



# Τμήμα Δειφορικής Γεωργίας Γεωπονική Σχολή

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

Αγγελική Απ. Γαλάνη  
Χημικός PhD  
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

**9<sup>ο</sup> Εργαστήριο:**  
Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων – Ανταλλάξιμα  
κατιόντα

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

# 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.

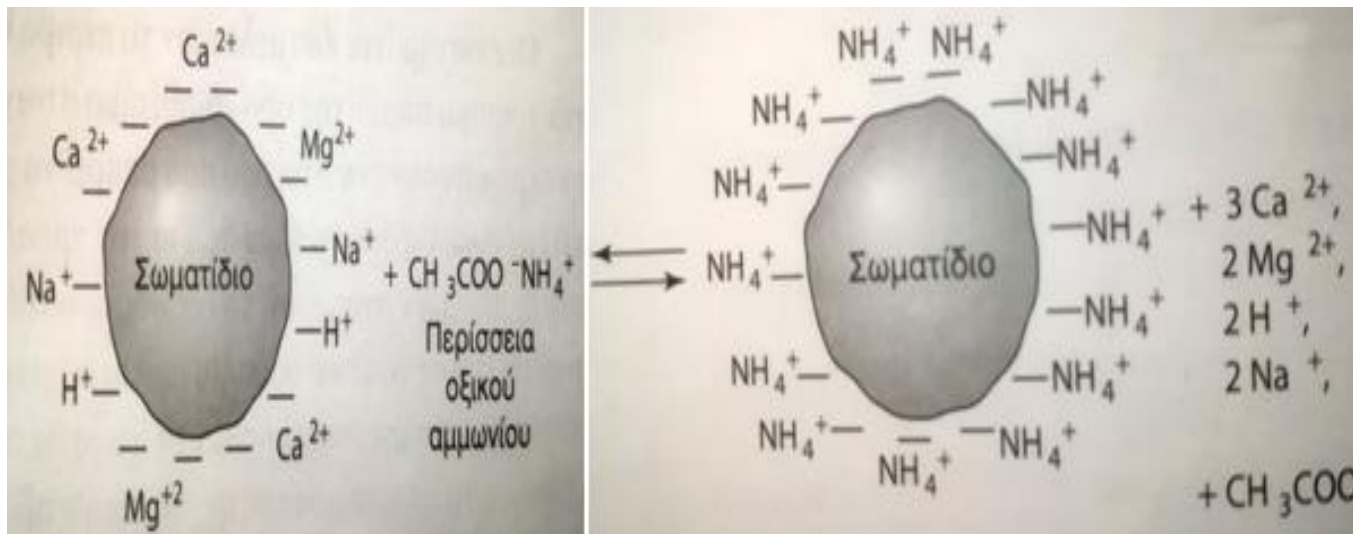
► Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) ενός εδάφους, εκφράζεται σε:

- centimoles (cmol) κατιόντων ανά χιλιόγραμμο (kg) ή
- χιλιοστοϊσοδύναμα κατιόντων ανά 100 g ξηρού εδάφους, (meq / 100 g).

**Οι δύο μονάδες είναι ισοδύναμες**

# Μέτρηση ΙΑΚ

- ▶ Ζυγίζεται δείγμα ξηρού εδάφους, και εκχυλίζεται με υδατικό διάλυμα οξικού αμμωνίου 1 N. Τα  $\text{NH}_4^+$  στο διάλυμα αντικαθιστούν τα μεταλλικά ιόντα στην επιφάνεια του εδάφους, όπως δείχνει η αντίδραση στο σχήμα που ακολουθεί.



Εικόνα από: Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, James Girard, 3<sup>η</sup> έκδοση 5

Με ειδική αναλυτική  
μέθοδο  
(φασματοσκοπία  
ατομικής  
απορρόφησης και  
φλογοφωτομετρία),  
προσδιορίζεται η  
συγκέντρωση και το  
είδος των μεταλλικών  
ιόντων που  
ελευθερώνονται στο  
διάλυμα.

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

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



# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΑΚ

# Α. Αντιδραστήρια –Σκεύη - Όργανα

- ▶ Διάλυμα κορεσμού:  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=8,5
- ▶ Διάλυμα έκπλυσης: Αλκοόλη
- ▶ Διάλυμα αποκορεσμού:  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=7
- ▶ Σωλήνες φυγοκέντρωσης
- ▶ Ογκομετρικοί κύλινδροι
- ▶ Ογκομετρική φιάλη 100 mL
- ▶ Χωνί διήθησης
- ▶ Ζυγός
- ▶ Φυγόκεντρος
- ▶ Φλογοφωτόμετρο

## B. Πειραματική πορεία

1. Ζυγίζονται 2,5 g εδάφους και προστίθενται σε σωλήνα φυγοκέντρωσης.
2. Στο σωλήνα προστίθενται με ογκομετρικό κύλινδρο 30 mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N  $\text{pH}=8,5$ .
3. Πωματίζεται ο σωλήνας και ανακινείται για 5 λεπτά.
4. Ακολουθεί φυγοκέντρωση και στη συνέχεια απόχυση του διαυγούς υπερκείμενου υγρού στο νεροχύτη. Τα βήματα 2 έως και 4 επαναλαμβάνονται άλλες δύο φορές. Η διαδικασία η οποία γίνεται στο ίδιο εδαφικό δείγμα χαρακτηρίζεται ως κορεσμός.

5. Ακολουθεί προσθήκη στο ίδιο εδαφικό δείγμα, (ίδιο σωλήνα φυγοκέντρωσης), 30 mL αιθανόλης μετρημένα με ογκομετρικό κύλινδρο.
6. Πωματίζεται ο σωλήνας, ανακινείται για 5 min και στη συνέχεια φυγοκεντρείται και το υπερκείμενο υγρό αποχύνεται στο νεροχύτη.
7. Τα βήματα 5 και 6 επαναλαμβάνονται άλλες δύο φορές και η διαδικασία αυτή είναι η έκπλυση.
8. Στο ίδιο εδαφικό δείγμα, (ίδιο σωλήνα φυγοκέντρωσης), προστίθενται στη συνέχεια 30 mL  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=7 μετρημένα με ογκομετρικό κύλινδρο.

9. Πωματίζεται ο σωλήνας, ανακινείται για 5 min και στη συνέχεια φυγοκεντρείται και το υπερκείμενο υγρό προστίθεται σε ογκομετρική φιάλη 100 mL με τη χρήση γυάλινου χωνιού.
10. Η διαδικασία των βημάτων 8, 9 επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές. Η διαδικασία είναι ο αποκορεσμός.
11. Μετά το τέλος και της τρίτης εκχύλισης η ογκομετρική φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.
12. Στο εκχύλισμα που περιέχεται στην ογκομετρική φιάλη, προσδιορίζεται με φλογοφωτόμετρο η συγκέντρωση  $\text{Na}^+$  σε ppm.

## C. Μετρήσεις - Αποτελέσματα

$$\text{IAK (meq /100g)} = \frac{\text{C(mg/L)} \times \text{V(mL)} \times 100(\text{g})}{\text{W(g)} \times 1000 \times \text{XI(g)}}$$

- ▶ C: συγκέντρωση  $\text{Na}^+$  στο εκχύλισμα σε ppm
- ▶ V: ο όγκος του εκχυλίσματος σε mL
- ▶ W: το βάρος του εδάφους σε g
- ▶ XI: το βάρος του χημικού ισοδύναμου του  $\text{Na}=23$

Στους υπολογισμούς θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η αραίωση

# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

# Α. Αντιδραστήρια –Σκεύη - Όργανα

- ▶ Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=7
- ▶ Σωλήνες φυγοκέντρωσης
- ▶ Ογκομετρικοί κύλινδροι
- ▶ Πλαστικός σωλήνας με πώμα
- ▶ Χωνί διήθησης
- ▶ Ηθμός
- ▶ Ζυγός
- ▶ Φυγόκεντρος
- ▶ Φλογοφωτόμετρο
- ▶ Φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης



## B. Πειραματική πορεία

1. Ζυγίζονται 2,5 g εδάφους και προστίθενται σε σωλήνα φυγοκέντρησης.
2. Στο σωλήνα προστίθενται με ογκομετρικό κύλινδρο 25 mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=7.
3. Πωματίζεται ο σωλήνας και ανακινείται για 30 λεπτά.
4. Ακολουθεί φυγοκέντρηση και στη συνέχεια απόχυση του διαυγούς υπερκείμενου υγρού σε πλαστικό σωλήνα με τη βοήθεια χωνιού και ηθμού.
5. Στο εκχύλισμα προσδιορίζεται με φλογοφωτόμετρο η συγκέντρωση σε ppm των  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  και με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης η συγκέντρωση σε ppm των  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ .

## C. Μετρήσεις - Αποτελέσματα

$$M^{+x} (\text{meq} / 100\text{g}) = \frac{C(\text{mg/L}) \times V(\text{mL}) \times 100(\text{g})}{W(\text{g}) \times 1000 \times \text{XI}(\text{g})}$$

- ▶ C: συγκέντρωση του  $M^{+x}$  στο εκχύλισμα σε ppm
- ▶ V: ο όγκος του διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N pH=7 σε mL
- ▶ W: το βάρος του εδάφους σε g
- ▶ XI: το βάρος του χημικού ισοδύναμου του  $M^{+x}$  (K= 39, Na=23, Ca=20, Mg= 12 g)

Στους υπολογισμούς θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η αραίωση

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ Νικόλαος Μπαρμπαγιάννης, Καθηγητής, Αθηνά Παυλάτου-Βε, Καθηγήτρια, Σοφία Κωστοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Ιωάννης Υψηλάντης Επίκουρος Καθηγητής, Διονύσης Γασπαράτος, Επίκουρος Καθηγητής, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Εδαφολογίας, Θεσσαλονίκη, 2015
- ▶ Κωνσταντίνος Σινάνης, Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας», Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα [www.Kallipos.gr](http://www.Kallipos.gr)
- ▶ Πασχαλίδης Χρήστος, «Εργαστηριακές Ασκήσεις - Εδαφολογία», Εκδόσεις Έμβρυο, 2005
- ▶ Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, James Girard, 3<sup>η</sup> έκδοση