



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος,
Πολυτεχνική Σχολή

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

Στερεός Φλοιός - Έδαφος

Αγγελική Απ. Γαλάνη

Χημικός PhD

Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΙΠ)

Στερεός φλοιός της Γης: Είναι το εξωτερικό στρώμα της Γης

- **Αποτελείται από:**
 - **Πυριγενή πετρώματα που αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του φλοιού.** Προέκυψαν από την πήξη τετηγμένου μάγματος και διακρίνονται σε πλουτώνια, (η πήξη έγινε κάτω από την επιφάνεια) και σε ηφαιστειογενή, (η πήξη έγινε στην επιφάνεια).
 - **Ιζηματογενή πετρώματα, τα οποία αποτελούν το 1% του φλοιού.** Προέρχονται από την καθίζηση υλικών που αιωρούνταν στο νερό ή στην ατμόσφαιρα.
 - **Μεταμορφοσιγενή πετρώματα, τα οποία αποτελούν πολύπλοκη ομάδα που προέρχεται από τη μεταμόρφωση με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων και των πυριγενών και των ιζηματογενών πετρωμάτων.**

Τα πετρώματα που είναι εκτεθειμένα στην ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και τη βιόσφαιρα, υπόκεινται σε μεταβολές (σε αντίθεση με όσα βρίσκονται στη μάζα της λιθόσφαιρας), οι οποίες χαρακτηρίζονται ως αποσάθρωση.

1. **Μηχανική αποσάθρωση:** κατατεμαχίζει τα πετρώματα σε μικρότερα τεμάχια που δίνουν τελικά τους κρυστάλλους των ορυκτών.
2. **Χημική αποσάθρωση.** Ακολουθεί τη μηχανική και διασπά τα ορυκτά, (κάποιες φορές δίνει και νέα ορυκτά).

Δημιουργείται έτσι ένα στρώμα από χαλαρά υλικά, από το οποίο τελικά ανάλογα με τις κλιματολογικές επιδράσεις και τη βλάστηση θα προκύψει το έδαφος.

Πετρώματα

- Αυτοτελείς μορφολογικά αλλά και καθορισμένης ορυκτολογικής σύστασης ανομοιογενείς ομάδες, που αποτελούν το στερεό φλοιό της Γης.

Ορυκτά

- Ομογενή φυσικά συστατικά του στερεού φλοιού της Γης.
- Η χημική τους σύσταση καθώς και οι ιδιότητές τους είναι καθορισμένες.
- Αυτά που συμμετέχουν στο σχηματισμό των πετρωμάτων είναι πάνω από 2000 και διακρίνονται σε:
 - ❖ πρωτογενή, (π.χ. πυρηνικά οξείδια, άστριοι κ.λ.π.)
 - ❖ και δευτερογενή, (ανθρακικά, θειικά, θειούχα, πυριτικά, άργιλλοι και οξείδια).

Μέταλλα και μεταλλεύματα

- Μεταλλεύματα χαρακτηρίζονται τα ορυκτά στα οποία ένα συγκεκριμένο μεταλλικό στοιχείο βρίσκεται σε επαρκώς μεγάλη συγκέντρωση ώστε η εξόρυξή του καθώς και η απόσπασή του να είναι οικονομικά εφικτή.
- Τα περισσότερα από τα μέταλλα εξορύσσονται από μεταλλεύματα σουλφιδίων, οξειδίων, ανθρακικών, χλωριούχων και φωσφορούχων. Αυτά βρίσκονται συγκεντρωμένα σε περιορισμένο αριθμό περιοχών του κόσμου.

Σημαντικά μέταλλα και χρήσεις τους

Σίδηρος, (Fe)

- Τα μεταλλεύματα από τα οποία εξάγεται, περιέχουν συνήθως μίγμα δυο οξειδίων. Αυτά είναι ο αιματίτης, Fe_2O_3 και ο μαγνητίτης, Fe_3O_4 . Όλος ο σίδηρος που εξάγεται από μεταλλεύματα χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ατσάλι, κράμα σιδήρου με μικρό ποσό άνθρακα, το οποίο και προσδιορίζει τις ιδιότητες του ατσαλιού.
 - Χαμηλής περιεκτικότητας άνθρακα, (μικρότερο από 0,25%) σχετικά μαλακό και κατάλληλο για κονσέρβες και καλώδια.
 - Υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, περίπου 1,5%, είναι πολύ σκληρό και χρησιμοποιείται για την κατασκευή εργαλείων και χειρουργικών οργάνων.

Τα αποθέματα Fe είναι υψηλά, όμως η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση θα οδηγήσει στην εξάντλησή τους.

Σημαντικά μέταλλα και χρήσεις τους

Αργίλιο, (Al)

- **Αργίλιο, Al.** Είναι το δεύτερο μετά το σίδηρο πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέταλλο στα βιομηχανοποιημένα κράτη.
- Σχεδόν όλο είναι συστατικό των πολύπλοκων αλάτων του πυριτίου, όμως δεν υπάρχει βιώσιμος τρόπος εξαγωγής του από αυτά.
- **Η πηγή όλου του αργιλίου είναι ο βωξίτης.** Πρόκειται για μετάλλευμα πλούσιο σε οξείδιο αργιλίου το οποίο σε λίγα μέρη στον κόσμο βρίσκεται ως μετάλλευμα, (π.χ. Αυστραλία και Τζαμάικα).

Σημαντικά μέταλλα και χρήσεις τους

Αργίλιο, (Al)

- **Χρησιμοποιείται για:**
 - κατασκευή κονσερβών αφεψημάτων,
 - κατασκευή παράθυρων και πορτών κτιρίων,
 - μαγειρικά εργαλεία,
 - κατασκευή καλωδίων υψηλής τάσης,
 - και τέλος σε μορφή κράματος με το μαγνήσιο, σχηματίζει ελαφρύ και δυνατό υλικό μεγάλης σημασίας για τα αεροπλάνα.
- **Διαβρώνεται δυσκολότερα από το σίδηρο, πράγμα που σημαίνει ότι κονσέρβες φτιαγμένες από αργίλιο, παραμένουν για αρκετό διάστημα στο περιβάλλον.**

Σημαντικά μέταλλα και χρήσεις τους Αργίλιο, (Al)

- Οξείδια αργιλίου με ίχνη υπολειμμάτων συγκεκριμένων μετάλλων είναι πολύτιμοι λίθοι.
 - ❖ **Ρουμπίνια**, κρυσταλλικά οξείδια αργιλίου των οποίων **το κόκκινο χρώμα οφείλεται σε ίχνη χρωμίου.**
 - ❖ **Ζαφείρια**, με διάφορες αποχρώσεις **κίτρινου, πράσινου και μπλε**, των οποίων το χρώμα οφείλεται σε ίχνη νικελίου, μαγνησίου, κοβαλτίου, σιδήρου ή τιτανίου.

Σημαντικά μέταλλα και χρήσεις τους

Χαλκός, (Cu)

- Αποκτάται από μεταλλεύματα μικρής περιεκτικότητας σε θειικό χαλκό.
- Το κόστος απόκτησης του καθαρού μετάλλου είναι υψηλό. διότι η περιεκτικότητά του σε αυτά τα μεταλλεύματα είναι μικρότερη του 1%.
- Πολύτιμα παραπροϊόντα του χαλκού θεωρούνται ο **χρυσός** και ο **άργυρος**, που βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες στα γνήσια μεταλλεύματα.
- Είναι άριστος αγωγός του ηλεκτρισμού και βρίσκει χρήση στην κατασκευή ηλεκτρικών καλωδίων, στην κατασκευή υδραυλικών εξαρτημάτων, ως συστατικό κραμάτων, καθώς και στη νομισματοκοπία.

Συντελεστής εμπλουτισμού EF (Enrichment Factor)

$$EF = \frac{[M]_{\alpha} / [Fe]_{\alpha}}{[M]_{\varepsilon} / [Fe]_{\varepsilon}}$$

Όπου:

- $[M]_{\alpha}$ και $[Fe]_{\alpha}$ η συγκέντρωση του μεταλλικού στοιχείου και του σιδήρου **στον αέρα**.
- $[M]_{\varepsilon}$ και $[Fe]_{\varepsilon}$ η μέση συγκέντρωση του μεταλλικού στοιχείου και του σιδήρου **στο στερεό φλοιό της Γης**.

Στην περίπτωση που ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος της μονάδας, έπεται πως η παρουσία του μεταλλικού στοιχείου στην ατμόσφαιρα οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

«Γεωλογικά ενεργός φλοιός»

- Τα 15 πρώτα km του στερεού φλοιού της Γης, χαρακτηρίζονται ως «γεωλογικά ενεργός φλοιός».
- Η σύσταση αυτού του τμήματος είναι αυτή η οποία καθορίζει τη σύσταση του επιφανειακού στρώματος του φλοιού, με άλλα λόγια του εδάφους.

Έδαφος

Πολύπλοκο σύστημα αέρα, νερού, ανόργανων και οργανικών υλικών.

Ανόργανο τμήμα εδάφους

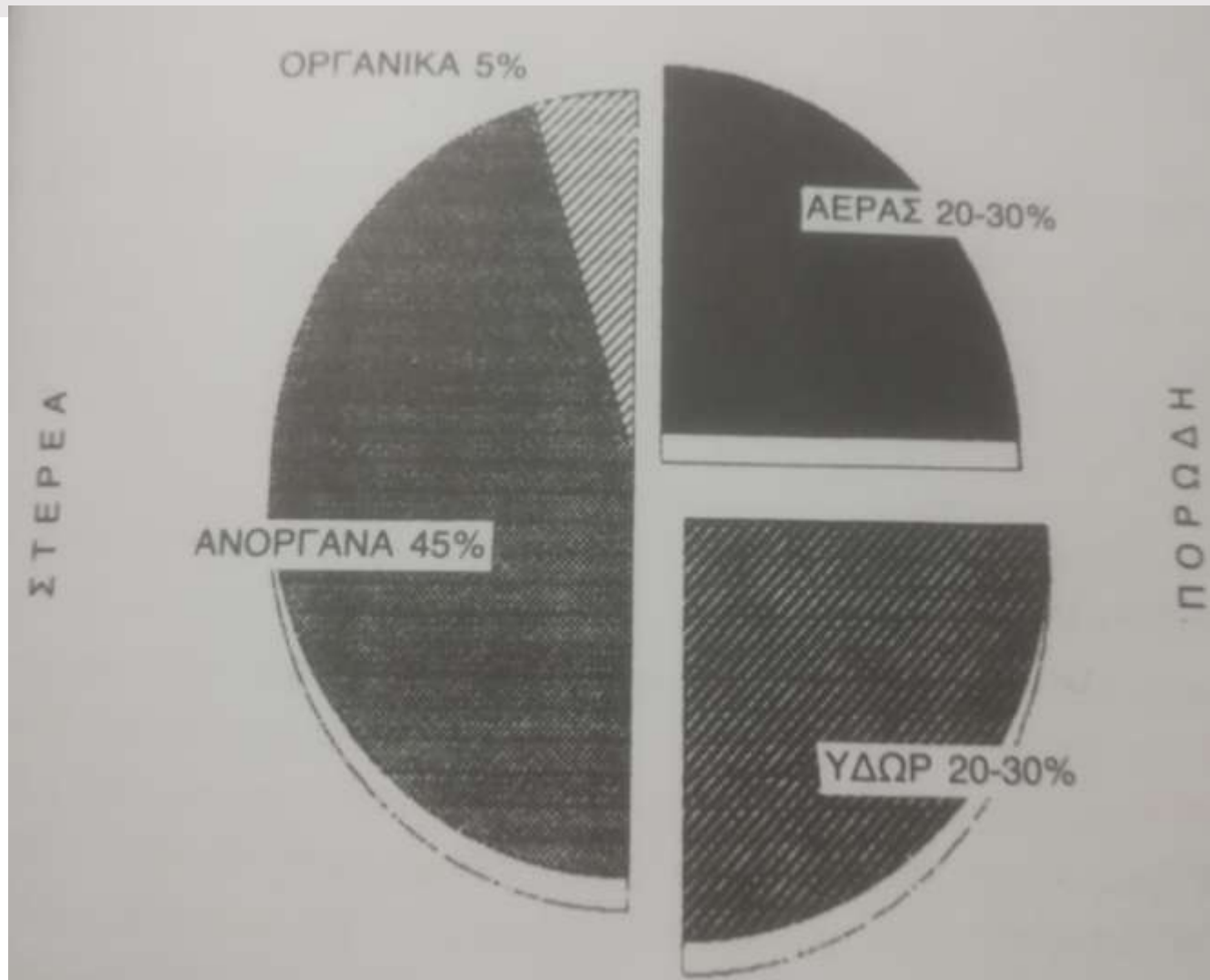
- Το **αποτελούν θραύσματα πετρωμάτων** τα οποία **σηματίστηκαν** κατά τη διάρκεια **χιλιάδων χρόνων** **από την αποσάθρωση του βραχώδους υποστρώματος.**

Οργανικό τμήμα εδάφους

- Η προέλευσή του είναι τα **αποσυντεθειμένα υπολείμματα των φυτικών και των ζωικών οργανισμών.**

Η κατά όγκο κατανομή των συστατικών του εδάφους

Εικόνα από: “Χημεία Περιβάλλοντος” Θεμιστοκλή Αθ. Κουϊμτζή, Καθηγητή Α.Π.Θ, Εκδόσεις Ζήτη



Η παραγωγικότητα ενός εδάφους επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από:

- την υφή του εδάφους,
- το περιεχόμενο του εδάφους σε οργανική ύλη

συμπεριλαμβανομένων:

- ❖ ζωντανών οργανισμών
- ❖ και νεκρής ύλης.

Χαρακτηριστικά του εδάφους

1. Χρώμα εδάφους

Καθορίζεται από την περιεκτικότητά του σε οργανική ύλη, καθώς και από κάποιες ανόργανες ενώσεις όπως για παράδειγμα αυτές του σιδήρου.

2. Βαθμός συνοχής και συνάφειας

Κατά κύριο λόγο εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων. Η κατάταξη των κόκκων του εδάφους ανάλογα με το μέγεθός τους, φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Όνομασία κλάσματος	Διάμετρος κόκκων mm
Άργιλος	<0.002
Ιλύς	0.002 – 0.02
Λεπτή Άμμος	0.02-0.2
Χονδρή Άμμος	0.2-2.0
Χαλίκια	>2.0

Ένα τυπικό έδαφος περιέχει και άμμο και ιλύ και άργιλο.

Πηλώδη έδαφη: Γόνιμα έδαφη που έχουν ίσα ποσοστά άμμου, ιλύος και οργανικής ουσίας

Χαρακτηριστικά του εδάφους

3. **Υδατοχωρητικότητα εδάφους:** Το νερό το οποίο υπάρχει σε ένα έδαφος, ανάλογα με την ποσότητα και με τις μορφές με τις οποίες συγκρατείται, διακρίνεται σε:

- a) προσροφημένο,
- b) υγροσκοπικό,
- c) τριχοειδές,
- d) διηθητό.

Το ποσοστό του νερού που υπάρχει σε ένα έδαφος με τις μορφές a), b), c) καλείται υδατοχωρητικότητα εδάφους.

4. **Πορώδες:** έτσι χαρακτηρίζεται ο όγκος των κενών διαστημάτων, τα οποία υπάρχουν ανάμεσα στα στερεά μέρη του εδάφους.

Οι ρίζες των φυτών απορροφούν νερό, θρεπτικά στοιχεία και οξυγόνο από το έδαφος και ελευθερώνουν σε αυτό CO_2 . Η διαδικασία αυτή διευκολύνεται εάν το έδαφος επιτρέπει την καλή κυκλοφορία του αέρα και παρέχει συνεχή πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Χαρακτηριστικά του εδάφους

4. Πορώδες

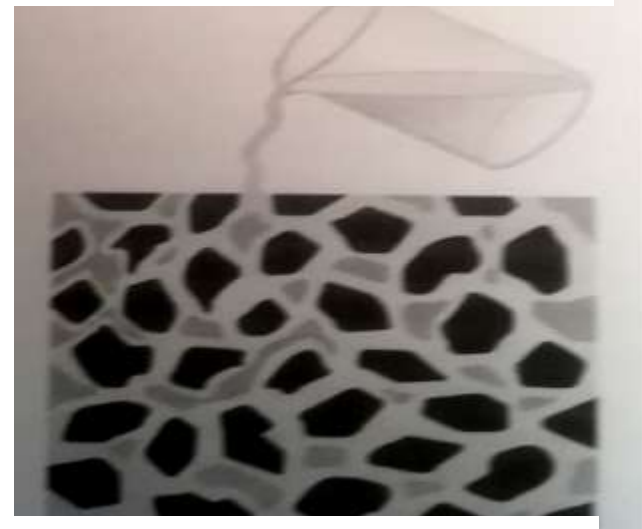
- Οι μεγάλοι κενοί χώροι, (π.χ. αμμώδη εδάφη), διευκολύνουν μεν την καλή κυκλοφορία του αέρα, όμως επιτρέπουν και τη γρήγορη διέλευση του νερού, με αποτέλεσμα τα θρεπτικά συστατικά να μεταφέρονται σε σημεία μακρύτερα από τις ρίζες.

- Μικρότερα κενά, εμφανίζουν την τάση να συγκρατούν το νερό στο εσωτερικό του εδάφους, μέσω τριχοειδών φαινομένων.

- Στα αργιλώδη εδάφη τα πολύ λεπτά σωματίδια είναι τόσο κοντά συμπιεσμένα, που το έδαφος γίνεται αδιαπέραστο για το νερό.



Το νερό διέρχεται



Το νερό συγκρατείται

Εικόνα από: Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, James Girard, 3^η έκδοση

Χαρακτηριστικά του εδάφους

5. Διαπερατότητα: Είναι η ταχύτητα με την οποία το νερό κινείται στο έδαφος.

- **Εδάφη** που θεωρούνται **διαπερατά**, επιτρέπουν στο νερό να διέρχεται με **ταχύτητα ροής 1 – 5cm/hr.**
- Στα **αδιαπέραστα** η **ταχύτητα ροής είναι μικρότερη από 0,5 cm/hr.** Αυτή η ιδιότητα του εδάφους είναι σημαντική στη γεωργία και στις επιστήμες οι οποίες ασχολούνται με τα υπόγεια ύδατα.

Ανόργανο κλάσμα εδάφους

- Ποσοστό από $\frac{1}{2}$ έως $\frac{2}{3}$ του εδάφους αποτελεί στερεή ουσία. Από αυτή περισσότερο του 90% είναι ανόργανο και το υπόλοιπο οργανικό.
- Τα δέκα πιο άφθονα στοιχεία στο έδαφος είναι: O (49%), Si(31%), Al (7%), Fe (2,6%), C (2,5%), Ca(2,4%), K (1,5%), Na(1,2%), Mg(0,9%), Ti (2,9%).

Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ)

- Ως ιονανταλλαγή, ορίζεται η ιδιότητα κάποιων στερεών σωμάτων να ανταλλάσσουν ιόντα τους με άλλα ιόντα κάποιου διαλύματος. Η ανταλλαγή αυτή λαμβάνει χώρα στη διεπιφάνεια ανάμεσα στη στερεή και την υγρή φάση.
- Τα εδάφη κατά κύριο λόγο μπορούν να ανταλλάσσουν κατιόντα, λόγω των ανόργανων (άργιλος) και οργανικών (χούμος), κολλοειδών τους.
- Ως ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ), (cation exchange capacity-C.E.C.), ορίζεται η ποσότητα των κατιόντων που μπορεί να ανταλλάξει ένα έδαφος.

Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ)

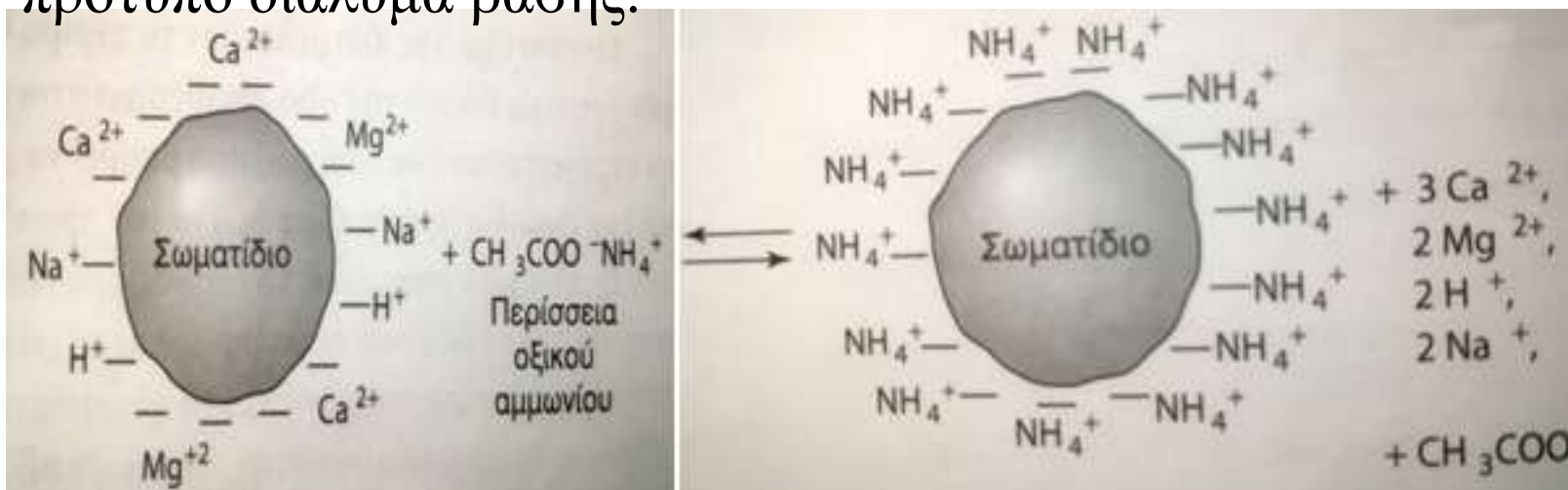
- Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) ενός εδάφους, εκφράζεται σε:
 - centimoles (cmol) κατιόντων ανά χιλιόγραμμο (kg) ή
 - χιλιοστοϊσοδύναμα κατιόντων ανά 100 g ξηρού εδάφους, (meq / 100 g).

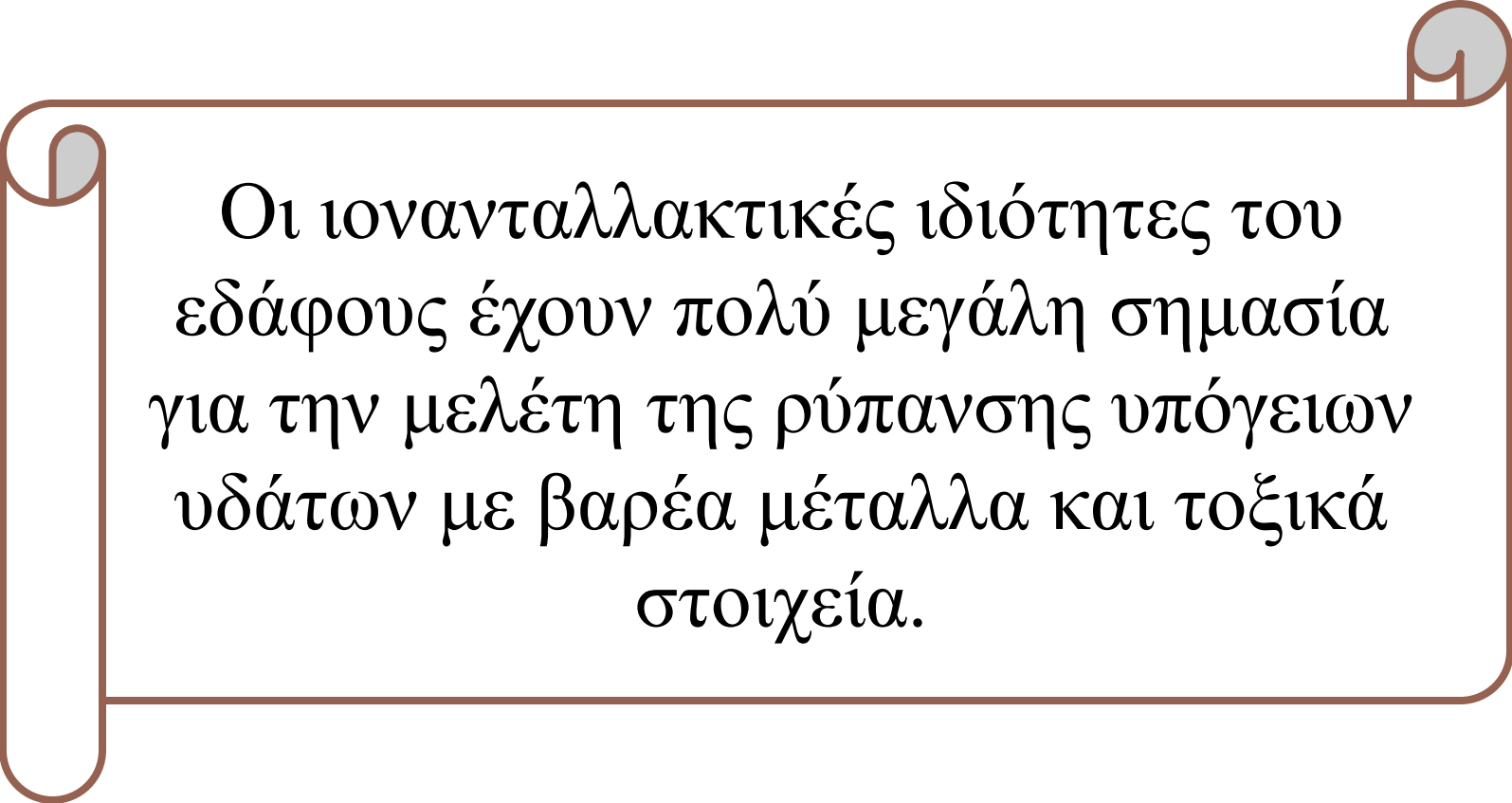
Οι δύο μονάδες είναι ισοδύναμες

Τα πιο σημαντικά ανταλλάξιμα κατιόντα σε ένα έδαφος είναι με σειρά προτεραιότητας τα: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+}$

Μέτρηση ΙΑΚ

- Ζυγίζεται δείγμα ξηρού εδάφους, και εκχυλίζεται με υδατικό διάλυμα οξικού αμμωνίου 1 M, (pH ρυθμισμένο στο 4,5). Τα NH_4^+ στο διάλυμα αντικαθιστούν τα μεταλλικά ιόντα στην επιφάνεια του εδάφους, όπως δείχνει η αντίδραση στο σχήμα που ακολουθεί.
- Με ειδική αναλυτική μέθοδο (φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος), προσδιορίζονται ο αριθμός και το είδος των μεταλλικών ιόντων που ελευθερώνονται στο διάλυμα.
- Τα ιόντα υδρογόνου, προσδιορίζονται με τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα βάσης.



A decorative scroll graphic with a brown border and a light gray scroll at the top right corner. The text is centered within the scroll.

Οι ιονανταλλακτικές ιδιότητες του εδάφους έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την μελέτη της ρύπανσης υπόγειων υδάτων με βαρέα μέταλλα και τοξικά στοιχεία.

Εδαφική αντίδραση, pH εδάφους

- Η εδαφική αντίδραση ή αλλιώς το pH του εδάφους, είναι η σημαντικότερη ιδιότητά του.
- **Ως pH εδάφους ορίζεται:**
ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων H^+ στο εδαφικό διάλυμα, $pH = -\log[H^+]$. Η τιμή αυτή ονομάζεται επίσης και ενεργός οξύτητα ή πραγματική οξύτητα ή οξύτητα μιας συγκεκριμένης στιγμής της στιγμής του προσδιορισμού.
- Τα περισσότερα φυτά προτιμούν pH κοντά στην περιοχή του ουδέτερου, ωστόσο κάθε ένα έχει τις προτιμήσεις του.

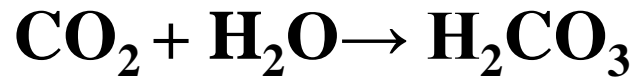
- Στο εδαφικό διάλυμα υπάρχει ένας αριθμός ελεύθερων ιόντων H^+ , αλλά υπάρχουν και άλλα ιόντα H^+ που βρίσκονται προσροφημένα στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό πολύπλοκων εδαφικών μορίων, όπως το αργιλοχουμικό σύμπλοκο και η οργανική ουσία. Και τα δύο είδη (ελεύθερα και προσροφημένα H^+), βρίσκονται σε σχέση ισορροπίας μεταξύ τους.
- Τα ιόντα H^+ τα οποία είναι προσροφημένα στα πολύπλοκα εδαφικά μόρια, εκφράζουν την εξέλιξη της οξύτητας του εδάφους, ή αλλιώς όπως λέμε τη δυναμική οξύτητα.

Η εδαφική αντίδραση επηρεάζει

- Τις βιολογικές, τις χημικές και κάποιες από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, που είναι καθοριστικές για την παραγωγικότητά του.
- Το ρυθμό της χημικής διάσπασης.
- Το βαθμό της διαλυτότητας των ρυπαντών.
- Το βαθμό της προσρόφησης και τη διαθεσιμότητα τόσο των θρεπτικών στοιχείων όσο και των βαρέων μετάλλων.

Παράγοντες που καθορίζουν το pH εδάφους

- **CO₂ στο εδαφικό διάλυμα.** Προέρχεται από την αναπνοή του ριζικού συστήματος, τη διάλυση ατμοσφαιρικού οξυγόνου, τη δράση μικροοργανισμών, διάφορες αντιδράσεις του CaCO₃ με οξέα.



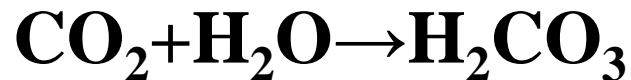
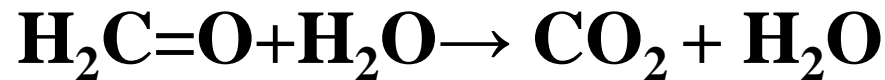
- **Οξείδωση και αναγωγή επηρεάζει την παρουσία H⁺**



(Σιδηροπυρίτης)

- Το υπόλειμμα της μεταλλουργίας βωξίτη για παραγωγή Al γνωστό και ως κόκκινη λάσπη, είναι ένα υποπροϊόν της διαδικασίας Bayer, σύμφωνα με την οποία το ένυδρο Al_2O_3 από το λειοτριβημένο βωξίτη σε αυτόκλειστα δοχεία υψηλής θερμοκρασίας και πίεσεως, αντιδρά με πυκνό NaOH σχηματίζοντας κορεσμένο διάλυμα αργιλικού νατρίου, Na_3AlO_3 . Το υπόλειμμα είναι χημικά σταθερό σε $\text{pH} \approx 12$.
- Η όξινη βροχή που οφείλεται στην ύπαρξη αυξημένων ποσοτήτων SO_2 , NO_x , ως αποτέλεσμα της βιομηχανικής δραστηριότητας αλλά και της χρήσης βενζινοκινητήρων.

- Η δράση διαφόρων μικροοργανισμών όπως βακτηρίων, μυκήτων, ακτινομυκήτων και φυκών, είναι κυρίως υπεύθυνη για την παραγωγή ανθρακικών και θεικών οξέων.
- Η οξείδωση της οργανικής ύλης, (για παράδειγμα της μεθανάλης) δίνει H_2CO_3



- Η παρουσία οργανικών οξέων όπως είναι τα χουμικά και τα φουλβικά που προκύπτουν από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης στο έδαφος, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του pH ακόμη και σε τιμές κάτω από 3.

Ρυθμιστική ικανότητα εδάφους

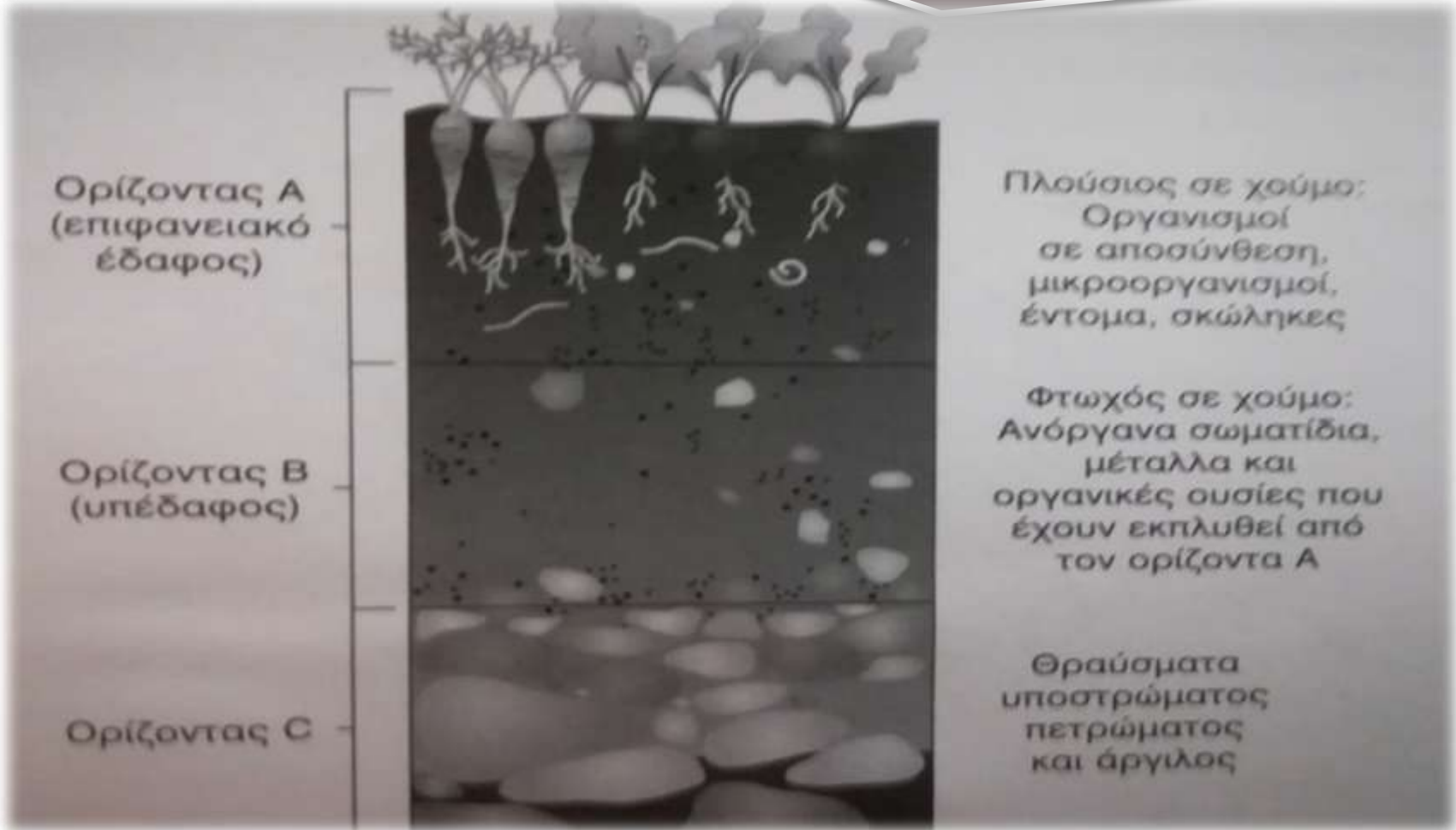
- Όσο πιο λεπτόκοκκο είναι ένα έδαφος τόσο πιο μεγάλη θα είναι η ρυθμιστική του ικανότητα μια και αυτή εξαρτάται και από την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, εκτός από την κατιονανταλλακτική ικανότητα (CEC).
- Τα πλούσια εδάφη σε ανθρακικά ορυκτά αντιστέκονται πολύ ισχυρά στην προσθήκη οξέων.
- Τα αργιλικά ορυκτά, συνεισφέρουν επίσης σημαντικά στη ρυθμιστική ικανότητα των εδαφών και συγκεκριμένα στην αντίσταση των εδαφών στη μείωση του pH τους.

Οργανική ύλη εδάφους

- Στα κοινά εδάφη η περιεκτικότητα της οργανικής ύλης κυμαίνεται από 2-10%.
- Στα τυρφώδη εδάφη η περιεκτικότητα φθάνει ακόμη και στο 80%.
- Το ποσοστό της ελαττώνεται από τα ανώτερα προς τα κατώτερα στρώματα.
- Η παρουσία οργανικής ύλης στα εδάφη δίνει μαύρο χρώμα σε αυτά.

Τυπικό έδαφος:

Τρεις κύριες εδαφικές στρώσεις ή ορίζοντες. Το πάχος τους ποικίλλει κατά πολύ ανάλογα με τον εδαφικό τύπο.



Ορίζοντας A, επιφανειακό έδαφος

- Έχει σκούρο χρώμα και περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του εδαφικού χούμου.
- Αποτελείται από αποσυντιθέμενα φυτικής και ζωικής προέλευσης υλικά και είναι πλούσιος σε μικροοργανισμούς, καθώς και άλλους ζωντανούς οργανισμούς, (σκουλήκια, έντομα, μικρά ζώα), που δημιουργούν στοές, απαραίτητες για τον αερισμό του εδάφους.

Οργανική ύλη



Χουμικές Ουσίες

- Αποτελούν μια γενική κατηγορία φυσικών βιογενών ετερογενών οργανικών ουσιών, **οι οποίες εμφανίζονται με χρώμα από κίτρινο έως μαύρο** και οι οποίες έχουν μεγάλο μοριακό βάρος και μεγάλη ανθεκτικότητα.
- Απαντώνται:
 - στα εδάφη,
 - στο λιγνίτη,
 - στα γλυκά νερά,
 - στα θαλάσσια νερά,
 - στα θαλάσσια ιζήματα,
 - στα λιμναία ιζήματα.

Ο χαρακτήρας των χουμικών ουσιών διαφοροποιείται ανάλογα με το αν αυτές βρίσκονται στο έδαφος, στο γλυκό νερό ή στο θαλασσινό νερό.

	Έδαφος	Υπόγειο νερό	Επιφανειακό νερό	Λιμναία Ιζήματα	Θαλάσσιο Νερό	Θαλάσσια Ιζήματα
Αρωματικοί υδρογονάνθρακες	20-35%	-	17-30%	<15%	<15%	<15%
H/C	0,5 1,0	0,7-1,2	0,7-1,1	1,0-1,6	1,6	1,0-1,5
Μοριακά Βάρη	10^3 - 10^6	500 - 10^4	$<10^4$	10^3 - 10^6	$<10^3$	-

Εδαφικές χουμικές ουσίες

- Αυτές έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα αρωματικών ουσιών σε σχέση με τις θαλάσσιες χουμικές ουσίες.

Αυξημένα επίπεδα αρωματικών ενώσεων, θα δώσουν στη στοιχειακή ανάλυση μείωση του λόγου H/C

- Επίσης οι εδαφικές χουμικές ουσίες, παρουσιάζουν μεγαλύτερο μοριακό βάρος σε σχέση με αυτές του γλυκού νερού.

Χουμικές ουσίες- Ταξινόμηση με βάση τη διαλυτότητά τους

- Δείγμα εδάφους το οποίο περιέχει χουμικές ενώσεις, εκχυλίζεται με υδατικό διάλυμα ισχυρής βάσης.
- Το έδαφος μέσω διήθησης απομακρύνεται από το διάλυμα.
- Προστίθεται οξύ στο διάλυμα και οι χουμικές ενώσεις διαχωρίζονται ως εξής:

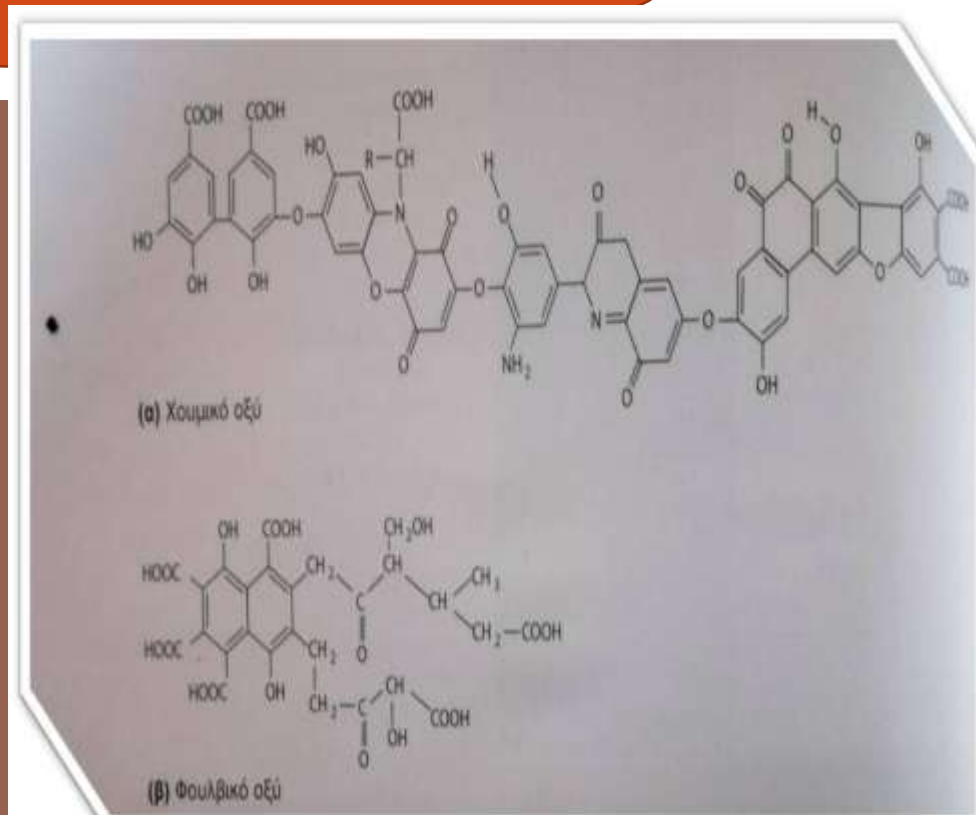
- **Χουμίνη:** Το οργανικό κλάσμα που δεν έχει εκχυλιστεί από το εδαφικό δείγμα.

- **Χουμικό οξύ:** Το οργανικό κλάσμα που καθιζάνει στο διάλυμα μετά την προσθήκη οξέος σε αυτό.

- **Φουλβικό οξύ:** Το οργανικό κλάσμα που παραμένει στο διάλυμα εάν σε αυτό προστεθεί οξύ.

Χουμικά και φουλβικά οξέα

- Πρόκειται για μακρομόρια, τα οποία αποτελούνται από εύκαμπτες μακριές αλυσίδες, που έχουν περιορισμένες διακλαδώσεις και διασυνδέσεις και οι οποίες αποτελούν το σκελετό του μακρομορίου.
- Στον τελευταίο συνδέονται μικρότερα μόρια.



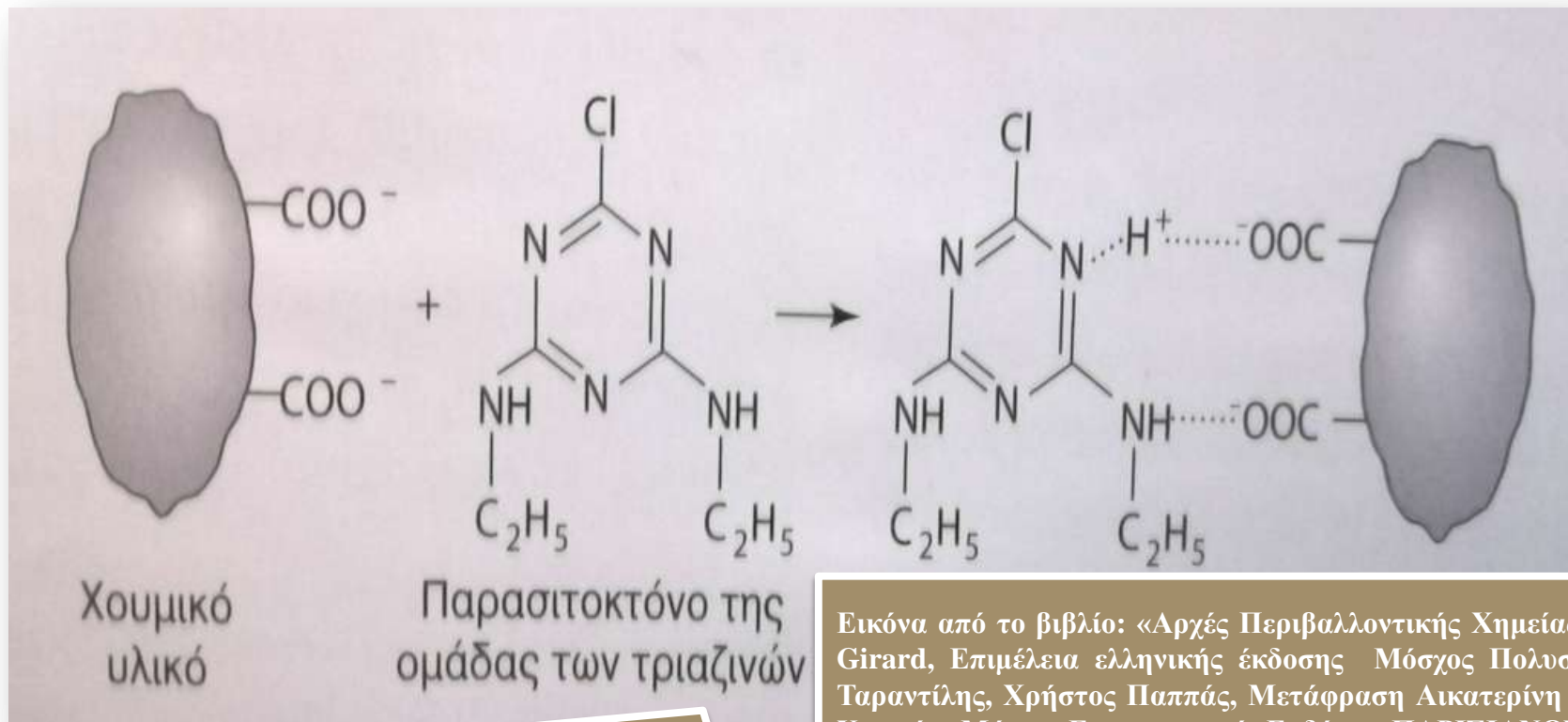
Εικόνα από το βιβλίο: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Μόσχος Πολυσίου, Πέτρος Ταραντίλης, Χρήστος Παππάς, Μετάφραση Αικατερίνη Βενετσάνου, Χριστίνα Μήτση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018

- Οι χουμικές ουσίες σχηματίζουν με πολυσθενή μεταλλικά κατιόντα σταθερά σύμπλοκα, τα οποία παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη μεταφορά των μεταλλοϊόντων.
- Αυτή την ικανότητα για σχηματισμό συμπλόκων την έχουν λόγω του ότι διαθέτουν πολλές δραστικές ομάδες που περιέχουν οξυγόνο.
- Τέτοιες ομάδες είναι η $-\text{COOH}$, κατά κύριο λόγο, και κατά δευτερεύοντα η $-\text{OH}$, η $\text{C}=\text{O}$ και η $-\text{NH}_2$.

pH και ιοντική ισχύς καθώς και η περιεκτικότητα σε δραστικές ομάδες, είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα του μεταλλοκατιόντος που συνδέεται με τις χουμικές ουσίες.

- Για κάθε συγκεκριμένο pH και για κάθε συγκεκριμένη ιοντική ισχύ, τα τρισθενή κατιόντα, συνδέονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τα δισθενή.
- Για κάθε μεταλλοκατιόν, οι Kf αυξάνουν με το pH και από ένα σημείο και μετά αν αυτό αυξηθεί πολύ μειώνονται.
- Με την αύξηση της ιοντικής ισχύος, μειώνονται οι Kf για όλα τα σύμπλοκα μετάλλου - χουμικής ουσίας.

- Ο εδαφικός χούμος σε ουδέτερο περίπου pH, αποκτά αρνητικό φορτίο, διότι έχει καρβοξυλομάδες και φαινυλομάδες που χάνουν εύκολα H^+ .
- Λόγω του αρνητικού αυτού φορτίου, ο χούμος δρα ως ανταλλάκτης κατιόντων. Αυτό φυσικά συμβαίνει όταν βρεθούν στο περιβάλλον του οργανικά κατιόντα.



Παρασιτοκτόνα της ομάδας των τριαζινών, διαθέτουν άζωτο και έχουν την ικανότητα να σχηματίσουν κατιόντα τεταρτοταγούς αμμωνίου σε $\text{pH} < 8$. Όταν υπόγειο νερό που περιέχει τριαζίνες βρεθεί σε περιβάλλον εδαφικού χούμου, η τριαζίνη λόγω ηλεκτροστατικής έλξης εγκλωβίζεται στην επιφάνεια του χούμου.

Βιβλιογραφία

- «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Μόσχος Πολυσίου, Πέτρος Ταραντίλης, Χρήστος Παππάς, Μετάφραση Αικατερίνη Βενετσάνου, Χριστίνα Μήτση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018
- ΧΗΜΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, 1997, Θεμιστοκλή Αθ. Κουϊμτζή, Καθηγητή Α.Π.Θ., Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Καλαβρουζιώτης Ιωάννης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Γεωχημείας», Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Αγρίνιο 2008-2009.
- «Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας» G. NELSON EBY, Μετάφραση Νίκος Λυδάκης Σημαντήρης, Δέσποινα Πεντάρη, 2011, Εκδόσεις Κωσταράκη
- «Περιβαλλοντική Χημεία», IBÁÑEZ JORGE G.HERNÁNDEZ-ESPARZA MARGARITADORIA-SERRANO CARMENFREGOSO-INFANTE ARTUROMOHAN SINGH MONO, Μετάφραση: Νικολαΐδου Βασιλική, Πρεβεδώρος Θεόδωρος, Βακάκη Βασιλική, 2016, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνα.