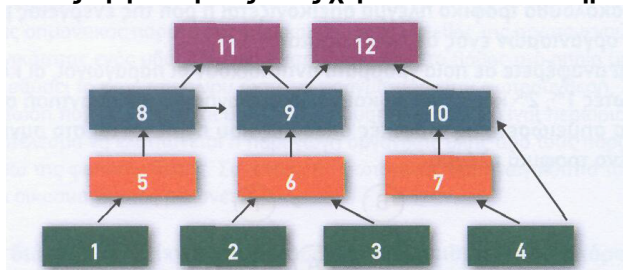


ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ ΚΕΦ. 2ο

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΡΟΦΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ-ΑΛΥΣΙΔΕΣ-ΠΥΡΑΜΙΔΕΣ

ΟΜΑΔΑ Α

1. Στο ακόλουθο τροφικό πλέγμα παρουσιάζονται οι τροφικές σχέσεις ανάμεσα στους οργανισμούς ενός χερσαίου οικοσυστήματος:



Οι οργανισμοί 1, 2, 3 και 4 αντιπροσωπεύουν παραγωγούς και όλοι οι υπόλοιποι είναι καταναλωτές.

α. Να σημειώσετε τις τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο τροφικό πλέγμα

β. Να εξηγήσετε σε ποιο τάξη καταναλωτή και σε ποιο τροφικό επίπεδο ανήκει ο οργανισμός 11.

γ. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 5, ποιες ποσοτικές μεταβολές αναμένεται να παρατηρηθούν βραχυπρόθεσμα στους πληθυσμούς των οργανισμών 1, 8 και 9;

Λύση.

α. Οι τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο τροφικό πλέγμα είναι:

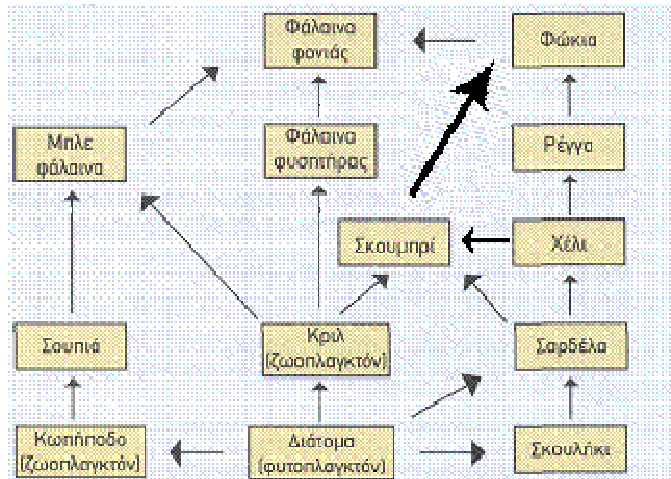
1. $1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 11$
2. $1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 11$
3. $1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 12$
4. $2 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 11$
5. $2 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 12$
6. $3 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 11$
7. $3 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 12$
8. $4 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 12$
9. $4 \rightarrow 10 \rightarrow 12$

β. Οι οργανισμοί 11 είναι καταναλωτές 3^{ης} τάξης όταν συμμετέχουν στις τροφικές αλυσίδες 1, 4 και 6, διότι απέχουν "3 βήματα" από τους παραγωγούς και ανήκουν στο 4^ο τροφικό επίπεδο διότι απέχουν "4 βήματα" από τον ήλιο. Όταν συμμετέχουν στην τροφική αλυσίδα 2 είναι καταναλωτές 4^{ης} τάξης, διότι απέχουν "4 βήματα" από τους παραγωγούς και ανήκουν στο 5^ο τροφικό επίπεδο διότι απέχουν "5 βήματα" από τον ήλιο.

γ. Οι ποσοτικές μεταβολές που αναμένεται να παρατηρηθούν είναι:

- ο πληθυσμός των οργανισμών 1 θα αυξηθεί,
- ο πληθυσμός των οργανισμών 8 θα εξαφανιστεί ή θα μεταναστεύσει,
- ο πληθυσμός των οργανισμών 9 θα ελαττωθεί.

2. Σ' ένα θαλάσσιο οικοσύστημα παρατηρείται το παρακάτω υποθετικό τροφικό πλέγμα:



α. Να εξηγήσετε σε ποιο τροφικό επίπεδο ανήκουν οι παρακάτω οργανισμοί: σκουμπρί, σαρδέλα, φώκια.

β. Αν μειωθεί σημαντικά ο πληθυσμός της σουπιδιάς, να εξηγήσετε ποιες επιπτώσεις θα παρατηρηθούν στους πληθυσμούς των: κωπηπόδων, διατόμων, σκουληκιών.

Λύση.

α. Το σκουμπρί, η σαρδέλα και η φώκια συμμετέχουν στις ακόλουθες τροφικές αλυσίδες του πλέγματος:

1. διάτομα → σκουλήκι → σαρδέλα → χέλι → ρέγγα → φώκια → φάλαινα φονιάς
2. διάτομα → σκουλήκι → σαρδέλα → χέλι → σκουμπρί → φώκια → φάλαινα φονιάς
3. διάτομα → σκουλήκι → σαρδέλα → σκουμπρί → φώκια → φάλαινα φονιάς

4. διάτομα → σαρδέλα → χέλι → ρέγγα → φώκια → φάλαινα φονιάς
5. διάτομα → σαρδέλα → χέλι → σκουμπρί → φώκια → φάλαινα φονιάς
6. διάτομα → σαρδέλα → σκουμπρί → φώκια → φάλαινα φονιάς
7. διάτομα → κριλ → σκουμπρί → φώκια → φάλαινα φονιάς

Στην τροφική αλυσίδα 2 το σκουμπρί ανήκει στο πέμπτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "πέντε βήματα" από τον ήλιο. Στις τροφικές αλυσίδες 3 και 5 το σκουμπρί ανήκει στο τέταρτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "τέσσερα βήματα" από τον ήλιο. Στις τροφικές αλυσίδες 6 και 7 το σκουμπρί ανήκει στο τρίτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "τρία βήματα" από τον ήλιο.

Στις τροφικές αλυσίδες 1, 2 και 3 η σαρδέλα ανήκει στο τρίτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "τρία βήματα" από τον ήλιο. Στις τροφικές αλυσίδες 4, 5 και 6 η σαρδέλα ανήκει στο δεύτερο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "δύο βήματα" από τον ήλιο.

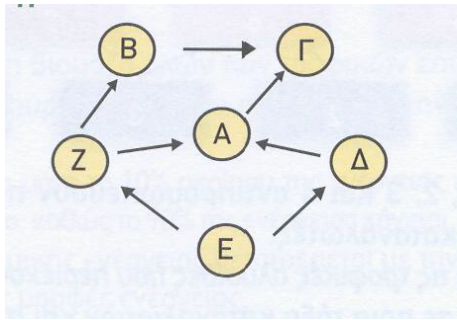
Στις τροφικές αλυσίδες 1 και 2 η φώκια ανήκει στο έκτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "έξι βήματα" από τον ήλιο. Στις τροφικές αλυσίδες 3, 4 και 5 η φώκια ανήκει στο πέμπτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "πέντε βήματα" από τον ήλιο. Στις τροφικές αλυσίδες 6 και 7 η φώκια ανήκει στο τέταρτο τροφικό επίπεδο διότι απέχει "τέσσερα βήματα" από τον ήλιο.

β. Τα κωπήποδα θα αυξηθούν διότι οι θηρευτές τους, που είναι οι σουπιές, μειώνονται. Η αύξηση των κωπηπόδων θα οδηγήσει σε μείωση των διατόμων αφού αυτά θα καταναλώνονται με μεγαλύτερους ρυθμούς. Η μείωση των διατόμων θα επιφέρει μείωση των σκουληκιών, καθώς τα τελευταία εξαρτώνται τροφικά από αυτά.

3. Στο ακόλουθο τροφικό πλέγμα απεικονίζεται η ροή της ενέργειας μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.

α. Να αναφέρετε σε ποια γράμματα αντιστοιχούν οι παραγωγοί, οι καταναλωτές 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Να σημειώσετε τις τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο συγκεκριμένο τροφικό πλέγμα.



Λύση.

α. Οι παραγωγοί δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και την αξιοποιούν για την παραγωγή διάφορων χημικών ουσιών. Με την οξείδωση των ουσιών αυτών εξασφαλίζουν την απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους. Συνεπώς είναι αυτότροφοι οργανισμοί που δεν τρέφονται με άλλους οργανισμούς. Οι ίδιοι αποτελούν τροφή για τους καταναλωτές του οικοσυστήματος. Στο τροφικό πλέγμα τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλισκόμενου-καταναλωτή. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, παραγωγός είναι ο οργανισμός Ε.

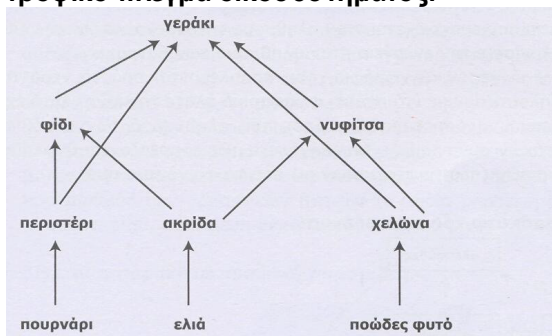
Οι καταναλωτές είναι ετερότροφοι οργανισμοί και παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους, δηλαδή τρέφονται με άλλους οργανισμούς. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι καταναλωτές 1^{ης} τάξης είναι φυτοφάγα ζώα, δηλαδή οργανισμοί που εξασφαλίζουν ενέργεια από τους παραγωγούς. Στο συγκεκριμένο τροφικό πλέγμα είναι οι καταναλωτές που εξασφαλίζουν ενέργεια από τους οργανισμούς Ε, δηλαδή είναι οι οργανισμοί Ζ και Δ.
- Οι καταναλωτές 2^{ης} τάξης είναι σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με φυτοφάγα ζώα. Στο συγκεκριμένο τροφικό πλέγμα είναι οι καταναλωτές που εξασφαλίζουν ενέργεια από τους οργανισμούς Ζ και Δ, δηλαδή είναι οι οργανισμοί Α και Β.
- Οι καταναλωτές 3^{ης} τάξης είναι σαρκοφάγα ζώα που τρέφονται με σαρκοφάγα ζώα. Στο συγκεκριμένο τροφικό πλέγμα είναι οι καταναλωτές που εξασφαλίζουν ενέργεια από τους οργανισμούς Α και Β, δηλαδή είναι οι οργανισμοί Γ.

β. Οι τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο τροφικό πλέγμα είναι:

- 1) $E \rightarrow Z \rightarrow B \rightarrow \Gamma$
- 2) $E \rightarrow Z \rightarrow A \rightarrow \Gamma$
- 3) $E \rightarrow \Delta \rightarrow A \rightarrow \Gamma$

4. Με το παρακάτω σχήμα δίνονται οι τροφικές αλυσίδες των οργανισμών σε τροφικό πλέγμα οικοσυστήματος.



α. Ποιοι είναι οι παραγωγοί και ποιοι οι καταναλωτές;

β. Ποιο επίπεδο έχει τη μικρότερη βιομάζα στο παραπάνω τροφικό πλέγμα και γιατί;

γ. Μια σύντομη πυρκαγιά περιορίζει μόνο τον πληθυσμό των πωάδων φυτών. Ποιος άλλος πληθυσμός θα επηρεαστεί άμεσα και γιατί;

δ. Μετά την πυρκαγιά, θα επηρεαστεί ο πληθυσμός των ακριδών; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση.

α. Παραγωγοί: πουρνάρι, ελιά, ποώδες φυτό

Καταναλωτές: περιστέρι, ακρίδα, χελώνα, φίδι, νυφίτσα, γεράκι

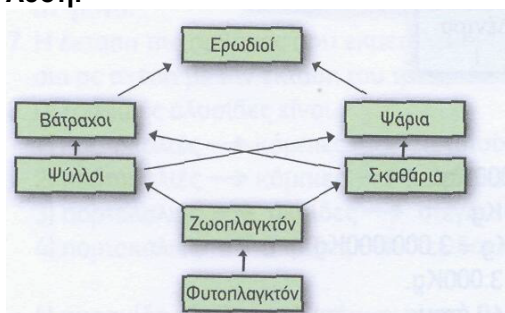
β. Των κορυφαίων καταναλωτών – γεράκι, αφού γνωρίζουμε ότι η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας.

γ. Άμεσα θα επηρεαστεί ο πληθυσμός της χελώνας, επειδή οι χελώνες τρέφονται αποκλειστικά με ποώδη φυτά.

δ. Επειδή, λόγω της πυρκαγιάς, περιορίζονται τα ποώδη φυτά, ο πληθυσμός των χελωνών θα μειωθεί, αφού τρέφεται αποκλειστικά με ποώδη φυτά. Ο πληθυσμός της νυφίτσας προκειμένου να επιβιώσει, θα τρέφεται με περισσότερες ακρίδες οπότε ο αριθμός των ακρίδων θα μειωθεί. Με την πάροδο του χρόνου, όμως, η μείωση του πληθυσμού των χελωνών θα οδηγήσει σε μείωση ή μετανάστευση του πληθυσμού της νυφίτσας και άρα σταδιακή αύξηση του αριθμού των ακρίδων.

5. Σ' ένα υδάτινο οικοσύστημα το ζωοπλαγκτόν τρέφεται με φυτοπλαγκτόν, ενώ αποτελεί τροφή για τους ψύλλους τα υδρόβια σκαθάρια και τα ψάρια. Οι βάτραχοι τρέφονται με ψύλλους και υδρόβια σκαθάρια, ενώ οι ίδιοι, όπως και τα ψάρια αποτελούν τροφή για τους ερωδιούς. Τα ψάρια τρέφονται επίσης με ψύλλους και υδρόβια σκαθάρια. Να σχηματίσετε το τροφικό πλέγμα του οικοσυστήματος.

Λύση.



6. Έστω ότι σε μια λίμνη ισχύει η τροφική αλυσίδα:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → ψαροπούλια

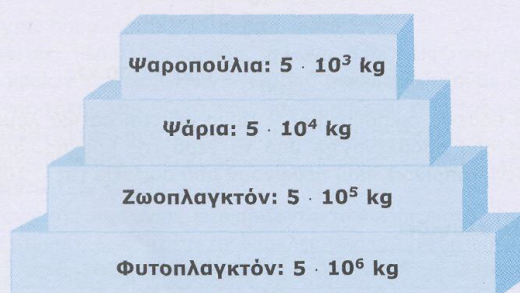
Όλοι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου. Εάν η βιομάζα των ψαριών είναι $5 \cdot 10^4$ Kg, να υπολογιστεί η βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων και να σχεδιαστεί η αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.

Λύση.

Τροφική αλυσίδα

Φυτοπλαγκτόν → Ζωοπλαγκτόν → Ψάρια → Ψαροπούλια

ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



- Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% της ενέργειας... (σελ. 77).
- Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση... (σελ. 77).

$$B_{\text{ψαριών}} = 5 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

$$B_{\text{ψαροπουλιών}} = 5 \cdot 10^4 \cdot \frac{10}{100} = 5 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$B_{\text{ζωοπλαγκτόν}} = 5 \cdot 10^4 \cdot \frac{10}{100} = 5 \cdot 10^4 \cdot 10 = 5 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

$$B_{\text{φυτοπλαγκτόν}} = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{10}{100} = 5 \cdot 10^5 \cdot 10 = 5 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

7. Σ' ένα παράλιο οικοσύστημα, στο οποίο θεωρούμε ότι δεν υπάρχουν μετακινήσεις των πληθυσμών, ζουν σαρδέλες (τρέφονται με ζωοπλαγκτόν), γλάροι, φυτοπλαγκτόν, λαυράκια (σαρκοφάγα), ζωοπλαγκτόν.

α. Τοποθετήστε τα παραπάνω στην κατάλληλη σειρά ώστε να συγκροτηθεί μια απλή τροφική αλυσίδα.

β. Αν η βιομάζα του πληθυσμού της σαρδέλας είναι 100 Kg, να υπολογίσετε τη βιομάζα που έχει ο πληθυσμός από τα λαυράκια αλλά και του φυτοπλαγκτόν.

γ. Σε περίπτωση που αντί τροφικής αλυσίδας θα μπορούσε να δημιουργηθεί τροφικό πλέγμα, ποιος από τους καταναλωτές μπορεί να συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής δύο τάξεων και ποιων;

Λύση.

α. Η τροφική αλυσίδα που συγκροτείται είναι:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → σαρδέλες → λαυράκια → γλάροι

β. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ή της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται, δηλαδή ισχύει: $\text{Βιομάζα}_{\text{επιπέδου}} = \text{Βιομάζα}_{\text{προηγούμενου επιπέδου}} \cdot 10\%$.

Συνεπώς:

$$\text{Β}_{\text{λαβρ.}} = \text{Β}_{\text{σαρδ.}} \cdot 10\% = 100\text{Kg} \cdot 10\% = 10\text{Kg}.$$

$$\text{Β}_{\text{σαρδ.}} = \text{Β}_{\text{ζωοπλαγκτόν}} \cdot 10\% \text{ ή } \text{Β}_{\text{ζωοπλαγκτόν}} = \text{Β}_{\text{σαρδ.}} / 10\% = 100\text{Kg} / 10\% = 1.000\text{Kg}.$$

$$\text{Β}_{\text{ζωοπλαγκτόν}} = \text{Β}_{\text{φυτοπλαγκτόν}} \cdot 10\% \text{ ή } \text{Β}_{\text{φυτοπλαγκτόν}} = \text{Β}_{\text{ζωοπλαγκτόν}} / 10\% = 1.000\text{Kg} / 10\% = 10.000\text{Kg}.$$

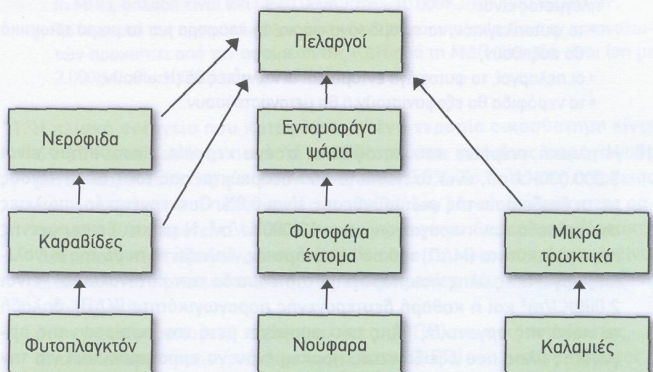
Η βιομάζα από τα λαυράκια είναι 10Kg και του φυτοπλαγκτόν 10.000Kg.

γ. Οι γλάροι έχουν τη δυνατότητα να τρέφονται με λαυράκια και σαρδέλες. Στην περίπτωση αυτή συμπεριφέρονται ταυτόχρονα ως καταναλωτές 3^{ης} τάξης (όταν τρέφονται με σαρδέλες) και ως καταναλωτές 4^{ης} τάξης (όταν τρέφονται με λαυ-

ράκια). Ως εκ τούτου το πλέγμα έχει τη μορφή:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → σαρδέλες → λαυράκια → γλάροι

8. Δίνεται το παρακάτω τροφικό πλέγμα:



α. Να γράψετε τις τροφικές αλυσίδες που υπάρχουν στο πλέγμα αυτό και να ονομάσετε τους καταναλωτές 2^{ης} τάξης.

β. Αν η βιομάζα των φυτοφάγων εντόμων είναι 18 Kg να υπολογίσετε τη βιομάζα των εντομοφάγων ψαριών και των νούφαρων.

γ. Μία μυκητιακή νόσος αφανίζει, πρακτικά, τον πληθυσμό των καραβίδων. Να περιγράψετε τα αποτελέσματα που θα έχει η αλλαγή αυτή στους υπόλοιπους πληθυσμούς που συγκροτούν το παραπάνω τροφικό πλέγμα.

Λύση.

α. Οι τροφικές αλυσίδες που υπάρχουν στο πλέγμα είναι:

1. φυτοπλαγκτόν → καραβίδες → νερόφιδα → πελαργοί
2. φυτοπλαγκτόν → καραβίδες → πελαργοί
3. νούφαρα → φυτοφάγα έντομα → εντομοφάγα ψάρια → πελαργοί
4. καλαμιές → μικρά τρωκτικά → πελαργοί

Οι καταναλωτές 2^{ης} τάξης είναι τα νερόφιδα, τα εντομοφάγα ψάρια και οι πελαργοί.

β. Η βιομάζα των εντομοφάγων ψαριών αποτελεί το 10% της βιομάζας των φυτοφάγων εντόμων, δηλαδή:

$$B_{\text{εντομοφάγων ψαριών}} = B_{\text{φυτοφάγων εντόμων}} \cdot 10\% = 18\text{Kg} \cdot 10\% = 1,8\text{Kg}.$$

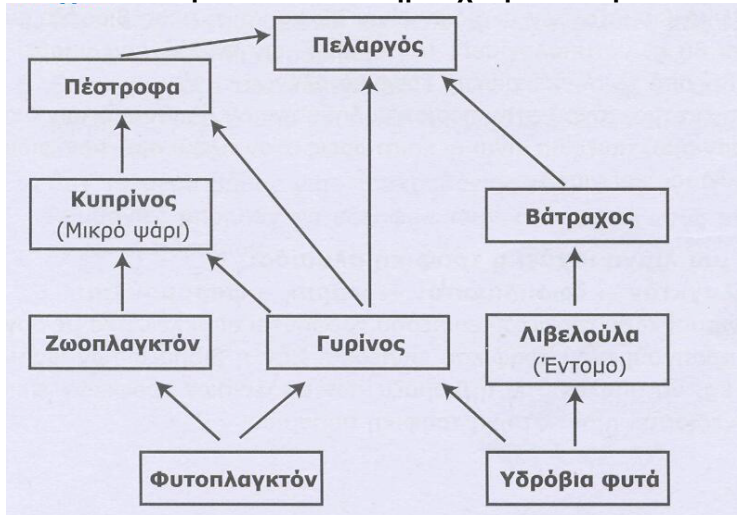
Η βιομάζα των φυτοφάγων εντόμων αποτελεί το 10% της βιομάζας των νουφάρων, δηλαδή:

$$B_{\text{φυτοφάγων εντόμων}} = B_{\text{νουφάρων}} \cdot 10\% \text{ ή } B_{\text{νουφάρων}} = B_{\text{φυτοφάγων εντόμων}} / 10\% = 18\text{Kg} / 10\% = 180\text{Kg}.$$

γ. Τα πιθανά βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα στους πληθυσμούς του τροφικού πλέγματος είναι:

- το φυτοπλαγκτόν, τα εντομοφάγα ψάρια, τα νούφαρα και τα μικρά τρωκτικά θα αυξηθούν,
- οι πελαργοί, τα φυτοφάγα έντομα και οι καλαμιές θα μειωθούν,
- τα νερόφιδα θα εξαφανιστούν ή θα μεταναστεύσουν.

9. Σε ένα λιμναίο οικοσύστημα έχουμε το παρακάτω υποθετικό τροφικό πλέγμα.



α. Να γράψετε όλες τις διαφορετικές τροφικές αλυσίδες που δημιουργούνται.

β. Να κατατάξετε τους οργανισμούς σε όλα τα δυνατά τροφικά επίπεδα.

γ. Ποιοι οργανισμοί συμπεριφέρονται ταυτόχρονα ως καταναλωτές 2ης και ως καταναλωτές 3ης τάξης;

δ. Αν η ενέργεια που εμπεριέχεται στον πληθυσμό της λιβελούλας είναι 1.000 KJ, να υπολογίσετε την ενέργεια στον πληθυσμό των βατράχων.

ε. Λιπάσματα από γειτονικά χωράφια, που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζουν με νιτρικά και φωσφορικά άλατα τη λίμνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρηθεί αύξηση του πληθυσμού των υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών. Να εξηγήσετε πώς επηρεάζονται οι πληθυσμοί των ψαριών (πέστροφες, κυπρίνοι) από το φαινόμενο αυτό.

Λύση.

α. Τροφικές αλυσίδες

Παραγωγοί	Κατ. 1ης	Κατ. 2ης	Κατ. 3ης	Κατ. 4ης
Φυτοπλαγκτόν	Ζωοπλαγκτόν	Κυπρίνος	Πέστροφα	Πελαργός
Φυτοπλαγκτόν	Γυρίνος	Κυπρίνος	Πέστροφα	Πελαργός
Φυτοπλαγκτόν	Γυρίνος	Πέστροφα	Πελαργός	
Φυτοπλαγκτόν	Γυρίνος	Πελαργός		
Υδρόβια φυτά	Γυρίνος	Κυπρίνος	Πέστροφα	Πελαργός
Υδρόβια φυτά	Γυρίνος	Πέστροφα	Πελαργός	
Υδρόβια φυτά	Γυρίνος	Πελαργός		
Υδρόβια φυτά	Λιβελούλα	Βάτραχος	Πελαργός	

β. Το **φυτοπλαγκτόν** και τα **υδρόβια φυτά** είναι παραγωγοί, οπότε ανήκουν στο 1ο τροφικό επίπεδο.

- Το **ζωοπλαγκτόν**, ο **γυρίνος** και η **λιβελούλα** είναι καταναλωτές 1ης τάξης, οπότε ανήκουν στο 2ο τροφικό επίπεδο.
- Ο **κυπρίνος** και ο **βάτραχος** είναι καταναλωτές 2ης τάξης, οπότε ανήκουν στο 3ο τροφικό επίπεδο.
- Η **πέστροφα** σε δύο τροφικές αλυσίδες είναι καταναλωτής 2ης τάξης (3ο τροφικό επίπεδο), ενώ σε τρεις τροφικές αλυσίδες είναι καταναλωτής 3ης τάξης (4ο τροφικό επίπεδο).
- Ο **πελαργός** σε δύο τροφικές αλυσίδες είναι καταναλωτής 2ης τάξης (3ο τροφικό επίπεδο), σε τρεις τροφικές αλυσίδες είναι καταναλωτής 3ης τάξης (4ο τροφικό επίπεδο), και σε άλλες τρεις τροφικές αλυσίδες είναι καταναλωτής 4ης τάξης (5ο τροφικό επίπεδο).

γ. Η πέστροφα και ο πελαργός.

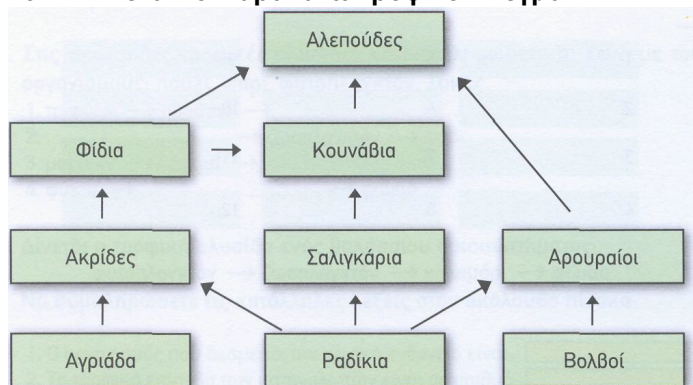
δ. Γνωρίζουμε ότι έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Επειδή οι βάτραχοι τρέφονται αποκλειστικά με λιβελούλες προκύπτει:

$$E_{\text{βατράχων}} = \frac{10}{100} \cdot E_{\text{λιβελούλας}}$$

$$E_{\text{βατράχων}} = \frac{10}{100} \cdot 1.000 = 100 \text{ kJ}$$

ε. Όταν ένα υδάτινο οικοσύστημα – λίμνη δέχεται αστικά λύματα, αλλά και λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής... όπως τα ψάρια (πέστροφες, κυπρίνοι), που πεθαίνουν από ασφυξία (σελ. 108, 109).

10. Δίνεται το παρακάτω τροφικό πλέγμα:



α. Να γράψετε, μία προς μία, όλες τις τροφικές αλυσίδες που συγκροτούν το πλέγμα.

β. Ποιοι είναι οι καταναλωτές τρίτης τάξης;

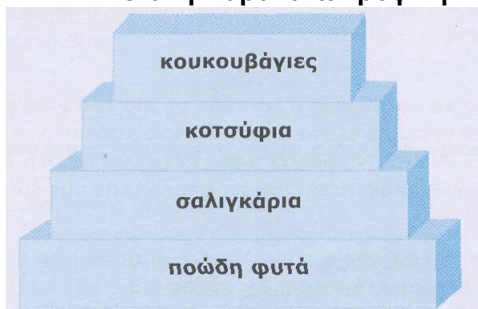
γ. Αν η συνολική Βιομάζα των ακριδών είναι 32 Kg και η μέση βιομάζα ενός φιδιού είναι 80g, να υπολογίσετε τον αριθμό των φιδιών που μπορεί να υποστηριχθεί από το συγκεκριμένο τροφικό πλέγμα.

δ. Αν η χρήση εντομοκτόνου στην περιοχή οδηγήσει τον πληθυσμό των ακριδών σε αφανισμό, ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στον πληθυσμό των φιδιών και της αγριάδας και γιατί;

Λύση.

- α.
- i) αγριάδα → ακρίδες → φίδια → αλεπούδες
 - ii) αγριάδα → ακρίδες → φίδια → κουνάβια → αλεπούδες
 - iii) ραδίκια → ακρίδες → φίδια → αλεπούδες
 - iv) ραδίκια → ακρίδες → φίδια → κουνάβια → αλεπούδες
 - v) ραδίκια → σαλιγκάρια → κουνάβια → αλεπούδες
 - vi) ραδίκια → αρουραίοι → αλεπούδες
 - vii) βολβοί → αρουραίοι → αλεπούδες
- β. Οι αλεπούδες και τα κουνάβια.
- γ. $B_{\text{φιδιών}} = B_{\text{ακρίδων}} \times 10\% = 32\text{Kg} \times 10\% = 3,2\text{Kg} \text{ ή } 3.200\text{g}$.
 Αριθμός φιδιών = $3.200\text{g} : 80\text{g} = 40$.
- δ. Τα φίδια θα αφανιστούν ή θα μεταναστεύσουν και η αγριάδα θα αυξηθεί.

11. Δίνεται η παρακάτω τροφική πυραμίδα:



- α. Ποιοι είναι οι παραγωγοί και ποιοι οι καταναλωτές 2ης τάξης στη συγκεκριμένη τροφική πυραμίδα;
- β. Εάν η βιομάζα των σαλιγκαριών είναι $2 \cdot 10^3 \text{ Kg}$, να υπολογίσετε τη βιομάζα σε καθένα από τα άλλα τροφικά επίπεδα και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- γ. Εάν το μέσο βάρος μιας κουκουβάγιας είναι 2 Kg να βρείτε πόσες κουκουβάγιες μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους μέσα σ' αυτή την τροφική πυραμίδα.
- Λύση.**

ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

α. Παραγωγοί είναι τα ποώδη φυτά και καταναλωτές 2ης τάξης, στη συγκεκριμένη τροφική πυραμίδα, είναι τα κοτσύφια.

β. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% της ενέργειας... (σελ. 77).
 • Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση... (σελ. 77).

$$B_{\text{σαλιγκαριών}} = 2 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$B_{\text{κοτσυφιών}} = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10^2 \text{ kg}$$

$$B_{\text{κουκουβάγιας}} = 2 \cdot 10^2 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kg}$$

$$B_{\text{ποωδών φυτών}} = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 = 2 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

γ.

Η 1 κουκουβάγια έχει μέσο βάρος 2 kg
 $\frac{x}{20 \text{ kg}}$

$$2 \cdot x = 20 \Rightarrow x = \frac{20}{2} \Rightarrow x = 10 \text{ κουκουβάγιες}$$

10 κουκουβάγιες μπορούν να εξασφαλίσουν την τροφή τους σε αυτή την τροφική πυραμίδα

12. Έστω ότι σε μία λίμνη παρατηρείται η τροφική αλυσίδα:

Φυτοπλαγκτόν → Ζωοπλαγκτόν → Ψάρια → Γλάροι. Όλοι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου. Η συνολική ενέργεια που εμπεριέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 4.000.000 KJ, ενώ σε 1 Kg φυτοπλαγκτόν εμπεριέχεται ενέργεια ίση με 40KJ.

- α. Να υπολογίσετε την ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη τροφική πυραμίδα. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Να υπολογίσετε τη Βιομάζα όλων των τροφικών επιπέδων και να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση.

α. 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,
- δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί,
- ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν,
- ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα και τα ούρα, τα οποία αποικοδομούνται.

Η ενέργεια στο φυτοπλαγκτόν ($E_{\text{φυτοπλαγκτόν}}$) είναι ίση με 4.000.000KJ, συνεπώς

$$E_{\text{ζωοπλαγκτόν}} = E_{\text{φυτοπλαγκτόν}} \cdot 10\% = 4.000.000\text{KJ} \cdot 10/100 = 400.000\text{KJ}.$$

$$E_{\text{ψαριών}} = E_{\text{ζωοπλαγκτόν}} \cdot 10\% = 400.000\text{KJ} \cdot 10/100 = 40.000\text{KJ}.$$

$$E_{\text{γλάρων}} = E_{\text{ψαριών}} \cdot 10\% = 40.000\text{KJ} \cdot 10/100 = 4.000\text{KJ}.$$

Η πυραμίδα ροής ενέργειας είναι η εξής:



β. Σε γενικές γραμμές η ίδια πτωτική τάση (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.

Αρχικά υπολογίζουμε τη βιομάζα του φυτοπλαγκτόν:

Σε 40KJ ενέργειας του φυτοπλαγκτόν αντιστοιχεί 1Kg βιομάζας φυτοπλαγκτόν

Σε 4.000.000KJ

X=;

Η βιομάζα (B) του φυτοπλαγκτόν είναι ίση με 100.000Kg.

Συνεπώς:

$$B_{\text{ζωοπλαγκτόν}} = B_{\text{φυτοπλαγκτόν}} \cdot 10\% = 100.000\text{Kg} \cdot 10/100 = 10.000\text{Kg}.$$

$$B_{\text{ψαριών}} = B_{\text{ζωοπλαγκτόν}} \cdot 10\% = 10.000\text{Kg} \cdot 10/100 = 1.000\text{Kg}.$$

$$B_{\text{γλάρων}} = B_{\text{ψαριών}} \cdot 10\% = 1.000\text{Kg} \cdot 10/100 = 100\text{Kg}.$$

Η πυραμίδα βιομάζας είναι η ακόλουθη:



13. Σ' ένα χερσαίο οικοσύστημα θεωρούμε ότι λειτουργεί η παρακάτω τροφική αλυσίδα:

χορτάρι→ ακρίδες→ μικρό εντομοφάγα ζώο→ φίδια→ αρπακτικά πτηνά

Κάθε πληθυσμός καταναλωτών τρέφεται αποκλειστικά από οργανισμούς του αμέσως προηγούμενου πληθυσμού. Εάν η βιομάζα των μικρών εντομοφάγων ζώων είναι $2 \cdot 10^3$ Kg και η ενέργεια που εμπεριέχεται στον πληθυσμό των ακριδών είναι 8 KJ/Kg., να υπολογιστούν:

α. η βιομάζα καθενός από τους υπόλοιπους πληθυσμούς κατά μήκος της αλυσίδας και να σχεδιαστεί η τροφική πυραμίδα.

β. η ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο της πυραμίδας.

γ. ο αριθμός των αρπακτικών πτηνών τα οποία μπορεί η αλυσίδα αυτή να υποστηρίξει, αν η μέση βιομάζα κάθε πτηνού είναι 1,0 Kg.

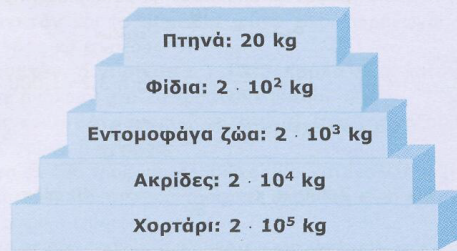
Λύση.

Τροφική αλυσίδα

χορτάρι → ακρίδες → μικρά εντομοφάγα ζώα → φίδια → αρπακτικά πτηνά

α.

ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



- Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% της ενέργειας... (σελ. 77).
- Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση... (σελ. 77).

$$B_{\text{εντομ. ζώων}} = 2 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$B_{\text{φιδιών}} = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10^2 \text{ kg}$$

$$B_{\text{πτηνών}} = 2 \cdot 10^2 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kg}$$

$$B_{\text{ακρίδων}} = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 = 2 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

$$B_{\text{χορταριού}} = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{10}{100} = 2 \cdot 10^4 \cdot 10 = 2 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

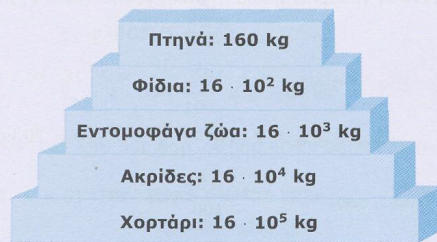
β.

Στο 1 kg ακριδών εμπεριέχονται 8 kJ

$$\frac{2 \cdot 10^4 \text{ kg}}{2 \cdot 10^4 \text{ kg}} \cdot x;$$

$$x = 8 \cdot 2 \cdot 10^4 \Rightarrow x = 16 \cdot 10^4 \text{ kJ η ενέργεια στο επίπεδο των ακρίδων}$$

ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



$$E_{\text{ακρίδων}} = 16 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{εντομ. ζώων}} = 16 \cdot 10^4 \cdot \frac{10}{100} = 16 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{φιδιών}} = 16 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 16 \cdot 10^2 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{πτηνών}} = 16 \cdot 10^2 \cdot \frac{10}{100} = 16 \cdot 10 = 160 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{χορταριού}} = 16 \cdot 10^4 \cdot \frac{10}{100} = 16 \cdot 10^4 \cdot 10 = 16 \cdot 10^5 \text{ kJ}$$

γ.

Το 1 πτηνό έχει μέση βιομάζα 1,0 kg

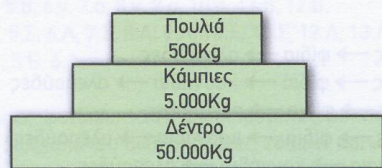
$$\psi; \frac{\quad}{20 \text{ kg}}$$

$\psi = 20$ αρπακτικά πτηνά μπορούν να υπάρχουν στο συγκεκριμένο οικοσύστημα.

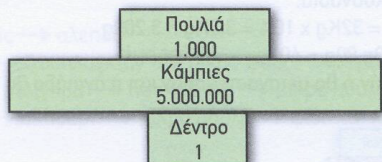
14. Σ' ένα γιγαντιαίο δέντρο βιομάζας 50.000 Kg ζουν 1.000 πουλιά τα οποία τρέφονται με τις 5.000.000 κάμπιες που ζουν σ' αυτό. Να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα βιομάζας και την πυραμίδα πληθυσμού ατόμων.

Λύση.

Πυραμίδα βιομάζας



Πυραμίδα πληθυσμού ατόμων



15. Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρονται μερικά στοιχεία σχετικά με τους οργανισμούς που συγκροτούν την τροφική αλυσίδα ενός αυτότροφου οικοσυστήματος.

Είδος οργανισμού	Αριθμός ατόμων	Μέσο βάρος ατόμου
A	20.000.000	1g
B	40	5Kg
Γ	200	1.000Kg
Δ	10.000	200g

Με βάση τα αναφερόμενα στοιχεία να σχεδιάσετε την πυραμίδα πληθυσμού ατόμων του οικοσυστήματος.

Λύση.

Υπολογίζουμε τη συνολική βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου η οποία προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των ατόμων κάθε είδους επί το μέσο βάρος τους. Συνεπώς:

$$\text{Βιομάζα}_A = 20.000.000 \cdot 1g = 20.000.000g = 20.000Kg$$

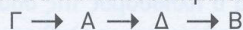
$$\text{Βιομάζα}_B = 40 \cdot 5Kg = 200Kg$$

$$\text{Βιομάζα}_\Gamma = 200 \cdot 1.000Kg = 200.000Kg$$

$$\text{Βιομάζα}_\Delta = 10.000 \cdot 200g = 2.000.000g = 2.000Kg$$

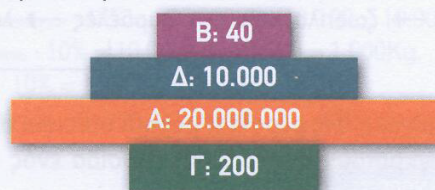
Με τον τρόπο αυτό διαπιστώνουμε το τροφικό επίπεδο στο οποίο ανήκει κάθε είδος.

Στα αυτότροφα οικοσυστήματα, σύμφωνα με την τροφική πυραμίδα βιομάζας, οι παραγωγοί έχουν τη μεγαλύτερη βιομάζα. Ακολουθούν με σειρά ελαττούμενης βιομάζας οι καταναλωτές 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι οργανισμοί Γ είναι παραγωγοί, οι οργανισμοί Α είναι καταναλωτές 1^{ης} τάξης, οι οργανισμοί Δ είναι καταναλωτές 2^{ης} τάξης και οι οργανισμοί Β είναι καταναλωτές 3^{ης} τάξης. Η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος είναι:



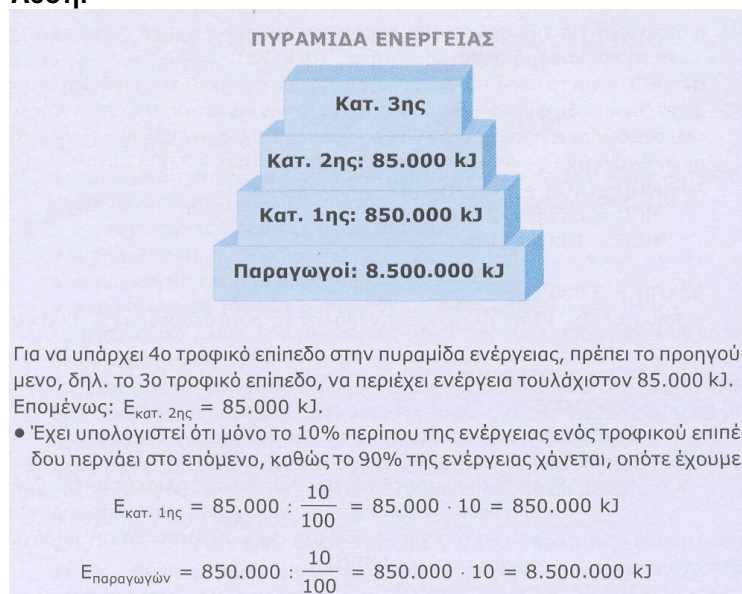
Η κατασκευή της τροφικής πυραμίδας αρχικά περιλαμβάνει το σχεδιασμό επάλληλων ορθογώνιων. Το πρώτο ορθογώνιο που βρίσκεται στη βάση της πυραμίδας αντιστοιχεί στο πρώτο τροφικό επίπεδο, δηλαδή αυτό των παραγωγών. Το δεύτερο ορθογώνιο αντιστοιχεί στο δεύτερο τροφικό επίπεδο, δηλαδή αυτό των καταναλωτών 1^{ης} τάξης κ.ο.κ. Στα ορθογώνια απεικονίζεται η μεταβολή του πληθυσμού από το ένα τροφικό επίπεδο του οικοσυστήματος στο επόμενο. Το εμβαδόν κάθε ορθογωνίου της πυραμίδας είναι ανάλογο της μεταβλητής, δηλαδή του πληθυσμού ατόμων που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο τροφικό επίπεδο.

Η πυραμίδα πληθυσμού ατόμων είναι η ακόλουθη:



16. Έστω ότι για να υπάρξει ένα επίπεδο σε μια τροφική πυραμίδα πρέπει η ενέργεια που περιέχεται στο προηγούμενο από αυτό επίπεδο να είναι τουλάχιστον 85.000 KJ. Να βρείτε πόση ενέργεια θα περιέχεται στο επίπεδο των παραγωγών μιας συνηθισμένης τροφικής πυραμίδας (4 επίπεδα).

Λύση.



17. Πόσα τροφικά επίπεδα καταναλωτών μπορούν να στηρίξουν οι παραγωγοί ενός οικοσυστήματος οι οποίοι έχουν Βιομάζα $8 \cdot 10^6 \text{ Kg}$, αν είναι γνωστό ότι η ελάχιστη βιομάζα που απαιτείται για την ύπαρξη ενός τροφικού επιπέδου είναι $8 \cdot 10^3 \text{ Kg}$;

Λύση.

$$\text{Παραγωγοί} = 8 \cdot 10^6 \text{ Kg}$$

$$\text{Κατ. 1ης} = 8 \cdot 10^5 \text{ Kg}$$

$$\text{Κατ. 2ης} = 8 \cdot 10^4 \text{ Kg}$$

$$\text{Κατ. 3ης} = 8 \cdot 10^3 \text{ Kg}$$

Οι παραγωγοί μπορούν να στηρίξουν τρία τροφικά επίπεδα καταναλωτών.

18. Ένας αγρότης διαθέτει στην αποθήκη του δύο ποσότητες καλαμποκιού, $A = 5.000 \text{ KJ}$ και $B = 10.000 \text{ KJ}$, για να εκτρέφει τις κότες του αλλά και για δική του διατροφή. Οι κότες περικλείουν ενέργεια ίση με 1.000 KJ . Να υπολογίσεις το ποσό της διαθέσιμης ενέργειας (E_α) που μπορεί να παραλάβει ο αγρότης μέσω της διατροφής και το ποσό της ενέργειας που θα αξιοποιηθεί από αυτόν για την αύξηση της βιομάζας του (E_β) σε καθεμία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

α. Αν καταναλώσει τις κότες και μετά το καλαμπόκι συνολικά.

β. Αν ταΐσει με το συνολικό καλαμπόκι τις κότες και τις καταναλώσει στη συνέχεια.

γ. Αν ταΐσει τις κότες με την ποσότητα B του καλαμποκιού και στη συνέχεια τις καταναλώσει, καταναλώνοντας συνέχεια και την ποσότητα A του καλαμποκιού.

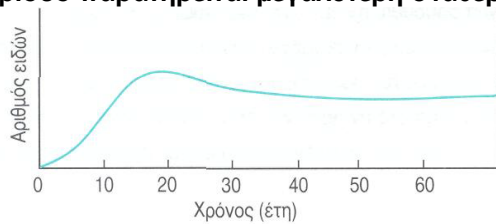
Λύση.

$$\alpha. E_\alpha = 1.000 \text{ KJ} + 5.000 \text{ KJ} + 10.000 \text{ KJ} =$$

- 16.000 KJ, $E\beta = 16.000 \cdot 10/100 \approx 1.600$ KJ
 β. $E\delta = 1.000$ KJ + $15.000 \cdot 10/100 = 2.500$ KJ,
 $E\beta = 2.500 \cdot 10/100$ KJ = 250 KJ
 γ. $E\delta = 10.000 \cdot 10/100$ KJ + 5.000 KJ + 1.000 KJ
 $= 7.000$ KJ, $E\beta = 7.000 \cdot 10/100$ KJ = 700 KJ

ΟΜΑΔΑ Β

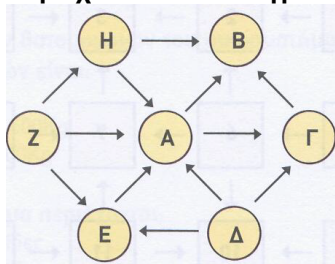
19. Η παρακάτω καμπύλη του σχήματος παριστάνει τη μεταβολή του αριθμού των διαφορετικών ειδών σε ένα χερσαίο οικοσύστημα. Να αιτιολογήσεις σε ποια χρονική περίοδο παρατηρείται μεγαλύτερη σταθερότητα στο οικοσύστημα.



Λύση.

Όσο περισσότερο πολύπλοκο είναι ένα οικοσύστημα, όσο δηλαδή περισσότερα είναι τα διαφορετικά είδη οργανισμών που υπάρχουν σ' αυτό, τόσο περισσότερες και πολυπλοκότερες είναι οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα το οικοσύστημα να είναι σταθερότερο, γιατί αυξάνονται οι ευνοϊκές συνθήκες για διατήρηση της ισορροπίας του. Επομένως, επειδή κατά τη χρονική περίοδο μεταξύ 15-25 ετών ο αριθμός των διαφορετικών ειδών είναι μεγαλύτερος, σ' αυτήν τη χρονική περίοδο το οικοσύστημα εμφανίζει τη μεγαλύτερη σταθερότητα.

20. Στο ακόλουθο τροφικό πλέγμα τα γράμματα Α έως Η αντιστοιχούν σε διάφορους πληθυσμούς ενός οικοσυστήματος. Να γράψετε τις τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο πλέγμα αυτό.



Λύση.

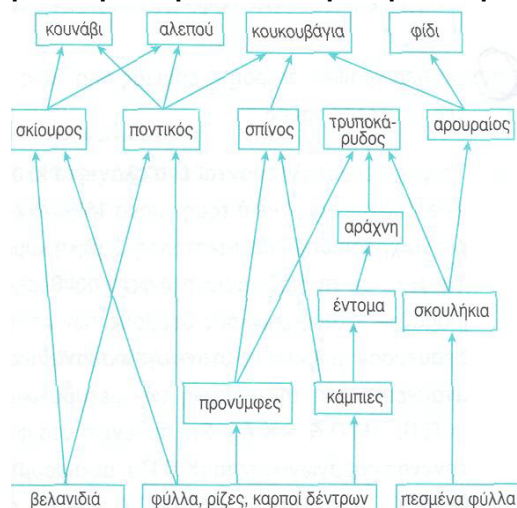
- i) $Z \rightarrow H \rightarrow B$
- ii) $Z \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow B$
- iii) $Z \rightarrow A \rightarrow B$
- iv) $Z \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$
- v) $Z \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$
- vi) $Z \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow B$
- vii) $Z \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow \Gamma$
- viii) $\Delta \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$

- ix) $\Delta \rightarrow A \rightarrow B$
 x) $\Delta \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$
 xi) $\Delta \rightarrow \Gamma \rightarrow B$
 xii) $\Delta \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow B$

21. Ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα για το τροφικό πλέγμα της εικόνας που ακολουθεί από:

α. την απομάκρυνση των γεωσκωλήκων.

β. τον ψεκασμό των δέντρων με εντομοκτόνα. Να αιτιολογήσεις τις απαντήσεις σου.

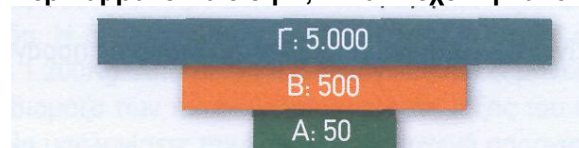


Λύση.

α. Με την απομάκρυνση των σκουληκιών θα εξαφανιστούν οι αρουραίοι, οι οποίοι τρέφονται αποκλειστικά από σκουλήκια. Ο τρυποκάρυδος τρέφεται επίσης από σκουλήκια αλλά και από αράχνες και προνύμφες και έτσι δε θα επηρεαστεί ο πληθυσμός του. Με την εξαφάνιση των αρουραίων θα εξαφανιστούν και τα φίδια. Οι κουκουβάγιες που τρέφονται και αυτές από αρουραίους και από οργανισμούς άλλων ειδών (ποντικοί, σπίνοι) δε θα επηρεαστούν.

β. Ο ψεκασμός των δέντρων με εντομοκτόνα θα έχει ως αποτέλεσμα να εξαφανιστούν οι σπίνοι και οι αράχνες. Ο πληθυσμός των τρυποκάρυδων θα ελαττωθεί, με αποτέλεσμα την ελάττωση των σκουληκιών, των αρουραίων και των φιδιών. Πιθανόν να επηρεαστεί και ο πληθυσμός των κουκουβαγιών.

22. Η πυραμίδα πληθυσμού ατόμων ενός αυτότροφου οικοσυστήματος που περιλαμβάνει τα είδη Α, Β και Γ έχει την ακόλουθη μορφή:



Να υπολογίσετε το μέσο Βάρος των οργανισμών Α και Γ, αν είναι γνωστό ότι η συνολική Βιομάζα των οργανισμών του δεύτερου τροφικού επιπέδου είναι ίση με 5.000 Kg

Λύση.

Βιομάζα Α = 50.000Kg

Βιομάζα Γ = 500Kg.

Μέσο βάρος Α = 50.000Kg:50 = 1.000Kg.

Μέσο βάρος Γ = 500Kg:5.000 = 0,1Kg.

23. Η τροφική πυραμίδα ενός οικοσυστήματος περιλαμβάνει 4 τροφικά επίπεδα. Ο αριθμός ατόμων στο επίπεδο των παραγωγών είναι 600.000 και η μέση Βιομάζα τους είναι 5 Kg. Να υπολογίσετε τον αριθμό των κορυφαίων καταναλωτών, αν η μέση Βιομάζα τους είναι 50 Kg.

Λύση.

Βιομάζα παραγωγών = $600.000 \cdot 5\text{Kg} = 3.000.000\text{Kg}$.

Βιομάζα καταναλωτών 3^{ης} τάξης = 3.000Kg .

Αριθμός κατ 3^{ης} = $3.000\text{Kg} : 50\text{Kg} = 60$ άτομα.

24. Μια τροφική αλυσίδα περιλαμβάνει τέσσερα τροφικά επίπεδα καταναλωτών. Στο τελευταίο τροφικό επίπεδο η βιομάζα είναι 1 Kg . Αν η βιομάζα των παραγωγών ελαττωθεί κατά 50% , πόσα τροφικά επίπεδα θα υπάρχουν; (Η ελάχιστη βιομάζα που απαιτείται για να στηριχτεί ένα τροφικό επίπεδο από το προηγούμενο είναι 5 Kg)
Λύση.

Η βιομάζα των παραγωγών είναι: 10.000 kg , για ελάττωση 50% η βιομάζα των παραγωγών γίνεται 5.000 kg και τα τροφικά επίπεδα θα είναι 5.

25. Ένα μοσχάρι το οποίο όταν γεννήθηκε ζύγιζε 10kg , έφτασε μέσα σε 2 μήνες, τρεφόμενο μόνο μέσω του θηλασμού, στα 80kg . Πόσο χορτάρι κατανάλωσε η μητέρα του στο ίδιο διάστημα;

Λύση.

Θα μπορούσαμε να κατασκευάσουμε την παρακάτω τροφική αλυσίδα, που αποδίδει τη ροή της ενέργειας από το χορτάρι (παραγωγός) προς την αγελάδα (καταναλωτής 1^{ης} τάξης) και το μοσχάρι (καταναλωτής 2^{ης} τάξης):

χορτάρι → αγελάδα → μοσχάρι

Η διαφορά μάζας που έχουμε σε 2 μήνες είναι $80\text{kg} - 10\text{kg} = 70\text{kg}$, που σημαίνει ότι το μοσχάρι αύξησε τη μάζα του κατά 70kg .

Επειδή από το ένα επίπεδο της τροφικής αλυσίδας μεταβιβάζεται στο επόμενο μόνο το 10% της ενέργειας, αυτό σημαίνει ότι η συγκεκριμένη αύξηση της μάζας του μοσχαριού απαιτεί την κατανάλωση δεκαπλάσιας ποσότητας γάλακτος από την αγελάδα, δηλ. 700kg (εφόσον ο θηλασμός ήταν η μοναδική πηγή τροφής του μοσχαριού στο διάστημα αυτό).

Με τη σειρά της η αγελάδα για την παραγωγή αυτού του γάλακτος θα πρέπει να κατανάλωσε 7.000kg χορτάρι.

Έτσι καθώς ανεβαίνουμε τροφικό επίπεδο η βιομάζα μειώνεται κατά 90% (πέραν το 10%), δηλαδή από τα 7.000kg στα 700kg και τελικά στα 70kg , όπως ήταν άλλωστε αναμενόμενο.

26. Σε ένα οικοσύστημα και σε συγκεκριμένη εποχή βρίσκεται ένας πληθυσμός 10 ατόμων και το κάθε άτομο ζυγίζει 20 Kg . Τα άτομα αυτά τρέφονται ανάλογα με την εποχή είτε με παραγωγούς είτε με φυτοφάγα ζώα. Αν η βιομάζα των παραγωγών είναι 10.000 Kg , να εξηγήσεις αν τα άτομα του πληθυσμού είναι την εποχή αυτή αποκλειστικά:

α. καταναλωτές πρώτης τάξης

β. καταναλωτές δεύτερης τάξης

Λύση.

Αν ο πληθυσμός ήταν αποκλειστικά καταναλωτές δεύτερης τάξης, τότε η βιομάζα τους θα ήταν 100 kg , όμως η βιομάζα τους είναι 200 kg , επομένως είναι καταναλωτές πρώτης τάξης.

27. Αν η ενέργεια που αντιστοιχεί στους κορυφαίους καταναλωτές είναι $0,01\%$ της ενέργειας των παραγωγών, να βρεις τον αριθμό των τροφικών επιπέδων της τροφικής αλυσίδας.

Λύση.

$$E_K = \frac{0,01}{100} E_{\pi} \Rightarrow E_K = 10^{-4} E_{\pi} \text{ επομένως}$$

$$E_{K-1} = 10^{-3} E_{\pi}, E_{K-2} = 10^{-2} E_{\pi}, E_{K-3} = 10^{-1} E_{\pi} \\ \text{και } E_{K-4} = E_{\pi}$$

Άρα 5 τροφικά επίπεδα.

28. Μια τροφική αλυσίδα περιλαμβάνει τέσσερα τροφικά επίπεδα. Αν η ενέργεια όλων των τροφικών επιπέδων είναι 1.111 KJ να βρεις την ενέργεια κάθε τροφικού επιπέδου.

Λύση.

Αν E_1 = παραγωγών, τότε $E_2 = \frac{10}{100} E_1$,

$E_3 = \frac{10}{100} E_2, E_4 = \frac{10}{100} E_3$ επομένως:

$$E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 1.111 \Rightarrow$$

$$E_1 + \frac{10}{100} E_1 + \frac{10}{100} \cdot \frac{10}{100} E_1 + \frac{10}{100} \cdot \frac{10}{100} \cdot \frac{10}{100} E_1$$

$$= 1.111 \Rightarrow E_1 = 1.000 \text{ KJ}, E_2 = 100 \text{ KJ}, E_3 = 10 \text{ KJ},$$

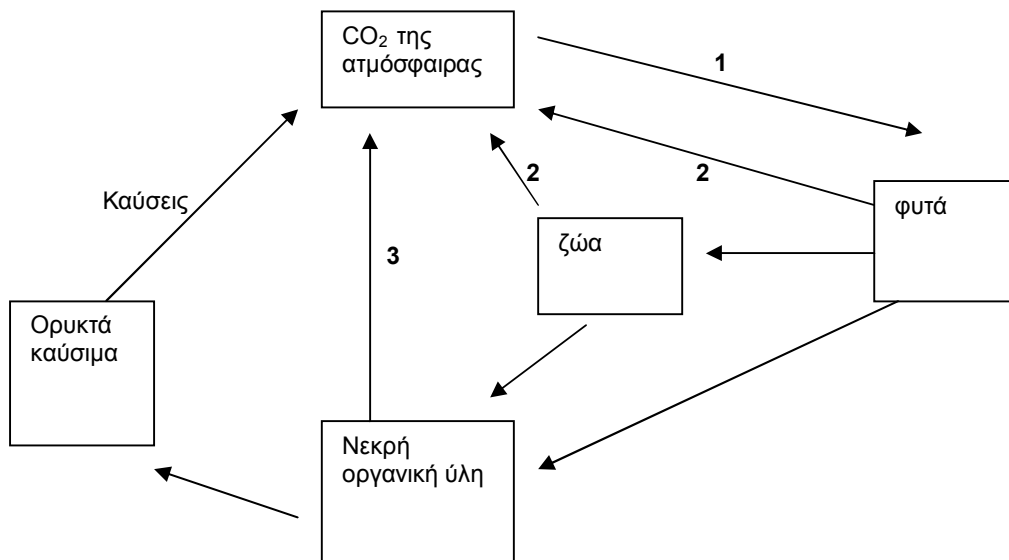
$$E_4 = 1 \text{ KJ}$$

ΚΥΚΛΟΙ

ΟΜΑΔΑ Α

29. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τον κύκλο του άνθρακα:

- α. i. Να ονομάσεις τη διαδικασία που δείχνει το βέλος 1 ;
ii. Ποια άλλη ουσία εκτός από το CO_2 χρειάζεται η διαδικασία 1 ;
β. Να ονομάσεις τη διαδικασία που δείχνει το βέλος 2.
γ. i. Να ονομάσεις τη διαδικασία 3.
ii. Να αναφέρεις δύο ομάδες οργανισμών που τη φέρουν εις πέρας.
iii. Ποιοι περιβαλλοντικοί παράγοντες την επηρεάζουν;



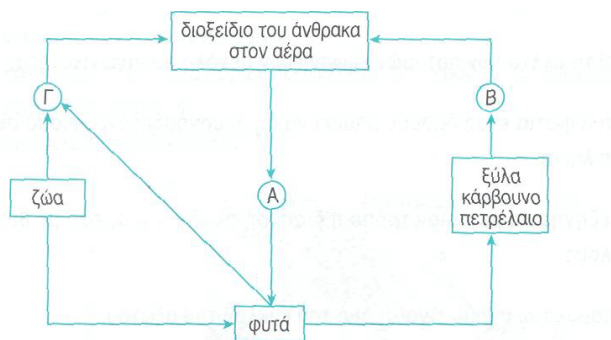
Λύση.

α. i. Φωτοσύνθεση ii H_2O

β. κυτταρική αναπνοή

γ. i αποικοδόμηση ii. βακτήρια και μύκητες iii. Θερμοκρασία, υγρασία

30. Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει ένα τμήμα του κύκλου του άνθρακα. Να προσδιορίσεις σε τι αντιστοιχούν τα γράμματα Α, Β, Γ.



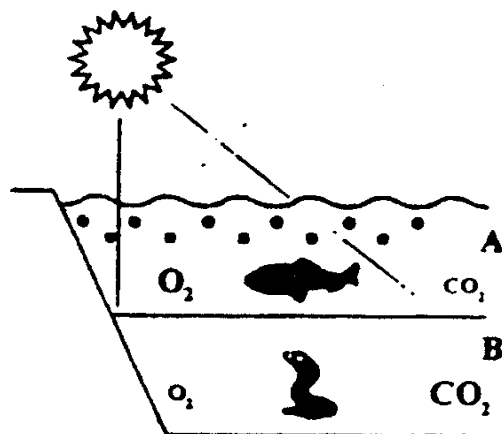
Λύση.

A: φωτοσύνθεση, B: καύση, Γ: κυτταρική αναπνοή

31. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται σε διατομή ένας θαλάσσιος κόλπος στον οποίο υπάρχουν δυο διακριτά οικοσυστήματα. Το οικοσύστημα A, στο οποίο η εισαγωγή ενέργειας γίνεται με τη μορφή ηλιακής ακτινοβολίας και το οικοσύστημα B στο οποίο καθώς το ηλιακό φως δεν φτάνει, η εισαγωγή ενέργειας γίνεται με τη μορφή νεκρής οργανικής ύλης από το παραπάνω στρώμα.

α. Για ποιο λόγο η συγκέντρωση του O_2 είναι μεγαλύτερη στο οικοσύστημα A σε σχέση με το B;

β. Για ποιο λόγο η συγκέντρωση του CO_2 είναι μεγαλύτερη στο οικοσύστημα B σε σχέση με το A;



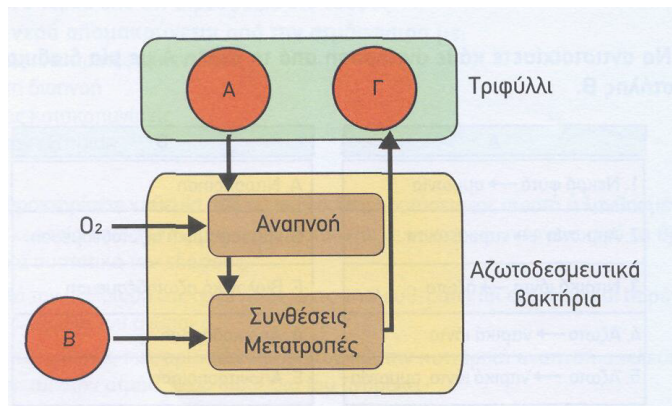
Λύση.

ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΟΤΙ ΓΙΑ ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΑΤΑΙ CO_2 ΚΑΙ ΑΠΟΒΑΛΛΕΤΑΙ O_2 .

α. Στο οικοσύστημα A φτάνει το φως, γίνεται φωτοσύνθεση, οπότε ο ρυθμός παραγωγής του O_2 είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό κατανάλωσης του. Αντίθετα στο οικοσύστημα B που δεν φτάνει το φως, δεν γίνεται φωτοσύνθεση, οπότε ο ρυθμός παραγωγής του O_2 είναι μικρότερος από το ρυθμό κατανάλωσης του, λόγω των αυξημένων αναπνευστικών αναγκών.

β. Στο οικοσύστημα A λόγω της φωτοσύνθεσης, ο ρυθμός κατανάλωσης του CO_2 είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του, λόγω της φωτοσύνθεσης. Στο οικοσύστημα B ισχύουν τα αντίθετα.

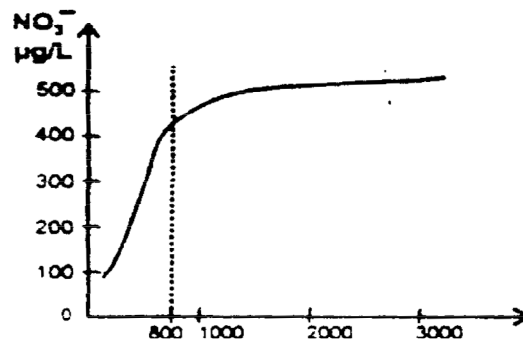
32. Στο σχήμα εικονίζονται οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε ένα ψυχανθές, τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια και το περιβάλλον τους. Να ονομάσετε τις ουσίες A, B και Γ.



Λύση.

Α. Γλυκόζη (οργανικές ενώσεις), Β. Μοριακό άζωτο, Γ. Νιτρικά ιόντα.

33. Με δεδομένο ότι ο κύκλος του αζώτου ισχύει στα υδάτινα οικοσυστήματα όπως και στα χερσαία, με το φυτοπλαγκτόν να αντιστοιχεί στα χερσαία φυτά, να εξηγήσετε γιατί παρατηρείται μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) σε βάθος 0 - 800 μέτρα, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

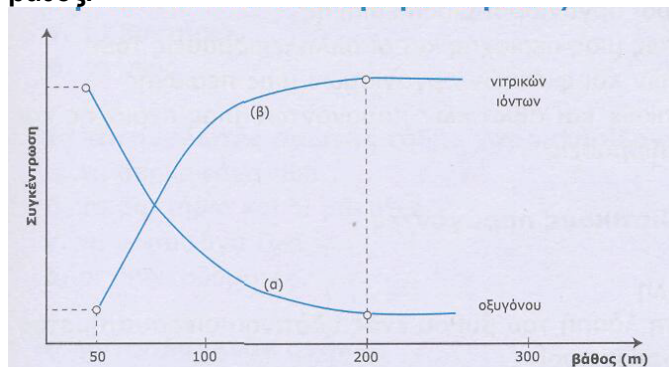


Λύση.

Το φυτοπλαγκτόν, όπως και τα χερσαία φυτά, προσλαμβάνουν νιτρικά ιόντα προκειμένου να φτιάξουν τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά τους οξέα.

Η φωτοσύνθεση γίνεται μέχρι εκεί που φτάνει το φως, έτσι όσο αυξάνεται το βάθος μειώνεται η φωτοσύνθεση, η παραγωγικότητα και προφανώς και το φυτοπλαγκτόν. Αυτό έχει σαν συνέπεια τα νιτρικά ιόντα να μην απορροφώνται και έτσι να αυξάνει βαθμιαία η συγκέντρωση των ελεύθερων ιόντων στο νερό. Ταυτόχρονα η οργανική ύλη και το άζωτο μετατρέπεται από τους αποικοδομητές αρχικά σε αμμωνία και τελικά σε νιτρικά ιόντα, τροφοδοτώντας έτσι με επιπλέον νιτρικά ιόντα το οικοσύστημα.

34. Οι παρακάτω καμπύλες αναφέρονται σε υδάτινο οικοσύστημα. Να εξηγήσετε τη μεταβολή της συγκέντρωσης του οξυγόνου και των νιτρικών ιόντων ανάλογα με το βάθος.



Λύση.

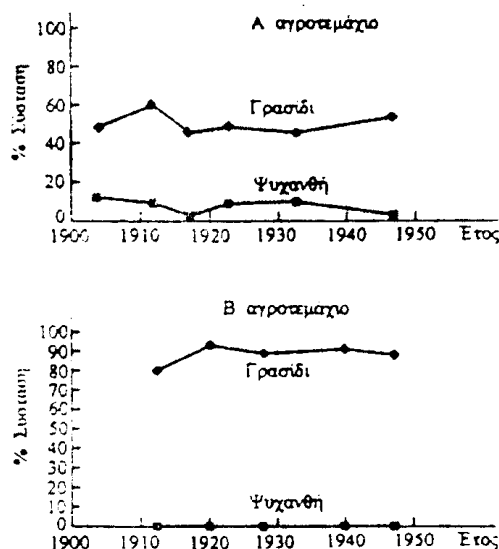
Καμπύλη (α): Εισαγωγή για τη φωτοσύνθεση και την κυτταρική αναπνοή ... (βλ. σχολικό βιβλίο, σελ. 70, 85).

- **0-50 m:** Σε μικρό βάθος φθάνει πολύ φως, υπάρχουν πολλοί παραγωγοί, οπότε με τη φωτοσύνθεση απελευθερώνουν μεγάλη ποσότητα οξυγόνου (ρυθμός παραγωγής > ρυθμό κατανάλωσης).
- **50-200 m:** Η ένταση του φωτός μειώνεται, οπότε λιγοστεύουν οι παραγωγοί, με αποτέλεσμα ο ρυθμός παραγωγής οξυγόνου με τη φωτοσύνθεση να είναι όλο και μικρότερος έναντι του ρυθμού κατανάλωσής του με τη διαδικασία της κυτταρικής αναπνοής.
- **200 m και κάτω:** Δεν φθάνει το φως, δεν πραγματοποιείται φωτοσύνθεση, παρά μόνο κυτταρική αναπνοή που καταναλώνει οξυγόνο, με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή του στο νερό να είναι πολύ μικρή.

Καμπύλη (β): Τα νιτρικά ιόντα είναι θρεπτικά συστατικά τα οποία δεσμεύουν μόνο οι παραγωγοί, και τα μετατρέπουν σε αζωτούχες οργανικές ενώσεις (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα). Με την αύξηση του βάθους τα ιόντα αυξάνουν γιατί ελαττώνονται οι παραγωγοί, οπότε παραμένουν στο νερό του υδάτινου οικοσυστήματος. Επιπλέον, σε μεγάλο βάθος παράγονται νιτρικά ιόντα από την αμμωνία, με τη βοήθεια των νιτροποιητικών βακτηρίων. Η αμμωνία προκύπτει από την αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης.

ΟΜΑΔΑ Β

35. Στο διάγραμμα Α φαίνεται η εκατοστιαία σύσταση ενός αγροτεμαχίου που δε λιπάνθηκε σε αντίθεση με το Β που λιπαινόταν εντατικά από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Εξηγήστε γιατί στο οικοσύστημα Α περιέχονται περισσότερα ψυχανθή από το Β, καθώς και γιατί στο οικοσύστημα Β περιέχεται περισσότερο γρασίδι από το Α.

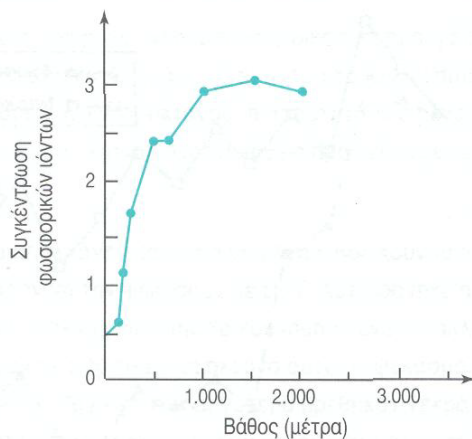


Λύση.

Στο Α αγροτεμάχιο η λίπανση έγινε φυσικά με αποτέλεσμα τα ψυχανθή να αναπτυχθούν περισσότερο εκμεταλλευόμενα τα νιτρικά ιόντα που τους προσφέρουν τα συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια στις ρίζες τους. Το περίσσειμα αυτών των νιτρικών ιόντων, που εμπλουτίζει ταυτόχρονα το έδαφος, τρέφει δευτερευόντως και το γρασίδι, ο πληθυσμός του οποίου δεν αυξήθηκε υπερβολικά και έτσι τα ψυχανθή διατηρήθηκαν σε υψηλά ποσοστά.

Η προσθήκη λιπάσματος στο αγροτεμάχιο Β είχε σαν αποτέλεσμα την πρόσληψή του κυρίως από το γρασίδι, ο πληθυσμός του οποίου αυξήθηκε με γοργούς ρυθμούς. Τα ψυχανθή άλλωστε όπως γνωρίζουμε δεν απαιτούν τεχνητή αζωτούχο λίπανση. Τέλος η κατάληψη του χώρου και η εκμετάλλευση και άλλων στοιχείων του εδάφους καθώς και του νερού οδήγησε τελικά στην οριακή ελάττωση των ψυχανθών.

36. Η παρακάτω καμπύλη του σχήματος παριστάνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης των φωσφορικών ιόντων σε έναν ωκεανογραφικό σταθμό του Ειρηνικού. Να εξηγήσεις τη μεταβολή.

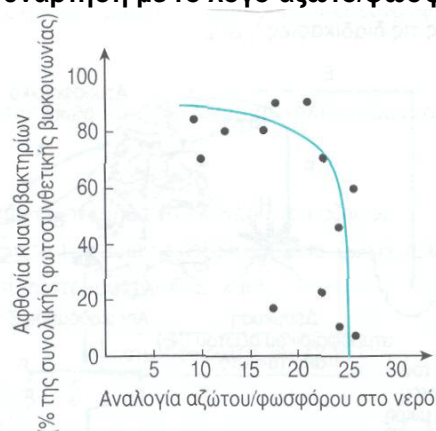


Λύση.

Η αύξηση των φωσφορικών ιόντων με το βάθος οφείλεται:

- στη μείωση των παραγωγών που καταναλώνουν τα φωσφορικά ιόντα λόγω της μειωμένης διείσδυσης του φωτός
- στην αύξηση της αποικοδομητικής δραστηριότητας

37. Η παρακάτω καμπύλη δείχνει τη μεταβολή του ποσοστού (%) των κυανοβακτηρίων σε σχέση με τους άλλους φωτοσυνθετικούς πληθυσμούς σε μια λίμνη σε συνάρτηση με το λόγο άζωτο/φώσφορος για διάφορες χρονικές περιόδους.



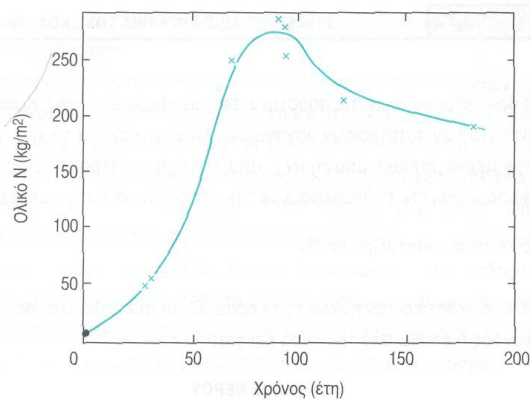
α. Πώς διακρίνονται τα κυανοβακτήρια ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους και γιατί;

β. Να εξηγήσεις τη μεταβολή της καμπύλης.

Λύση.

- Παραγωγοί (αυτότροφοι) διότι παράγουν οι ίδιοι μέσω της φωτοσύνθεσης τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους.
- Με την αύξηση του λόγου N/P αυξάνονται τα κυανοβακτήρια διότι πραγματοποιούν βιολογική αζωτοδέσμευση.

38. Η καμπύλη του παρακάτω σχήματος δείχνει τη μεταβολή του ολικού αζώτου σε ένα χερσαίο οικοσύστημα σε συνάρτηση με το χρόνο, όπου παρατηρείται διαδοχική επικράτηση ενός είδους από κάποιο άλλο. Να εξηγήσεις τη μεταβολή.



Λύση.

Η αύξηση του ολικού αζώτου μπορεί να οφείλεται στη σταδιακή εποίκηση του οικοσυστήματος από φυτά που βρίσκονται στις ρίζες

τους αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Η μείωση οφείλεται στην αντικατάσταση των παραπάνω φυτών από άλλα που δε φέρουν τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια στις ρίζες τους.

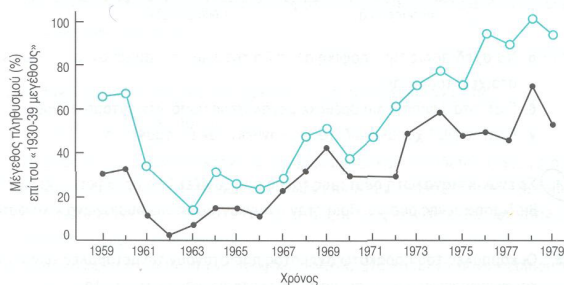
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΟΛΥΝΣΗΣ-ΡΥΠΑΝΣΗΣ

ΟΜΑΔΑ Α

39. Οι παρακάτω καμπύλες του σχήματος δείχνουν το μέγεθος του πληθυσμού ενός αρπακτικού πτηνού:

ο: αριθμός ζευγαριών που γεννούσαν αυγά

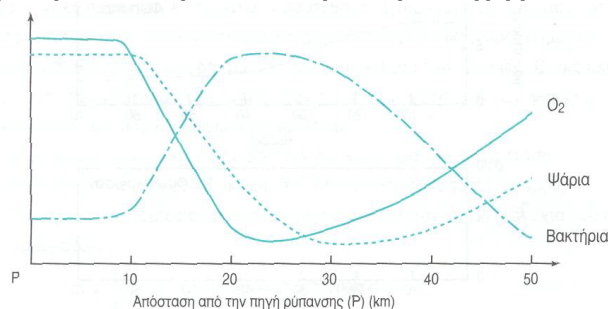
• : αριθμός ζευγαριών που ολοκλήρωσαν με επιτυχία την εκτροφή των νεοσσών. Να εξηγήσεις τη μείωση του μεγέθους του πληθυσμού του πτηνού κατά τη χρονική περίοδο 1959-1963.



Λύση.

Η μείωση του μεγέθους του πληθυσμού θα μπορούσε να εξηγηθεί από: πολύ αντίξοες καιρικές συνθήκες, αυξημένη θήρευση, μείωση της τροφής, ασθένειες κ.ά. Όμως, μια πολύ πιθανή αιτία θα μπορούσε να είναι η αλόγιστη χρήση DDT εκείνη την περίοδο (1959-1963). Η συσσώρευση του στους ιστούς του αρπακτικού πτηνού (φαινόμενο βιοσυσσώρευσης) καθιστά εύθραυστα τα κελύφη των αυγών του, με συνέπεια τη μείωση των ρυθμών αναπαραγωγής του.

40. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου, του αριθμού των βακτηρίων και των ψαριών σε ένα ποτάμι, καθώς μεταβάλλεται η απόσταση από μία πηγή ρύπανσης.



α. Σε ποια απόσταση από την πηγή ρύπανσης βρίσκεται περίπου το σημείο απόρριψης;

β. Ποια είναι η πιθανή αιτία της ρύπανσης;

γ. Να εξηγήσεις τις καμπύλες του σχήματος.

δ. Να δώσεις μια πιθανή αιτία του χαμηλού αριθμού ατόμων ψαριών στα 50 Km από το σημείο απόρριψης.

Λύση.

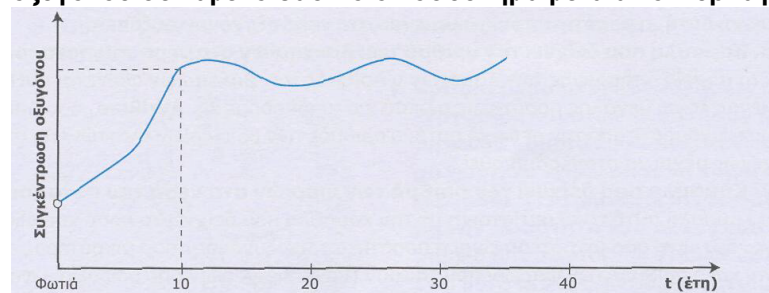
α. 8 km

β. Οικιακά λύματα, λιπάσματα

γ. Η ρύπανση προκάλεσε αύξηση του αριθμού των αποικοδομητών (βακτήρια) λόγω πληθώρας νεκρής οργανικής ύλης. Η αύξηση των αποικοδομητών προκάλεσε ελάττωση στη συγκέντρωση του οξυγόνου και επομένως και των ψαριών.

δ. Πιθανόν ο αριθμός των άλλων οργανισμών που είναι τροφή για τα ψάρια είναι ακόμα μικρός. Επίσης τοξικές ουσίες πιθανόν να βρίσκονται στο νερό ή στην τροφική αλυσίδα.

41. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τις διακυμάνσεις της συγκέντρωσης του οξυγόνου σε καμένο δασικό οικοσύστημα μετά από πυρκαγιά. Να εξηγήσετε σχετικά.

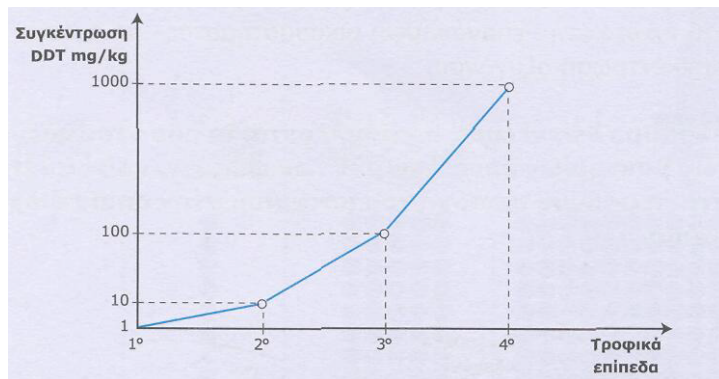


Λύση.

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... ανασταλτικές επεμβάσεις όπως η βόσκηση (βλ. σχολικό βιβλίο, σελ. 101, 102).

Με τη φωτοσύνθεση, οι νέοι βλαστοί και τα φύλλα, καθώς και τα νέα φυτά που προκύπτουν, αυξάνουν σταδιακά τη συγκέντρωση του οξυγόνου, με αποτέλεσμα μετά τα 10 πρώτα έτη –επανάκαμψη οικοσυστήματος– να έχουμε τη μέγιστη δυνατή συγκέντρωση οξυγόνου.

42. Το παρακάτω διάγραμμα μας δείχνει τη συγκέντρωση του μη βιοδιασπώμενου εντομοκτόνου DDT στα τέσσερα τροφικά επίπεδα οικοσυστήματος. Να εξηγήσετε σχετικά.



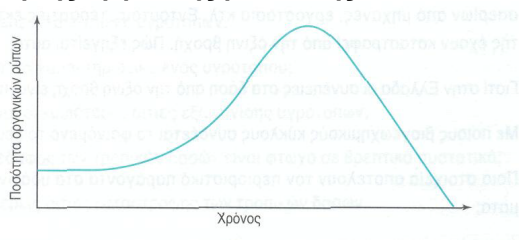
Λύση.

Ορισμός βιοσυσώρευσης... (βλ. σχολικό βιβλίο, σελ. 110).

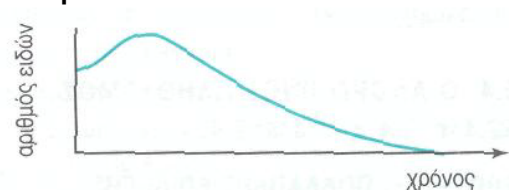
• Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα, βλέπουμε ότι η συγκέντρωση του DDT δεκαπλασιάζεται από επίπεδο σε επίπεδο. Αυτό συμβαίνει γιατί ουσίες όπως το DDT δεν διασπώνται (μη βιοδιασπώμενες) από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα, ακόμη κι αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές, καθώς περνούν από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο. Αυτό συμβαίνει γιατί από τους παραγωγούς προς τους κορυφαίους καταναλωτές, ενώ μειώνεται η βιομάζα των οργανισμών (πτωτική τάση της τάξης του 90%), η ποσότητα του DDT μεταφέρεται ολόκληρη από επίπεδο σε επίπεδο.

ΟΜΑΔΑ Β

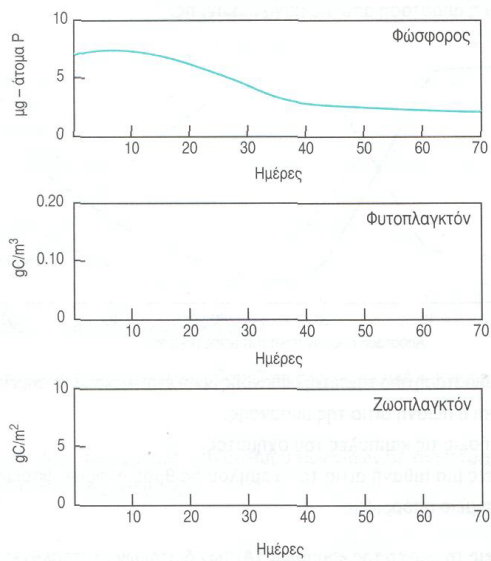
43. Να σχεδιάσεις την καμπύλη του αριθμού των ειδών σε αντιστοιχία με την καμπύλη της οργανικής ρύπανσης.



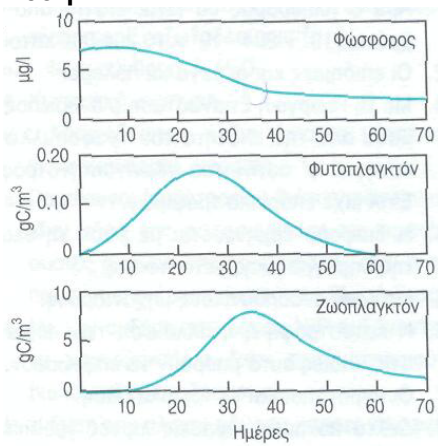
Λύση.



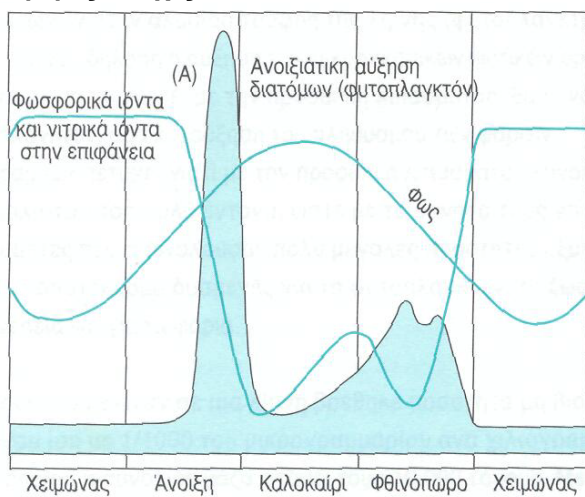
44. Να σχεδιάσεις τις καμπύλες του φυτοπλαγκτόν και του ζωοπλαγκτόν σε συνάρτηση με την καμπύλη του φωσφόρου που δίνεται στο παρακάτω σχήμα



Λύση.



45. Να εξηγήσεις τη μορφή της καμπύλης (Α) των διατομών (φυτοπλαγκτόν) στις διάφορες εποχές.



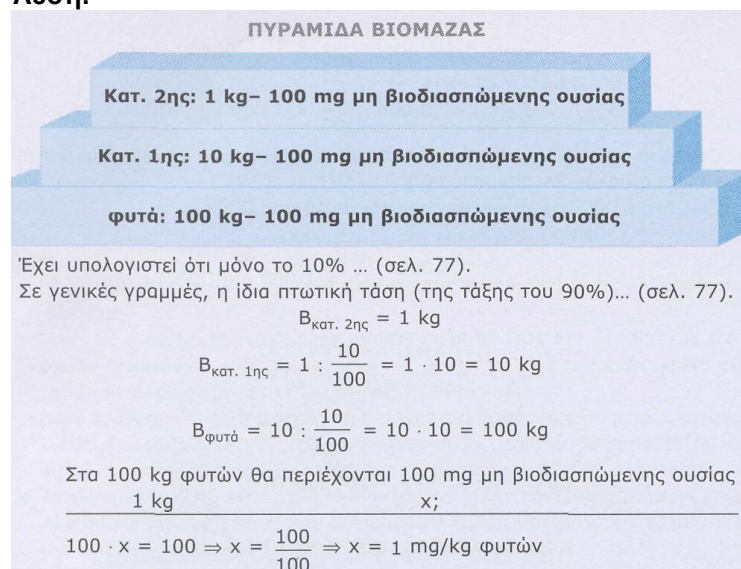
Λύση.

- Το χειμώνα ο αριθμός των διατόμων είναι μικρός λόγω μικρής έντασης φωτός, μολονότι τα θρεπτικά στοιχεία είναι άφθονα.
- Την άνοιξη είναι πολύ μεγάλος λόγω πληθώρας θρεπτικών στοιχείων και μεγάλης έντασης φωτός.
- Το καλοκαίρι μειώνεται και πάλι ο αριθμός των διατόμων λόγω μείωσης των θρεπτικών στοιχείων, μολονότι η ένταση του φωτός είναι μεγάλη.
- Το φθινόπωρο και πάλι αυξάνεται λόγω των θρεπτικών στοιχείων και του φωτός.

ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ

ΟΜΑΔΑ Α

46. Σε έναν καταναλωτή 2ης τάξης που ζυγίζει 1 Kg βρέθηκαν 100 mg μη βιοδιασπώμενης ουσίας. Ποια ήταν η συγκέντρωση της ουσίας αυτής στα φυτά;
Λύση.



47. Προκειμένου να απαλλαγεί μια λίμνη από ένα είδος κουνουπιού, οι αρχές της περιοχής αποφάσισαν να την ψεκάσουν με DDT. Αυτό φάνηκε αποτελεσματικό, διότι αρχικά η λίμνη απαλλάχτηκε από τα κουνούπια, ενώ τα άλλα είδη ζώων φάνηκε να μην επηρεάζονται από το εντομοκτόνο αυτό. Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε και την επόμενη χρονιά. Λίγα χρόνια αργότερα βρέθηκαν νεκρά τα ψαροπούλια που ζούσαν κοντά στη λίμνη. Η εξέταση των νεκρών σωμάτων τους έδειξε ότι περιείχαν σε μεγάλα ποσοστά εντομοκτόνο. Η εξέταση των υπόλοιπων ζώων και φυτών έδειξε τα αποτελέσματα που αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Οργανισμοί	Ποσότητα DDT/μονάδα μάζας
Μικρά ψάρια	10 μονάδες
Ζωοπλαγκτόν	5 μονάδες
Φυτοπλαγκτόν	1 μονάδα
Μεγάλα ψάρια	100 μονάδες
Νερό της λίμνης	0,3 μονάδες
Ψαροπούλια	1.600 μονάδες

α. Να σχεδιάσεις την τροφική αλυσίδα της λίμνης, λαμβάνοντας υπόψη και τα στοιχεία του πίνακα.

β. Γιατί στα ψαροπούλια βρέθηκε μεγαλύτερη ποσότητα εντομοκτόνου;

γ. Γιατί το DDT χαρακτηρίζεται ως «ανθεκτικό» εντομοκτόνο;

Λύση.

α. φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → μικρά

ψάρια → μεγάλα ψάρια → ψαροπούλια

β. Η ουσία (DDT) δε βιοδιασπάται με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συγκέντρωσή του από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα.

γ. Γιατί δε βιοδιασπάται.

48. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας, που αναφέρεται στο φαινόμενο της βιοσυσσωρευσης.

Τροφικά επίπεδα	Συγκέντρωση DDT (mg/Kg)
A	100
B	1
Γ	1.000
Δ	10

Να γράψετε την αντίστοιχη τροφική αλυσίδα, εξηγώντας ταυτόχρονα το αποτέλεσμα. ΑΠ.

Τροφική αλυσίδα: B → Δ → A → Γ

Το τροφικό επίπεδο B αντιστοιχεί στους παραγωγούς, αφού εμφανίζει τη μικρότερη συγκέντρωση DDT (1 mg/kg).

Το τροφικό επίπεδο Δ αντιστοιχεί στους καταναλωτές 1ης τάξης, αφού εμφανίζει την αμέσως μεγαλύτερη συγκέντρωση DDT (10 mg/kg).

Το τροφικό επίπεδο A αντιστοιχεί στους καταναλωτές 2ης τάξης.

Τέλος, το τροφικό επίπεδο Γ αντιστοιχεί στους καταναλωτές 3ης τάξης – κορυφαίοι καταναλωτές, αφού εμφανίζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση DDT (1.000 mg/kg).

Αιτιολόγηση: Βλέπε εξήγηση άσκησης 1γ.

49. Έστω ότι σε μία λίμνη ισχύει η τροφική αλυσίδα:

Φυτοπλαγκτόν→Ζωοπλαγκτόν→Ψάρια→Γλάρροι.

Όλοι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου. Η συνολική ενέργεια που εμπεριέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 4.000.000 KJ, ενώ σε 1 Kg φυτοπλαγκτόν εμπεριέχεται ενέργεια ίση με 40 KJ

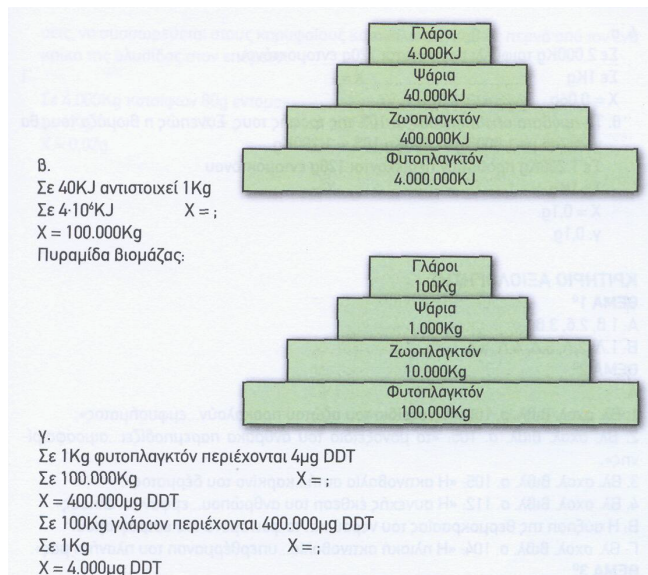
α. Να υπολογίσετε την ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη τροφική πυραμίδα.

β. Να υπολογίσετε τη βιομάζα όλων των τροφικών επιπέδων και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη τροφική πυραμίδα,

γ. Από μετρήσεις που έγιναν υπολογίστηκε ότι σε 1Kg φυτοπλαγκτόν περιέχονται 4 μg DDT. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου στο επίπεδο των γλάρων (μg DDT/Kg γλάρων).

Λύση.

α. Πυραμίδα ροής ενέργειας:

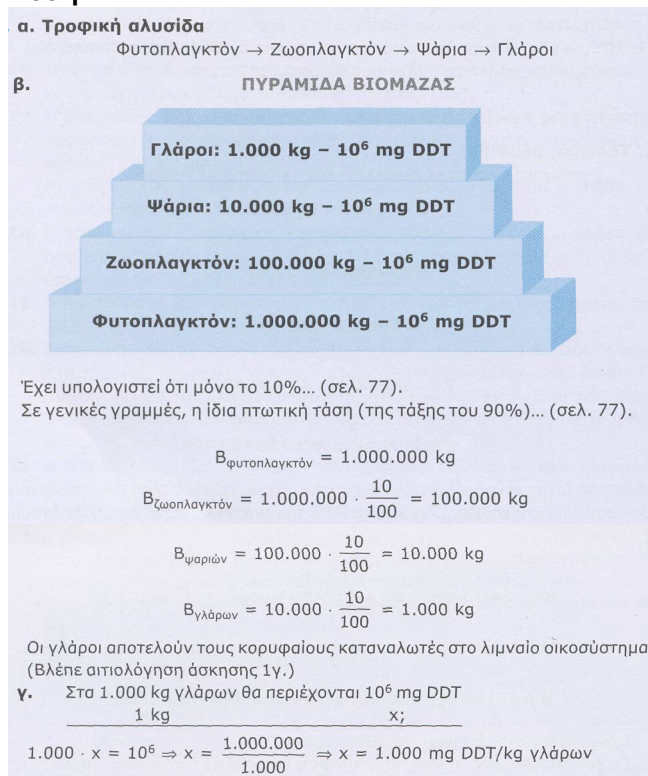


50. Σε λιμναίο οικοσύστημα ισχύει η τροφική αλυσίδα:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → γλάροι

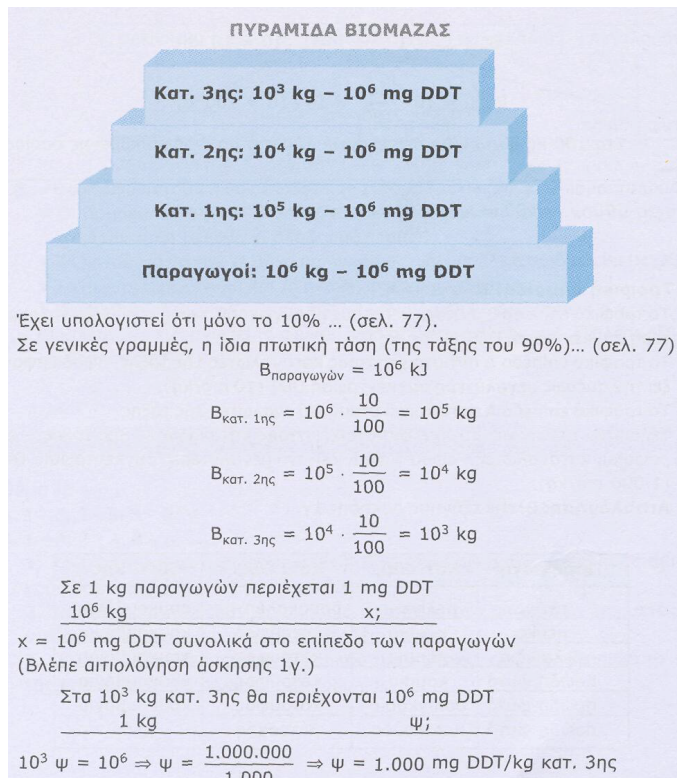
Από μετρήσεις που έγιναν βρέθηκε στους παραγωγούς ποσότητα του εντομοκτόνου DDT ίση με 10^6 mg. Αν η βιομάζα των παραγωγών είναι 1.000.000 Kg, να βρείτε τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου στους γλάρους. (Θεωρήστε ότι όλη η βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου καταναλώνεται σταδιακά από τους οργανισμούς του αμέσως ανώτερου επιπέδου.)

Λύση.



51. Από μετρήσεις που έγιναν στους παραγωγούς ενός οικοσυστήματος βρέθηκε συγκέντρωση του εντομοκτόνου DDT ίση με 1 mg/Kg. Αν η βιομάζα των παραγωγών είναι 10^6 Kg, να βρείτε τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου στους καταναλωτές 3ης τάξης. (Θεωρήστε ότι όλη η βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου καταναλώνεται σταδιακά από τους οργανισμούς του αμέσως ανώτερου επιπέδου.)

Λύση.



52. Από μετρήσεις που έγιναν σε μία λίμνη βρέθηκε ποσότητα μη Βιοδιασπώμενου εντομοκτόνου ίση με 0,1 ng ανά Kg φυτοπλαγκτόν, το οποίο έχει Βιομάζα 200.000 τόνους. Η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος περιλαμβάνει το ζωοπλαγκτόν, το φυτοπλαγκτόν, τα παρυδάτια πτηνά και τα ψάρια. Να υπολογίσετε:

α. Την ποσότητα εντομοκτόνου που αναμένεται να βρεθεί στα παρυδάτια πτηνά με την προϋπόθεση ότι τρέφονται αποκλειστικά από τα ψάρια της λίμνης.

β. Την ποσότητα εντομοκτόνου που αναμένεται να βρεθεί σε ένα ψάρι αν η βιομάζα του είναι 100g.

Λύση.

α. Η τροφική αλυσίδα είναι:

φυτοπλαγκτόν $\rightarrow$ ζωοπλαγκτόν $\rightarrow$ ψάρια $\rightarrow$ παρυδάτια πτηνά

Σε 1Kg φυτοπλαγκτόν 0,1ngDDT

Σε $2 \cdot 10^8 \text{ Kg}$ $X =$;

Η ποσότητα του DDT στο φυτοπλαγκτόν είναι ίση με $2 \cdot 10^7 \text{ ng}$.

Η ποσότητα αυτή μεταφέρεται στα πτηνά, τα οποία έχουν βιομάζα $2 \cdot 10^5 \text{ Kg}$. Έχουμε:

Σε $2 \cdot 10^5 \text{ Kg}$ πτηνών περιέχονται $2 \cdot 10^7 \text{ ng DDT}$

Σε 1Kg $X =$;

$X = 100 \text{ ng DDT}$.

β. Βιομάζα ψαριών = $2 \cdot 10^6 \text{ Kg}$ ή $2 \cdot 10^9 \text{ g}$.

Σε $2 \cdot 10^9 \text{ g}$ ψαριών περιέχονται $2 \cdot 10^7 \text{ ng DDT}$

Σε 100g $X =$;

$X = 1 \text{ ng DDT}$.

53. Σ' ένα οικοσύστημα υπάρχει η τροφική αλυσίδα:

φυτά $\rightarrow$ κάμπιες $\rightarrow$ κότσυφες $\rightarrow$ κουκουβάγιες.

Στο οικοσύστημα υπάρχουν 120 κουκουβάγιες με μέση Βιομάζα 500g Στην περιοχή χρησιμοποιήθηκε μη βιοδιασπώμενο εντομοκτόνο το οποίο δέσμευσαν οι παραγωγοί. Αν η συγκέντρωση της ουσίας αυτής στους ιστούς των καταναλωτών 2^{ης} τάξης είναι 0,05 mg/Kg, να υπολογίσετε την ποσότητα εντομοκτόνου που χρησιμοποιήθηκε.

Λύση.

Βιομάζα κουκουβαγιών: $120\cdot 500\text{g}=60.000\text{g}$ ή 60Kg .

Από την πυραμίδα βιομάζας προκύπτει ότι η βιομάζα των κοτσυφιών είναι ίση με 600Kg .

Σε 1Kg περιέχονται $0,05\text{mg}$ εντομοκτόνου

Σε 600Kg

$X = ;$

$X = 30\text{mg}$ εντομοκτόνου.

54. Σ ένα υδάτινο οικοσύστημα παρατηρείται η ακόλουθη τροφική αλυσίδα

φυτοπλαγκτόν→μύδια→καβούρια→αστακός.

Η συγκέντρωση υδραργύρου (Hg) στο φυτοπλαγκτόν είναι $2\mu\text{g/Kg}$. Ο υδράργυρος αποτελεί μη βιοδιασπώμενη ουσία,

α. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του Hg, στους αστακούς.

β. Εάν ένας άνθρωπος καταναλώσει σε ορισμένο χρονικό διάστημα 5Kg μύδια, να υπολογίσετε την ποσότητα Hg που συσσωρεύεται στο σώμα του.

Λύση.

α. Η συγκέντρωση του υδραργύρου στα μύδια είναι δεκαπλάσια σε σχέση με το φυτοπλαγκτόν κ.ο.κ. Συνεπώς η συγκέντρωση του στους αστακούς είναι $2.000\mu\text{g/Kg}$.

β. Η συγκέντρωση του υδραργύρου στα μύδια είναι $20\mu\text{g/Kg}$. Συνεπώς μετά την κατανάλωση 5Kg μυδιών θα συσσωρευτούν $100\mu\text{g}$ Hg.

ΟΜΑΔΑ Β

55. Σε μια γεωργική έκταση ρίχτηκαν μεγάλες ποσότητες εντομοκτόνου προκειμένου να καταπολεμηθεί ένα είδος καταστροφικής για τις καλλιέργειες κάμπιας. Μετά από μερικούς μήνες διαπιστώθηκε ότι από τους ζωϊκούς οργανισμούς αυτοί που επλήγησαν περισσότερο, λόγω του εντομοκτόνου ήταν τα πουλιά που αποτελούν τους κορυφαίους καταναλωτές.

α. Για ποιο λόγο κατά τη γνώμη σας συμβαίνει αυτό;

β. Υποθέστε ότι αντί του εντομοκτόνου επιλεγόταν η προσθήκη στις καλλιέργειες ενός εντόμου που είναι ανταγωνιστικό της κάμπιας, αλλά δεν βλάπτει τα φυτά. Ποια θα ήταν κατά τη γνώμη σας τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής;

Λύση.

α. Το εντομοκτόνο είναι προφανώς μη βιοδιασπώμενη ουσία. Για το λόγο αυτό συγκεντρώνεται στον κορυφαίο καταναλωτή (φαινόμενο βιοσυσσώρευσης).

β. Στα πλεονεκτήματα συγκαταλέγεται ο φυσικός τρόπος αντιμετώπισης που δε ρυπαίνει χημικά το περιβάλλον. Η εισαγωγή όμως σε ένα οικοσύστημα ενός νέου είδους μετατοπίζει τις ισορροπίες που έχουν επιτευχθεί στις σχέσεις των οργανισμών που ζουν εκεί. Είναι λοιπόν πιθανό να προκληθεί μια μόνιμη διαταραχή στη λειτουργία του οικοσυστήματος, ενώ δεν αποκλείεται να χαθούν και κάποια είδη του οικοσυστήματος.

56. Το μέσο βάρος των καταναλωτών 3^{ης} τάξης (κορυφαίοι καταναλωτές) ενός οικοσυστήματος είναι 50Kg και ο πληθυσμός τους 200 άτομα. Το μέσο βάρος των καταναλωτών 2^{ης} και 1^{ης} τάξης είναι 25Kg και 1Kg αντίστοιχα, ενώ ο πληθυσμός των παραγωγών είναι 10^8 άτομα. Σε κάθε 1Kg παραγωγών περιέχονται $0,2\text{ng}$ DDT.

α. Να σχεδιάσετε την πυραμίδα βιομάζας και πληθυσμού ατόμων του οικοσυστήματος.

β. Να υπολογίσετε την ποσότητα DDT που περιέχεται στο σύνολο των καταναλωτών 1^{ης} τάξης του οικοσυστήματος.

γ. Να υπολογίσετε την ποσότητα DDT που αναμένεται να βρεθεί σε 1Kg καταναλωτών 2^{ης} τάξης του οικοσυστήματος.

δ. Να υπολογίσετε την ποσότητα DDT που αναμένεται να βρεθεί στο σώμα ενός κορυφαίου καταναλωτή του οικοσυστήματος.

Λύση.

- α. Η βιομάζα των κορυφαίων καταναλωτών είναι $200 \cdot 50\text{Kg} = 10.000\text{Kg}$.
Είναι γνωστό ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας και της βιομάζας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο. Συνεπώς, η πυραμίδα βιομάζας του οικοσυστήματος είναι:



Αριθμός παραγωγών = 100.000.000 οργανισμοί
Αριθμός κατ. 1ης τάξης = $1.000.000\text{Kg}/1\text{Kg} = 1.000.000$ άτομα
Αριθμός κατ. 2ης τάξης = $100.000\text{Kg}/25\text{Kg} = 4.000$ άτομα
Αριθμός κατ. 3ης τάξης = 200 άτομα
Η πυραμίδα πληθυσμού ατόμων είναι:



- β. Υπολογίζουμε τη συνολική ποσότητα DDT που περιέχεται στους παραγωγούς:
Σε 1Kg παραγωγών περιέχονται 0,2ng DDT
Σε 10.000.000Kg $X =$;

Η συνολική ποσότητα DDT στους παραγωγούς είναι 2.000.000ng.
Η ποσότητα του DDT που αναμένεται να βρεθεί συνολικά στους καταναλωτές 1ης τάξης του οικοσυστήματος είναι ίση μ' αυτήν που υπάρχει στους παραγωγούς, δηλαδή 2.000.000ng.

- γ. Η ίδια ποσότητα DDT θα βρεθεί και στους καταναλωτές 2ης τάξης. Έχουμε:

Σε 100.000Kg κατ. 2ης τάξης περιέχονται 2.000.000ng DDT

Σε 1Kg

$X =$;

Συνεπώς σε 1Kg καταναλωτών 2ης τάξης περιέχονται 20ng DDT.

- δ. Η βιομάζα ενός κορυφαίου καταναλωτή είναι 50Kg. Έχουμε:

Σε 10.000Kg κορυφαίων κατ. περιέχονται 2.000.000ng DDT

Σε 50Kg

$X =$;

Συνεπώς, η ποσότητα του DDT στο σώμα ενός κορυφαίου καταναλωτή είναι ίση με 10.000ng.

57. Ο υδράργυρος (Hg) αποτελεί τοξική, μη βιοδιασπώμενη ουσία. Υποθέτουμε ότι η συσσώρευση 1g υδραργύρου στους ιστούς ενός ανθρώπινου οργανισμού προκαλεί θάνατο. Στις ακτές μιας λίμνης ζουν ψαράδες οι οποίοι καθημερινά τρέφονται, μεταξύ άλλων, με ένα μεγάλο ψάρι μέσου Βάρους 0,5 Kg. Από κάποιο εργοστάσιο ελευθερώθηκαν στο νερό της λίμνης 250 g Hg και όλη αυτή η ποσότητα δεσμεύτηκε από το φυτοπλαγκτόν το οποίο έχει Βιομάζα 40.000 τόνους. Η τροφική αλυσίδα της λίμνης περιλαμβάνει επίσης το ζωοπλαγκτόν και τα μικρά ψάρια. Από τη στιγμή που ο Hg ενσωματώνεται στους ιστούς των μεγάλων ψαριών που τρώνε οι ψαράδες, σε πόσες μέρες θα επέλθει ο πρώτος θάνατος;

Λύση.

Από την πυραμίδα βιομάζας προκύπτει ότι η βιομάζα των μεγάλων ψαριών είναι ίση με 40.000Kg.

Σε 40.000Kg περιέχονται 250g Hg

$X =$;

1g Hg

$X = 160\text{Kg}$ ψάρια.

Συνεπώς ο πρώτος θάνατος θα επέλθει σε $160\text{Kg}/0,5\text{Kg} = 320$ ημέρες.

58. Ένας αγρότης καλλιεργεί τριφύλλι. Προκειμένου να προστατεύσει την καλλιέργεια του από διάφορα έντομα ψεκάζει με μη βιοδιασπώμενο εντομοκτόνο και τα φυτά απορροφούν 120g από αυτό. Δύο μήνες αργότερα ο αγρότης θερίζει το τριφύλλι και το χρησιμοποιεί ως αποκλειστική τροφή για τα πρόβατα του, τα οποία έχουν τη δεδομένη χρονική στιγμή βιομάζα ίση με 1.000 Kg. Σε μερικές εβδομάδες το τριφύλλι, το οποίο έχει βιομάζα 2.000 Kg, καταναλώνεται ισομερώς από τα πρόβατα. Μετά το πέρας της διατροφής των προβάτων ο αγρότης καταναλώνει 1 Kg κρέας. Να υπολογίσετε:

- α. Τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου ανά Kg βιομάζας τριφυλλιού.
 β. Τη συγκέντρωση του εντομοκτόνου ανά Kg βιομάζας προβάτου μετά το πέρας της διατροφής τους με το τριφύλλι.
 γ. Την ποσότητα του εντομοκτόνου στο σώμα του αγρότη μετά το πέρας της διατροφής του με το κρέας.

Λύση.

α.
 Σε 2.000Kg τριφύλλι περιέχονται 120g εντομοκτόνου
 Σε 1Kg $X = ;$
 $X = 0,06g.$
 β. Τα πρόβατα αποθηκεύουν το 10% της τροφής τους. Συνεπώς η βιομάζα τους θα γίνει ίση με $1.000Kg + 2.000Kg \cdot 10\% = 1.200Kg.$
 Σε 1.200Kg προβάτων περιέχονται 120g εντομοκτόνου
 Σε 1Kg $X = ;$
 $X = 0,1g.$
 γ. 0,1g.

59. Από μετρήσεις που έγιναν σε μια λίμνη βρέθηκε ποσότητα μη βιοδιασπώμενου εντομοκτόνου ίση με 1/1000 του μικρογραμμαρίου ανά χιλιόγραμμα φυτοπλαγκτού, του οποίου η συνολική μάζα φτάνει τους 10.000 τόνους. Με δεδομένο ότι η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος περιλαμβάνει το φυτοπλαγκτόν, το ζωοπλαγκτόν, τα ψάρια και τα παρυδάτια πτηνά και ότι τα παρυδάτια πτηνά ζυγίζουν όλα μαζί 10 τόνους, να υπολογιστεί:

- α. Πόση ποσότητα από αυτό το εντομοκτόνο αναμένεται να βρεθεί στα παρυδάτια πτηνά με την προϋπόθεση πως τρέφονται αποκλειστικά με ψάρια της λίμνης;
 β. Πόση ποσότητα αυτού του εντομοκτόνου αναμένεται να βρεθεί σε ένα κιλό ψάρια;
 γ. Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα σας με τη διαδικασία της ροής ενέργειας στο οικοσύστημα αυτό.

Λύση.

α. Η συνολική ποσότητα του εντομοκτόνου στο φυτοπλαγκτόν είναι:

$$1/1000 \mu g/Kg \times 10^7 = 10^4 \mu g$$

Δεδομένου ότι το εντομοκτόνο δε μεταβολίζεται και αποτίθεται στους ιστούς των οργανισμών των διάφορων τροφικών επιπέδων, η ποσότητα που βρέθηκε στο φυτοπλαγκτόν θα βρίσκεται και στους ιστούς των παρυδάτιων πτηνών, δηλαδή $10^4 \mu g$

β. Είναι γνωστό ότι από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο μόνο περίπου το 10% ενσωματώνεται σε βιομάζα, άρα η βιομάζα του ζωοπλαγκτόν, των ψαριών και των παρυδάτιων πτηνών θα είναι $10^6 Kg$, $10^5 Kg$ και $10^4 Kg$ αντίστοιχα. Η συνολική ποσότητα του εντομοκτόνου στα ψάρια είναι $10^4 \mu g$ και επομένως σε ένα κιλό: $10^4/10^5 = 0,1 \mu g/Kg$

γ. Στην περίπτωση της ροής ενέργειας στο οικοσύστημα η ενέργεια ελαττώνεται καθώς περνάει από κατώτερα προς ανώτερα τροφικά επίπεδα. Στην περίπτωση του εντομοκτόνου, η ποσότητα που μένει σταθερή, ενώ η συγκέντρωση του ($\mu g/Kg$) αυξάνεται καθώς προχωρούμε προς τους ανώτερους καταναλωτές.

60. Σε μία τροφική αλυσίδα με τρία τροφικά επίπεδα έχει υπολογιστεί ότι ο καταναλωτής R έχει βάρος 60 Kg και η ποσότητα DDT που έχει εναποτεθεί στο σώμα του είναι 0,6 mg. Ο καταναλωτής G έχει βάρος 800 Kg και στο σώμα του έχουν εναποτεθεί 0,8 mg DDT. Ποιος είναι καταναλωτής 1^{ης} τάξης και ποιος 2^{ης};

Λύση.

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του DDT στο σώμα κάθε καταναλωτή:

Καταναλωτής R:

Σε 60Kg περιέχονται 0,6mg DDT

Σε 1Kg

$X = ;$

$X = 0,01mg DDT/Kg$

Καταναλωτής G:

Σε 800Kg περιέχονται 0,8mg DDT

Σε 1Kg

$Y = ;$

$Y = 0,001mg DDT/Kg$

Το DDT αποτελεί μη βιοδιασπώμενη ουσία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσής του στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας (φαινόμενο βιοσυσσώρευσης). Η συγκέντρωση του DDT στο σώμα του καταναλωτή G είναι μικρότερη σε σχέση με του καταναλωτή R. Συνεπώς, ο καταναλωτής G ανήκει στην 1^η τάξη και ο καταναλωτής R στη 2^η τάξη.