

Βιοσυσσώρευση: Αύξηση της συγκέντρωσης των τοξικών χημικών ουσιών που δεν βιοδιασπώνται στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωράμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας.

Μη βιοδιασπώμενες ουσίες: Ουσίες, που αφού απορροφηθούν από έναν οργανισμό,
α) δε μεταβολίζονται και
β) δεν αποβάλλονται με τις απεκκρίσεις,
με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στους ιστούς του οργανισμού.

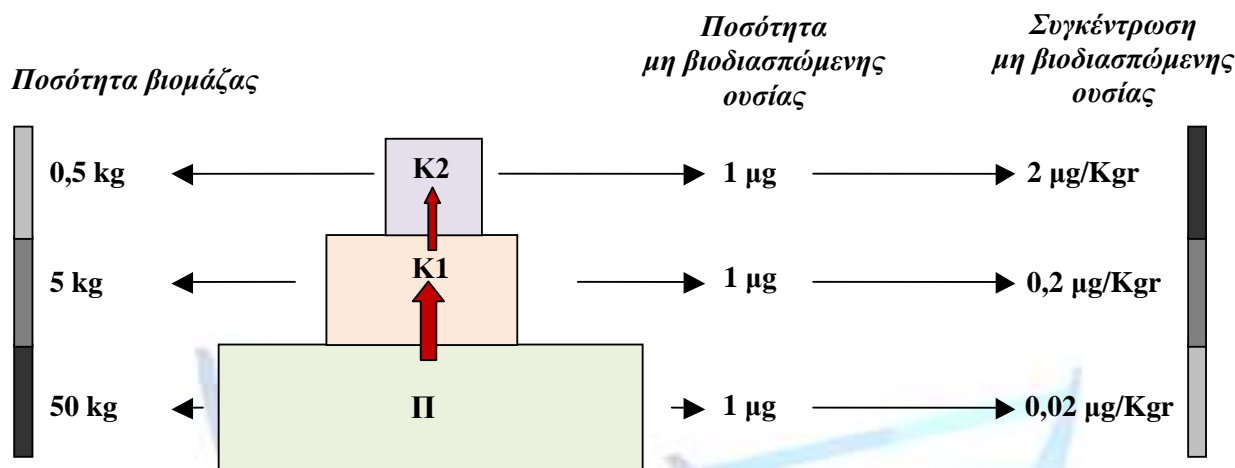
Είδη μη βιοδιασπώμενων ουσιών: (που προκαλούν το φαινόμενο της Βιοσυσσώρευσης).

- 1) Βαρέα μέταλλα
- 2) Χημικές ουσίες
- 3) Ραδιενεργές ουσίες
- 4) Παρασιτοκτόνα

Μηχανισμός της Βιοσυσσώρευσης

- 1) Η μη βιοδιασπώμενη ουσία κινείται κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας, ακολουθώντας τη ροή της ύλης.
- 2) Η ποσότητα της μη βιοδιασπώμενης ουσίας, λόγω των ιδιοτήτων της, παραμένει σταθερή στους ιστούς των οργανισμών οποιουδήποτε τροφικού επιπέδου. (βλέπε παραπάνω: ιδιότητες μη βιοδιασπώμενων ουσιών).
- 3) Η βιομάζα μειώνεται κατά 90% από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα. (βλέπε: Ροή ενέργειας).
- 4) Λόγω του 2 και του 3, η συγκέντρωση της μη βιοδιασπώμενης ουσίας σε κάθε τροφικό επίπεδο αυξάνεται κατά 90%, από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα.

$$\text{συγκέντρωση ουσίας} = \frac{\text{ποσότητα ουσίας}}{\text{βιομάζα τροφικού επιπέδου}}$$



Εικόνα 10.

Σχηματική αναπαράσταση της ροής μιας χημικής ουσίας που δεν βιοδιασπάται (ποσότητας 1 μg) μέσω τριών τροφικών επιπέδων ενός οικοσυστήματος.

Η ποσότητα της βιομάζας μειώνεται κατά 90% από το κατώτερο προς το ανώτερο τροφικό επίπεδο.

Η ποσότητα της μη βιοδιασπώμενης ουσίας παραμένει σταθερή σε κάθε τροφικό επίπεδο.

Άρα, η συγκέντρωση της μη βιοδιασπώμενης ουσίας αυξάνεται κατά 90% από το κατώτερο προς το ανώτερο τροφικό επίπεδο.

Συνέπειες του φαινομένου της βιοσυσσώρευσης:

Οι κορυφικοί καταναλωτές είναι περισσότερο ευάλωτοι, επειδή η μη βιοδιασπώμενη ουσία βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στους ιστούς τους.

Παραδείγματα:

- 1) Αρπακτικά πτηνά:
 - α) τα κελύφη των αυγών τους καθίστανται εύθραυστα
 - β) μειώνεται δραστικά ο ρυθμός αναπαραγωγής τους
 - γ) κινδυνεύουν με εξαφάνιση.
- 2) Άνθρωπος: Ποσότητες του εντομοκτόνου DDT (που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση της ελονοσίας στην Αφρική) βρέθηκαν στους ιστούς των πγκουίνων της Ανταρκτικής και το μητρικό γάλα των Εσκιμών.

☞ Το φαινόμενο της θερμικής ρύπανσης:

Αίτιο:

Το ζεστό νερό που προέρχεται από ψυκτικές εγκαταστάσεις:

- α) πυρηνικών αντιδραστήρων και
- β) εργοστασίων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα.

Μηχανισμός της θερμικής ρύπανσης:

- 1) το ζεστό νερό χύνεται σε υδάτινα οικοσυστήματα
- 2) προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας του νερού των οικοσυστημάτων
- 3) προκαλείται ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό.
- 4) προκαλείται μείωση του πληθυσμού των ψαριών και των ανώτερων οργανισμών του οικοσυστήματος

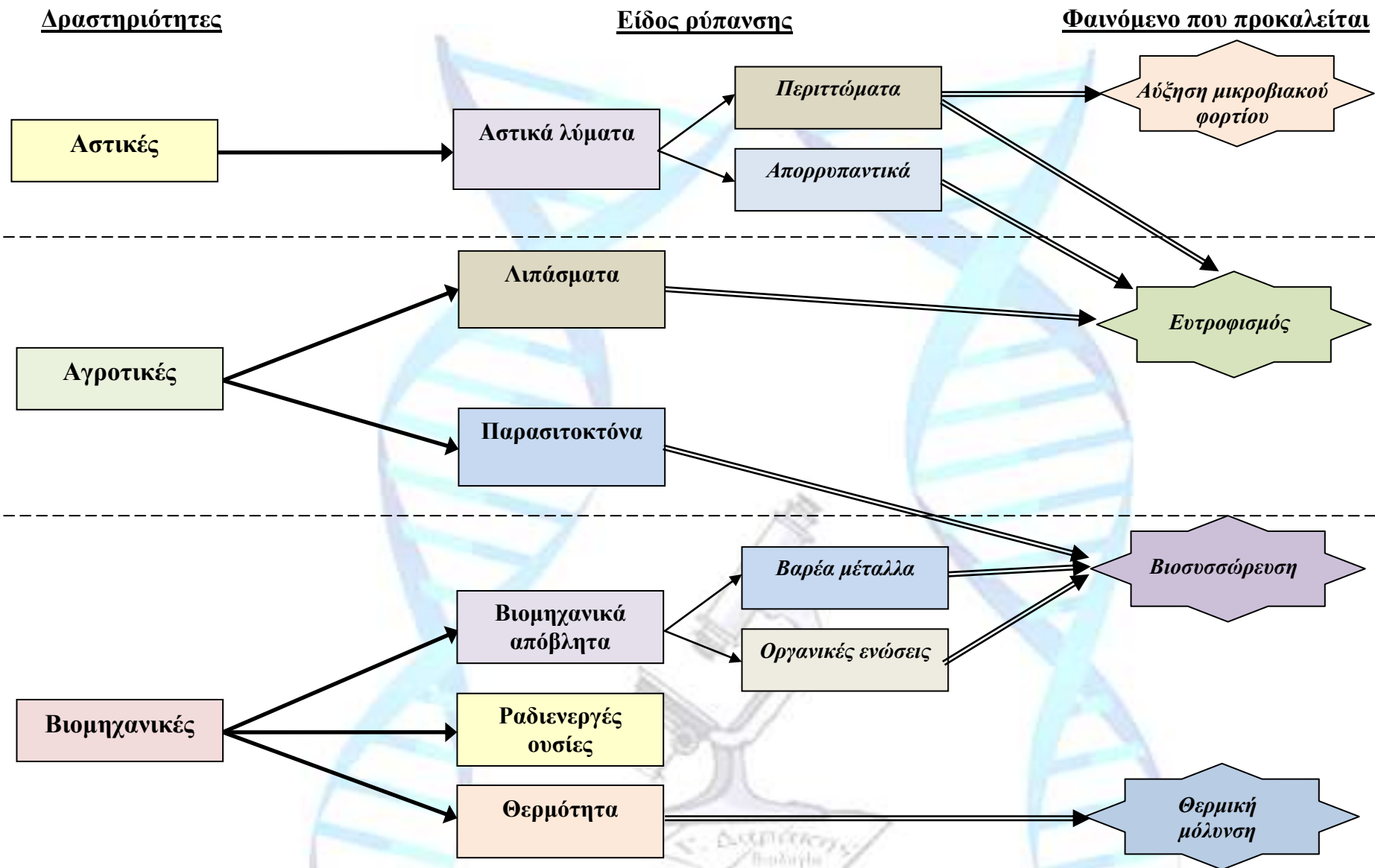
☞ Το φαινόμενο της μικροβιολογικής μόλυνσης:

Αίτιο:

Προϊόντα ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα και εκκρίσεις) που περιέχονται στα αστικά λύματα.

Αποτέλεσμα:

Αύξηση μικροβιακού φόρτου που προκαλεί σοβαρές ασθένειες.



Εικόνα 11. Διάκριση των ειδών ρύπανσης ανάλογα με τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Ρύπανση εδάφους

Γόνιμο έδαφος:

Είναι το λεπτό στρώμα χώματος που καλύπτει την επιφάνεια του εδάφους.

Περιέχει: 1) ανόργανα υλικά που είναι το έδαφος

Προέρχονται από αποσάθρωση πετρωμάτων

που προκαλείται από: α) άνεμο
β) πάγο
γ) νερό
δ) δράση μικρ/σμών

2) ζωντανούς οργανισμούς, κυρίως αποικοδομητές

Ιδιότητες: του γόνιμου εδάφους (επιφανειακού χώματος)

Είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη:

- 1) φυτών
- 2) αποικοδομητών

Τρόποι ρύπανσης του εδάφους

Ρυπαίνεται από διάφορες τοξικές ουσίες:

- 1) παρασιτοκτόνα
- 2) ραδιενεργά απόβλητα
- 3) βαρέα μέταλλα
- 4) άλλες τοξικές χημικές ουσίες.

Συνέπειες της Ρύπανσης του Εδάφους

1) Ερημοποίηση

λόγω καταστροφής:

- 1) φυτών
- 2) αποικοδομητών

2) Εκτεταμένη ρύπανση

λόγω διοχέτευσης των τοξικών ουσιών σε:

- 1) υδάτινα οικοσυστήματα
- 2) υπόγεια νερά

Χαρακτηριστικά της ρύπανσης του εδάφους

- 1) Συνδέεται με την ρύπανση των υδάτων
- 2) Προχωρεί με αργότερο ρυθμό από τη ρύπανση των υδάτων
- 3) Αργεί να γίνει αντιληπτή.

