

1^{ος} ΚΥΚΛΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ
ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΑ ΕΔΑΦΗ – ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΔΑΦΩΝ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ Καθηγητής
ΔΑΦΝΗ ΙΩΑΝΝΟΥ ΕΔΙΠ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Σε περιοχή της Δυτικής Ελλάδας, με μέσο ύψος βροχόπτωσης 1000 mm, όπου καλλιεργείται καπνός για τουλάχιστον 50 συνεχόμενα έτη, παρατηρούνται τα εξής προβλήματα:

1. Μειωμένη εγκατάσταση φυτών μετά τη μεταφύτευση των φυτών του καπνού
2. Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας
3. Μειωμένες ή ελάχιστες αποδόσεις

ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

(εφόσον έχουμε αποκλείσει την προσβολή από μύκητες, έντομα κ.λ.π.)

Πιθανόν Τοξικότητα αργιλίου ή μαγγανίου

Η εκτίμηση αυτή γίνεται σε συνδυασμό με:

- την οξύτητα των εδαφών, που πιθανόν να υπάρχει, λόγω της μεγάλης ετήσιας βροχόπτωσης στην περιοχή (μέσο όρο περίπου 1000 mm)
- της μακρόχρονης μονοκαλλιέργειας
- της χρήσης οξιניζόντων λιπασμάτων

ΑΡΧΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ pH ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

Γενικά μπορούμε να κάνουμε μία πρώτη εκτίμηση εάν τα εδάφη είναι όξινα ή όχι, με την προσθήκη αραιού HCl στο έδαφος.

Σε περίπτωση που το έδαφος αναβράζει με την εφαρμογή μερικών σταγόνων αραιού HCl (όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα), τότε οι τιμές pH του εδάφους θα είναι μεγαλύτερες του 7.0 και μικρότερες του 8.5, ως εκ τούτου τα προβλήματα που παρατηρούνται θα οφείλονται σε άλλους παράγοντες και όχι στην οξύτητα των εδαφών.

Σε περίπτωση που το έδαφος δεν αναβράζει με την εφαρμογή σταγόνων αραιού HCl, τότε οι τιμές pH του εδάφους θα είναι μικρότερες του 7.0 και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα προβλήματα να οφείλονται στην οξύτητα του εδάφους και σχεδόν σίγουρα εάν η τιμή pH του εδάφους είναι μικρότερη από 5.5.



ΑΡΧΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ pH ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

- Ο έλεγχος των εδαφικών δειγμάτων με αραιό HCl έδειξε ότι τα δείγματα είναι όξινα.
- Επομένως τα προβλήματα που εμφανίζονται στα φυτά είναι δυνατόν να οφείλονται σε τοξικότητα Al ή Mn, εάν η τιμή του pH είναι μικρότερη του 5.5, όπου στην περιοχή αυτή τιμών pH, το Al και το Mn είναι ευδιάλυτα.

ΕΠΟΜΕΝΑ ΒΗΜΑΤΑ

Συλλογή αντιπροσωπευτικών εδαφικών δειγμάτων και μεταφορά τους στο Εργαστήριο, αεροξήρανση, κοσκίνισμα από κόσκινο των 2 mm και υπολογισμός στο κλάσμα της λεπτής γης των κάτωθι:

- Μέτρηση του pH των εδαφικών δειγμάτων
- Υπολογισμός των ανταλλαξιμων βασικών κατιόντων (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})
- Υπολογισμός της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ)
- Υπολογισμός της ποσότητας του CaO που απαιτείται για τη βελτίωση της τιμής pH του εδάφους, με τη χρήση του Βαθμού Κορεσμού με βάσεις (BK %) και της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων του εδάφους (Ι.Α.Κ.)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ pH

Η μέτρηση του pH των εδαφικών δειγμάτων γίνεται σε αιώρημα νερό:έδαφος 1:1

Για το λόγο αυτό:

- ζυγίζονται 20 g εδάφους < 2mm
- μεταφέρονται σε γυάλινο ποτήρι ζέσεως των 50 ml
- Προστίθενται 20 ml απιονισμένου νερού
- Αφήνεται σε ισορροπία το αιώρημα για μία ώρα, αναδεύοντας σε τακτά χρονικά διαστήματα
- Ακολουθεί η μέτρηση της τιμής του pH του εδάφους αφού γίνει πρώτα βαθμονόμηση του pH-μέτρου με πρότυπα διαλύματα (pH=4.0, pH=7.0, pH=10.0)
- **Για το συγκεκριμένο έδαφος προσδιορίστηκε
pH = 4.1**



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΜΕ ΒΑΣΕΙΣ (B.K. %)

$$\text{B.K. \%} = \frac{\{\text{αντ}(\text{Ca}^{2+}) + \text{αντ}(\text{Mg}^{2+}) + \text{αντ}(\text{K}^{+}) + \text{αντ}(\text{Na}^{+})\}}{\text{I.A.K}} * 100$$

Τα ανταλλάξιμα Βασικά κατιόντα και η ΙΑΚ εκφράζονται σε meq/100 g εδάφους ή σε cmol₍₊₎/ kg εδάφους (οι μονάδες είναι ίδιες)

- Η παραδοσιακή μονάδα έκφρασης της Ι.Α.Κ. meq 100 g⁻¹ εδάφους, έχει την ίδια τιμή με το cmol_c kg⁻¹ εδάφους ήτοι :
- 1 meq 100 g⁻¹ εδ. = 1 cmol_c kg⁻¹ εδ. αλλά : 1 meq 100 g⁻¹ εδ # 1 cmol kg⁻¹ εδ.
- ως εκ τούτου :
- 10 meq K⁺ 100 g⁻¹ εδ. = 10 cmol K⁺ kg⁻¹ εδ. ή 10 cmol_c kg⁻¹
- 10 meq Ca²⁺ 100 g⁻¹ εδ. = 5 cmol Ca²⁺ kg⁻¹ εδ. ή 10 cmol_c kg⁻¹
- 10 meq Al³⁺ 100 g⁻¹ εδ. = 3.33 cmol Al³⁺ kg⁻¹ εδ. ή 10 cmol_c kg⁻¹

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για τον προσδιορισμό των ανταλλάξιμων κατιόντων του εδάφους, χρησιμοποιείται η μέθοδος του ΟΞΙΚΟΥ ΑΜΜΩΝΙΟΥ (CH₃COONH₄), κανονικότητας 1N και pH=7.0,

Βιβλιογραφία:

- ✓ (Simard, R.R., 1993. Acetate-Extractable Elements (p. 39-42), in Carer R.C. (ed.), Soil Sampling and Methods of Analysis, Canadian Soc. Soil Sci.)
- ✓ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ
- ✓ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
- ✓ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Ζυγίζονται 5 g εδάφους < 2mm, σε ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών.



- Μεταφέρονται σε πλαστικά φιαλίδια των 100 ml



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

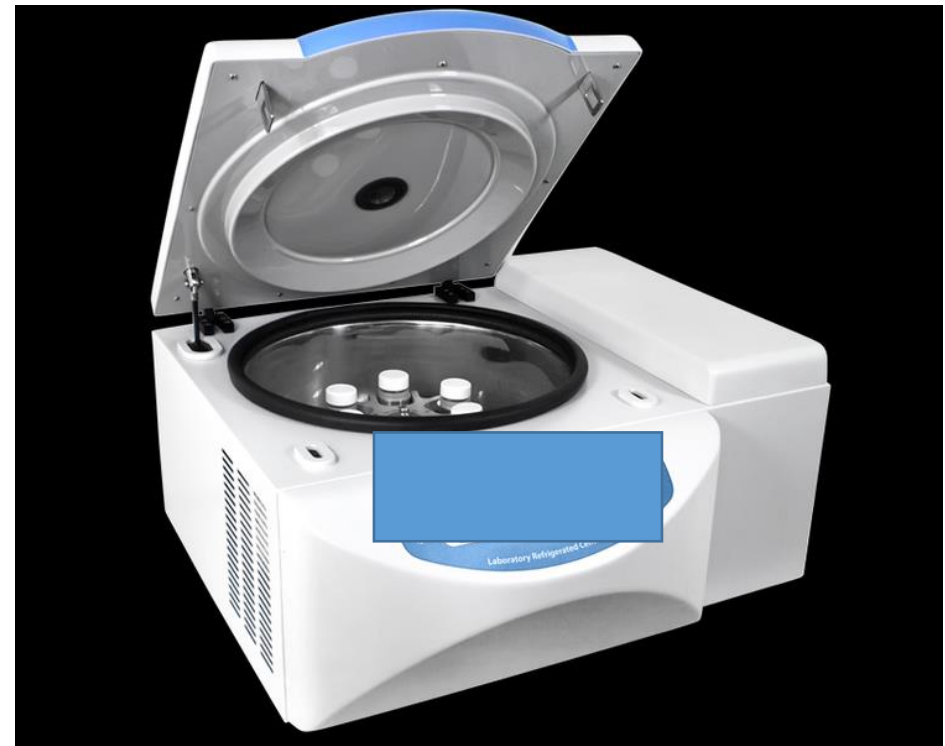
1. Προστίθενται 33 ml οξικού αμμωνίου



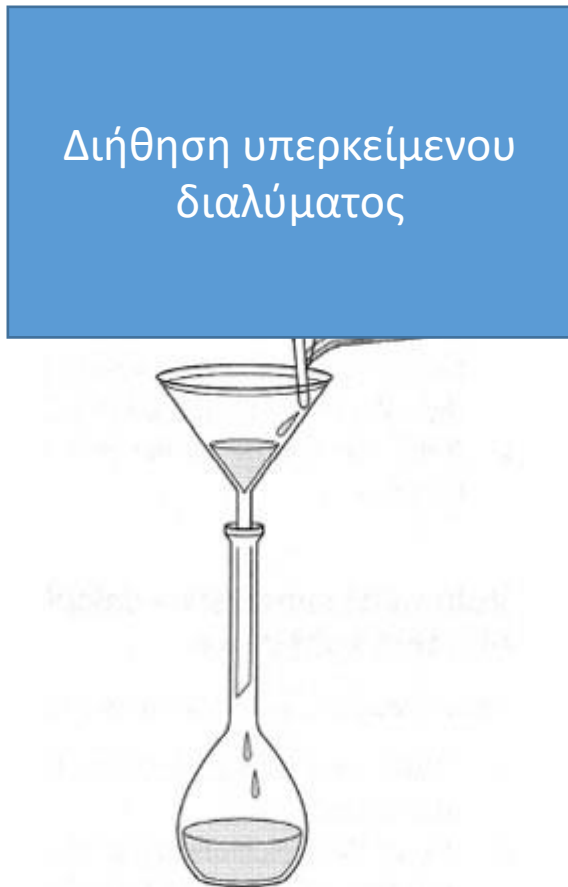
2. Τα δείγματα αναταράσσονται μηχανικώς για 5 min σε οριζόντιο αναταράκτη



3. Φυγοκεντρούνται για 3 min στις 3500 RPM (Revolution per minute)



4. Μετά τη φυγοκέντρηση, γίνεται διήθηση του διαλύματος σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml



- Οι διαδικασίες 1, 2, 3, 4 της εκχύλισης επαναλαμβάνονται άλλες δύο φορές. Το υπερκείμενο διάλυμα μετά από κάθε φυγοκέντρηση συγκεντρώνεται στην ίδια ογκομετρική φιάλη (33 ml + 33 ml + 33 ml = 99 ml συνολικά) και στο τέλος συμπληρώνεται ο όγκος έως τα 100 ml με το διάλυμα του οξικού αμμωνίου. Στον όγκο των 100 ml υπάρχουν τα κατιόντα του K^+ , του Na^+ , του Ca^{2+} , και του Mg^{2+} που εκχυλίστηκαν με οξικό αμμώνιο από βάρος εδάφους 5 g και λέγονται ανταλλάξιμα ή διαθέσιμα.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ K^+ & Na^+

- Ο προσδιορισμός του K^+ και του Na^+ στο εκχύλισμα γίνεται με τη χρήση φλογοφωτόμετρου.



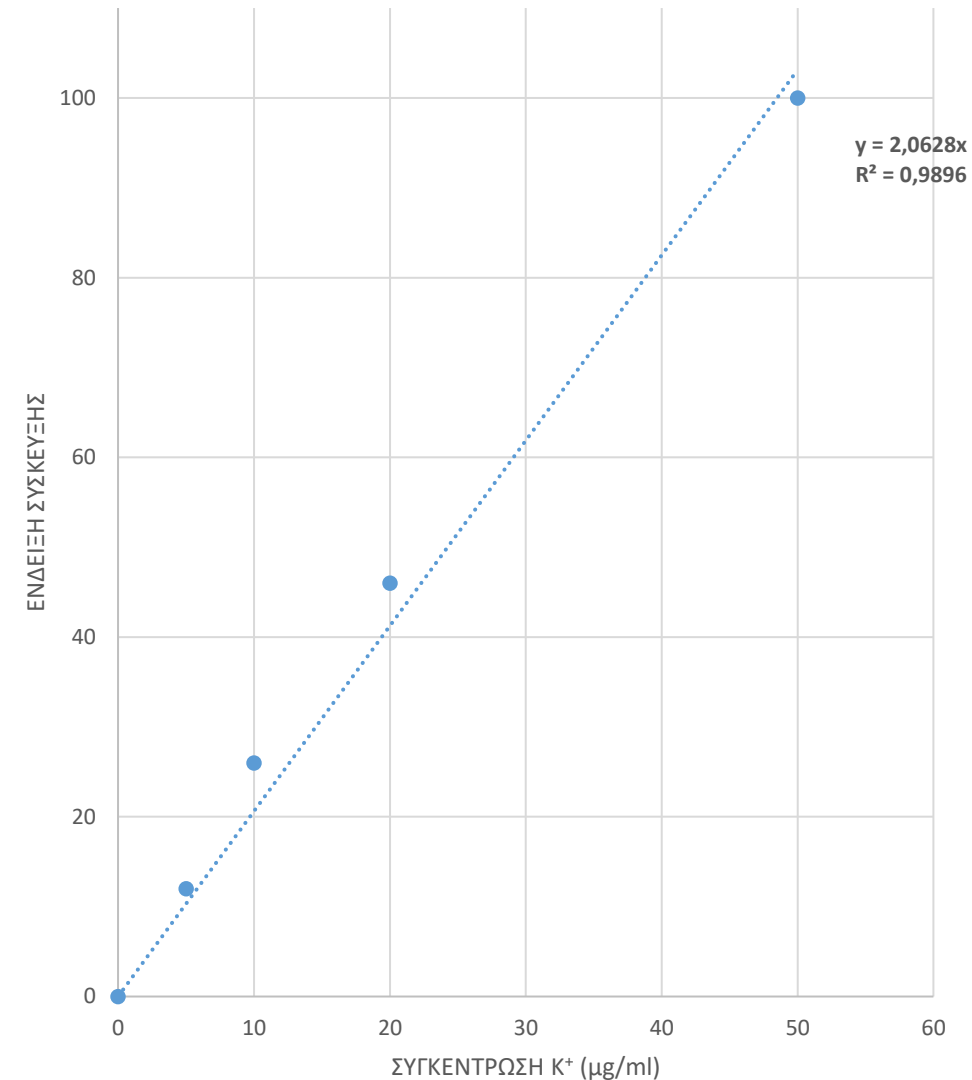
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ K^+ ΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ

- Αρχικά σχηματίζεται η καμπύλη αναφοράς από μια σειρά προτύπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε K^+ ($\mu\text{g/ml} = \text{ppm}$) και τιμών του οργάνου. Επιθυμητό είναι η καμπύλη αυτή να είναι όσο το δυνατόν ευθεία (οπότε ο συντελεστής συσχέτισης θα πλησιάζει περίπου τη μονάδα – για συντελεστή συσχέτισης μικρότερο του 0,98 σχεδιάζεται καινούργια καμπύλη αναφοράς με καινούργια πρότυπα διαλύματα).
- ΠΡΟΣΟΧΗ!!!!: Μην ξεχάσετε την τιμή του οργάνου για 0 $\mu\text{g/ml}$

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ K^+ ($\mu\text{g/ml}$) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ |
|---|------------------|
| 0 | 0 |
| 5 | 12 |
| 10 | 26 |
| 20 | 46 |
| 50 | 100 |
| 1.94 | 4 |

- Από την καμπύλη των γνωστών προτύπων διαλυμάτων K^+ και ενδείξεων του φλογοφωτόμετρου, βλέπουμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι περίπου 0.99 (διπλανό σκαρίφημα), οπότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση της καμπύλης, η οποία είναι σχεδόν γραμμική ($y = 2.063 \cdot x$) για τον προσδιορισμό του εκχυλιζομένου K^+ από το συγκεκριμένο έδαφος. Στη συνέχεια γίνεται μέτρηση του δείγματός μας στο φλογοφωτόμετρο, η οποία είναι ίση με 4. Από την εξίσωση της καμπύλης $y = 2.063 \cdot x$ και για $y = 4$, η τιμή του x είναι 1.94 $\mu\text{g/ml}$. Επομένως η συγκέντρωση K^+ για βάρος εδάφους 5 g και όγκο εκχυλίσματος 100 ml είναι 1.94 $\mu\text{g/ml}$.

ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ K^+



ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ K⁺ ΣΕ ΜΑΖΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Σε 1 ml εκχυλίσματος έχουμε 1.94 μg K⁺

Σε 100 ml (που είναι ο συνολικός όγκος του εκχυλιστικού μέσου) έχουμε $1.94 * 100$
= 194 μg K⁺

Αυτά έχουν προέλθει από την κατεργασία 5 g εδάφους

Επομένως:

Στα 5 g εδάφους έχουμε 194 μg K⁺

Στα 100 g εδάφους έχουμε: $x = 194 \mu\text{g K}^+ * \frac{100 \text{ g}}{5 \text{ g}} = 3880 \mu\text{g} = 3.88 \text{ mg}$

Άρα το ανταλλάξιμο K⁺ είναι ίσο με = 38.8 μg/g εδάφους

ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ppm

$$\text{ppm} = \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} = \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ meq K⁺/100 g εδάφους

$$\underline{1 \text{ meq K}^+} = \frac{\text{ατομικό βάρος K}^+}{\text{σθένος K}^+} \text{ mg} = 39/1 = \underline{39 \text{ mg}}$$

Απλή μέθοδος των τριών

Το 1 meq K⁺ είναι ίσο με 39 mg

Χ; πόσα meq K⁺ είναι τα 3.88 mg που υπάρχουν στα 100 g εδάφους

$$X = \frac{(3.88 * 1)}{39} = 0.1 \text{ meq} / 100 \text{ g εδάφους}$$

Επομένως το ανταλλάξιμο K⁺ είναι ίσο με 0.1 meq / 100 g εδάφους

ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ

1. Από ppm σε meq / 100g εδάφους ή cmol₍₊₎ / kg εδάφους

$$\text{meq / 100g εδάφους} = \frac{\text{ppm}}{\left(\frac{\text{ατομικό βαρος κατιόντος}}{\text{σθενος κατιόντος}}\right) * 10}$$

$$\text{π.χ. 2000 ppm Ca} = \frac{2000}{\left(\frac{40}{2}\right) * 10} = 10 \text{ meq/ 100 g εδάφους ή } 10 \text{ cmol}_{(+)} / \text{kg εδάφους}$$

Ισχύει και το αντίστροφο

2. Από ppm σε έκφραση %

$$\% = \frac{\text{ppm}}{10,000}$$

$$\text{Π.χ. τα 2000 ppm είναι } \frac{2000}{10000} = 0.2 \%$$

Ισχύει και το αντίστροφο

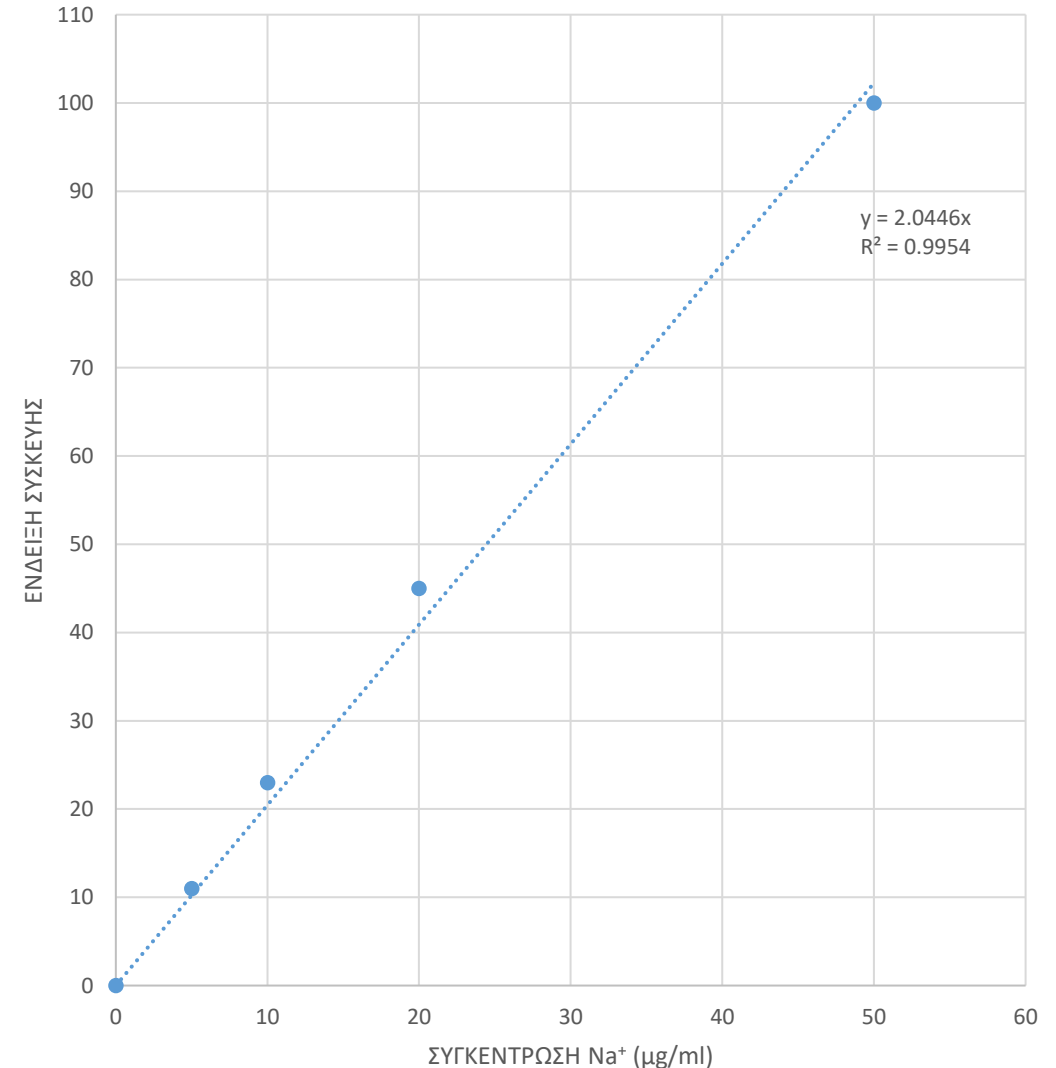
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ Na⁺ ΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ

- Αρχικά σχηματίζεται η καμπύλη αναφοράς από μια σειρά προτύπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε Na⁺ (μg/ml = ppm) και τιμών του οργάνου. Επιθυμητό είναι η καμπύλη αυτή να είναι όσο το δυνατόν ευθεία (οπότε ο συντελεστής συσχέτισης θα πλησιάζει περίπου τη μονάδα – για συντελεστή συσχέτισης μικρότερο του 0.98 σχεδιάζεται καινούργια καμπύλη αναφοράς με καινούργια πρότυπα διαλύματα).
- ΠΡΟΣΟΧΗ!!!!: Μην ξεχάσετε την τιμή του οργάνου για 0 μg/ml

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Na ⁺ (μg/ml) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ |
|--|------------------|
| 0 | 0 |
| 5 | 11 |
| 10 | 23 |
| 20 | 45 |
| 50 | 100 |
| 9.8 | 20 |

- Από την καμπύλη των γνωστών προτύπων διαλυμάτων Na⁺ και ενδείξεων του φλογοφωτόμετρου, βλέπουμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι ≈ 1.0 (διπλανό σκαρίφημα), οπότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση της καμπύλης, η οποία είναι σχεδόν γραμμική ($y = 2.045 \cdot x$) για τον προσδιορισμό του εκχυλιζομένου Na⁺ από το συγκεκριμένο έδαφος. Στη συνέχεια γίνεται μέτρηση του δείγματός μας στο φλογοφωτόμετρο, η οποία είναι ίση με 20. Από την εξίσωση της καμπύλης $y = 2.045 \cdot x$ και για $y = 20$, η τιμή του x είναι 9.8 μg/ml. Επομένως η συγκέντρωση Na⁺ για βάρος εδάφους 5 g και όγκο εκχυλίσματος 100 ml είναι 9.8 μg/ml.

ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ Na⁺



Υπολογισμοί ανταλλάξιμου Na⁺

Από την καμπύλη βρίσκουμε ότι το εκχυλίσιμο Na⁺ στο έδαφός μας είναι 9.8 μg. Κάνουμε τους αντίστοιχους υπολογισμούς που κάνουμε να βρούμε το ανταλλάξιμο K⁺ και έχουμε

Ανταλλάξιμο Na⁺ στο έδαφος = 196 μg/g

Άρα ανταλλάξιμο Na⁺ σε meq Na⁺ / 100 g εδάφους είναι ίσο με :

$$\text{meq} / 100 \text{ g εδάφους} = \frac{\text{ppm}}{\left(\frac{\text{ατομικό βαρος κατιόντος}}{\text{σθενος κατιόντος}}\right) * 10} = \frac{196}{\left(\frac{23}{1}\right) * 10} = 0.85$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ Ca^{2+} & ΤΟΥ Mg^{2+}

Ο προσδιορισμός του Ca^{2+} και του Mg^{2+} στο εκχύλισμα γίνεται με τη χρήση του φασματοφωτόμετρου ατομικής απορρόφησης. Δεν πρέπει να γίνεται μέτρηση του K^+ και Na^+ στο όργανο αυτό.



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Ca^{2+}

Αρχικά γίνεται η βαθμονόμηση της συσκευής με μια σειρά προτύπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε Ca^{2+} (1.0, 2.0 και 4.0 $\mu\text{g/ml}$). Οι συγκεντρώσεις αυτές προτείνονται από το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής και είναι συγκεκριμένες για κάθε στοιχείο, ώστε η καμπύλη αναφοράς που προκύπτει να είναι όσο το δυνατό ευθεία. Το λογισμικό της συσκευής, με βάση την καμπύλη αναφοράς που σχηματίζεται, αντιστοιχεί την απορρόφηση της ακτινοβολίας που σημειώνεται στο εκχύλισμα του δείγματός μας, σε συγκέντρωση Ca^{2+} σε αυτό.

Επειδή στο εκχύλισμα η συγκέντρωση του Ca^{2+} είναι υψηλότερη από τη συγκέντρωση του Ca^{2+} στο πυκνότερο πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιούμε για τη βαθμονόμηση, αραιώνουμε το εκχύλισμά μας και συγκεκριμένα το αραιώνουμε κατά 125 φορές.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΑΙΩΣΗ

Λαμβάνονται 2 ml εκχυλίσματος και μεταφέρονται σε ογκομετρικές φιάλες των 250 ml. Στη συνέχεια προστίθεται απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή δηλ. μέχρι τελικού όγκου 250 ml.

ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ Ca^{2+} ΣΕ ΜΑΖΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για τη μέτρηση Ca^{2+} χρησιμοποιήθηκε ατομική απορρόφηση. Η πρώτη μέτρηση ήταν μεγαλύτερη από το υψηλότερο standard που χρησιμοποιήσαμε (δηλ. $> 4 \mu\text{g/ml}$), επομένως χρειάστηκε αραίωση, η οποία έγινε σε αναλογία εκχυλίσματος:απιονισμένου νερού $2:250 = 125$

Στο αραιωμένο εκχύλισμα η μέτρηση στην ατομική απορρόφηση ήταν **$0.24 \mu\text{g} / \text{ml}$** . Κάνουμε τους αντίστοιχους υπολογισμούς που κάνουμε να βρούμε το ανταλλάξιμο Na^+ και K^+ και πολλαπλασιάζουμε επί την αραίωση και έχουμε τελικά $600 \mu\text{g} / \text{g}$ εδάφους

Ανταλλάξιμο Ca^+ στο έδαφος σε $\text{meq} / 100 \text{g}$ εδάφους, θα είναι ίσο με

$$\text{meq} / 100 \text{g} \text{ εδάφους} = \frac{\text{ppm}}{\left(\frac{\text{ατομικό βάρος κατιόντος}}{\text{σθενος κατιόντος}}\right) * 10} = \frac{600}{\left(\frac{40}{2}\right) * 10} = \mathbf{3}$$

Επομένως το ανταλλάξιμο Ca^{2+} είναι **$3 \text{ meq} / 100 \text{g}$ εδάφους**

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Mg^{2+}

Αρχικά γίνεται η βαθμονόμηση της συσκευής με μια σειρά προτύπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε Mg^{2+} (0.2, 0.4, 0.6 και 0.8 $\mu g/ml$), όπως προτείνεται από το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής, ώστε η καμπύλη αναφοράς να είναι όσο το δυνατό ευθεία. Το λογισμικό της συσκευής, με βάση την καμπύλη αναφοράς που σχηματίζεται, αντιστοιχεί την απορρόφηση της ακτινοβολίας που σημειώνεται στο εκχύλισμα του δείγματός μας, σε συγκέντρωση Mg^{2+} σε αυτό.

Επειδή στο εκχύλισμα η συγκέντρωση του Mg^{2+} είναι υψηλότερη από τη συγκέντρωση του Mg^{2+} στο πυκνότερο πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιούμε για τη βαθμονόμηση, αραιώνουμε το εκχύλισμα και συγκεκριμένα το αραιώνουμε κατά 125 φορές.

Τη συγκέντρωση λοιπόν του Mg^{2+} , όπως και του Ca^{2+} που είδαμε προηγουμένως, την προσδιορίζουμε στο αραιωμένο εκχύλισμα.

Για τη μέτρηση Mg^{2+} χρησιμοποιήθηκε ατομική απορρόφηση. Η πρώτη μέτρηση ήταν μεγαλύτερη από το υψηλότερο standard που χρησιμοποιήσαμε (δηλ. $> 0.8 \mu g/ml$), επομένως χρειάστηκε αραίωση, η οποία έγινε σε αναλογία εκχυλίσματος: απιονισμένου νερού $2:250 = 125$

Στο αραιωμένο εκχύλισμα η μέτρηση στην ατομική απορρόφηση ήταν **0.03 $\mu g / ml$** κάνουμε τους αντίστοιχους υπολογισμούς που κάνουμε να βρούμε το ανταλλάξιμο Na^+ , K^+ και Ca^{2+} και πολλαπλασιάζουμε επί την αραίωση, έχουμε τελικά $75 \mu g / g$ εδάφους
Ανταλλάξιμο Mg^+ στο έδαφος σε $meq / 100 g$ εδάφους, θα είναι ίσο με :

$$meq / 100 g \text{ εδάφους} = \frac{\rho_{Mg}}{\left(\frac{\text{ατομικό βάρους κατιόντος}}{\text{σθένος κατιόντος}}\right) * 10} = \frac{75}{\left(\frac{24}{2}\right) * 10} = 0.63$$

Επομένως το ανταλλάξιμο Mg^{2+} είναι **0.63 $meq / 100 g$ εδάφους**

ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

Προσδιορίσαμε:

0.1 meq K^+ / 100 g εδάφους

0.85 meq Na^+ / 100 g εδάφους

3.0 meq Ca^{2+} / 100 g εδάφους

0.63 meq Mg^{2+} / 100 g εδάφους

Σύνολο ανταλλάξιμων βασικών κατιόντων: **4.58 meq / 100 g εδάφους**

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΙΑΚ)

Για τον προσδιορισμό της ΙΑΚ του εδάφους, χρησιμοποιείται η μέθοδος του ΟΞΙΚΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (CH_3COONa), κανονικότητας 1N και $\text{pH}=8.2$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed, Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI., pp. 149-157.

Περιγράφεται στον εργαστηριακό οδηγό του μαθήματος

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

- Ζυγίζονται 5 g εδάφους
- Μεταφέρονται σε πλαστικά φιαλίδια των 100 ml

1^ο στάδιο

(αφορά στον κορεσμό με νάτριο όλων των ανταλλάξιμων θέσεων των κολλοειδών του εδάφους)

1. Προστίθενται 33 ml οξικού νατρίου
2. Ανακινούνται σε μηχανικό αναταράκτη 5 min
3. Φυγοκεντρούνται 3 min στις 3500 rpm
4. Το υπερκείμενο διάλυμα απορρίπτεται

Η διαδικασία 1, 2, 3, 4 επαναλαμβάνονται άλλες δύο φορές για τον πλήρη κορεσμό των ανταλλάξιμων θέσεων της επιφάνειας του εδάφους με Na^+ .

2^ο στάδιο

(αφορά στην απομάκρυνση της περίσσειας του Na^+ από την επιφάνεια του εδάφους). Στα μπουκαλάκια με το έδαφός μας πλέον κορεσμένο με Na^+

1. Προστίθενται 33 ml ισοπροπυλικής αλκοόλης
2. Ανακινούνται σε μηχανικό αναταρράκτη 5 min
3. Φυγοκεντρούνται για 3 min στις 3500 rpm
4. Το υπερκείμενο διάλυμα απορρίπτεται
5. Η διαδικασία 1, 2, 3, 4 επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές

3° στάδιο

(αφορά στην αντικατάσταση των κατιόντων του Na^+ από κατιόντα NH_4^+)

Στα μπουκαλάκια με το έδαφός μας καθαρό πλέον από την περίσσεια με Na^+

1. Προστίθενται 33 ml οξικού αμμωνίου
2. Ανακινούνται σε μηχανικό αναταρράκτη 5 min
3. Φυγοκεντρούνται για 3 min στις 3500 rpm
4. Το υπερκείμενο διάλυμα **ΣΥΛΛΕΓΕΤΑΙ** σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml
5. Η διαδικασία 1, 2, 3, 4 επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές και το υπερκείμενο διάλυμα συλλέγεται στην ίδια ογκομετρική φιάλη ($33 \text{ ml} + 33 \text{ ml} + 33 \text{ ml} = 99 \text{ ml}$ συνολικά).
6. Τέλος συμπληρώνεται ο όγκος του διαλύματος στη φιάλη με οξικό αμμώνιο, μέχρι τα 100 ml.

Στον όγκο αυτό των 100 ml η συγκέντρωση Na^+ αντιστοιχεί στην Ικανότητα Ανταλλαγής του Εδάφους (Ι.Α.Κ.) που μελετάμε.

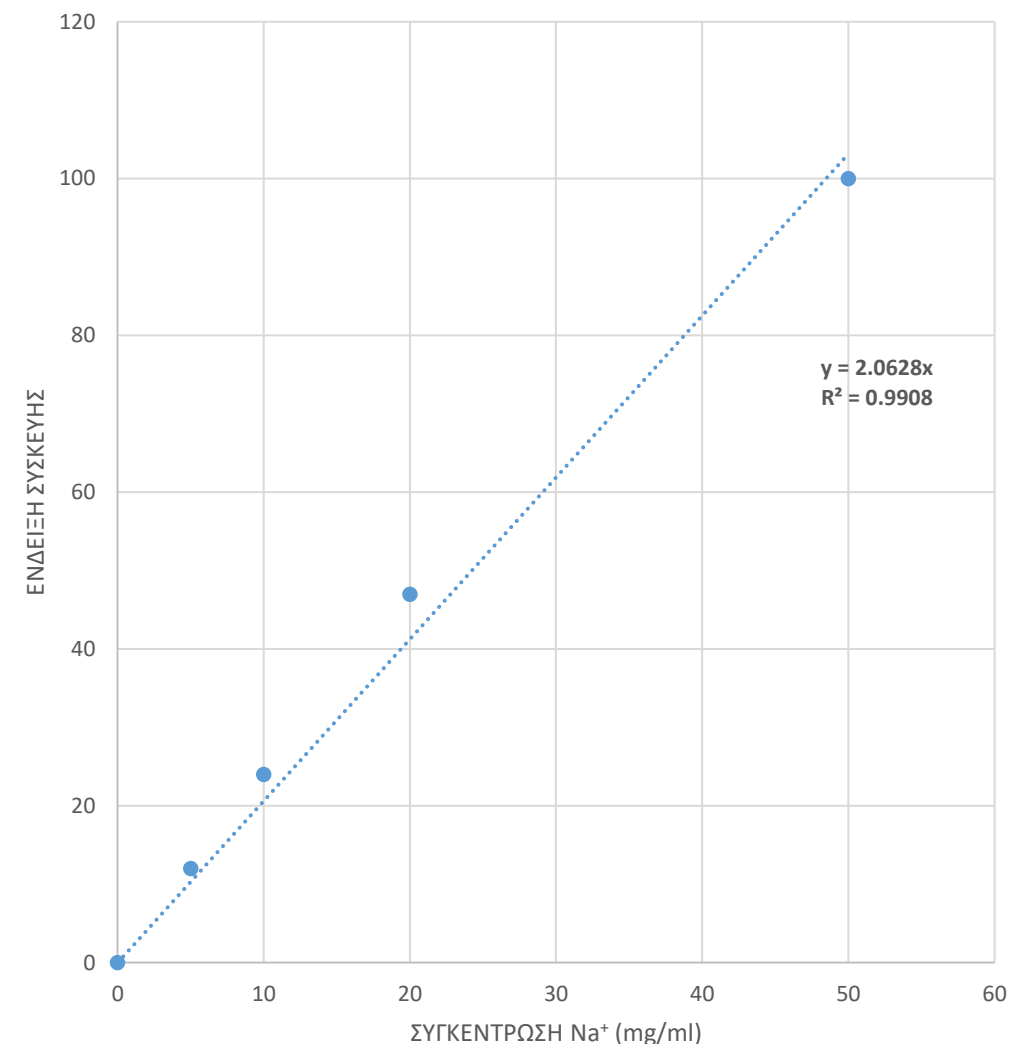
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Na⁺ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΙΑΚ

Ο προσδιορισμός γίνεται με τη χρήση του φλογοφωτόμετρου, όπως αναλυτικά είδαμε στον προσδιορισμό του ανταλλάξιμου Na⁺. Σχεδιάζεται η καμπύλη αναφοράς σύμφωνα με τα πρότυπα διαλύματα (διπλανό σχήμα). Επειδή στο υπό μελέτη δείγμα μας, η συγκέντρωση του Na⁺ είναι υψηλότερη από τη συγκέντρωση του Na⁺ στο πυκνότερο πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιούμε για τη βαθμονόμηση, το αραιώνουμε και συγκεκριμένα κατά 10 φορές.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Na ⁺ (μg/ml) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ |
|--|------------------|
| 0 | 0 |
| 5 | 12 |
| 10 | 24 |
| 20 | 47 |
| 50 | 100 |
| 8.7 | 18 |

Στη συνέχεια λαμβάνεται η ένδειξη και με βάση την καμπύλη αναφοράς, βρίσκουμε τη συγκέντρωση στην οποία αντιστοιχεί. Έτσι, για την ένδειξη 18 που λάβαμε, όπως αναγράφεται και στον πίνακα, αντιστοιχεί συγκέντρωση Na⁺ 8.7 μg/ml.

ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ Na⁺ ΙΑΚ



Υπολογισμοί ανταλλάξιμου Na^+ , άρα και της ΙΑΚ

Από την καμπύλη βρίσκουμε ότι το εκχυλίσιμο Na^+ στο έδαφός μας είναι 8.7 μg . Κάνουμε τους αντίστοιχους υπολογισμούς που κάνουμε να βρούμε το ανταλλάξιμο Na^+ , (αλλά τώρα αντιστοιχεί στην ΙΑΚ). Είναι ίσο με

$$8.7 * 100/5 * 10 \text{ (αραίωση)} = 1740 \mu\text{g/g}$$

Άρα η ΙΑΚ σε **meq / 100 g** εδάφους

Θα ισούται με:

$$\text{ΙΑΚ σε meq / 100 g εδάφους} = \frac{1740}{\left(\frac{\text{ατομικό βαροςκατιόντος}}{\text{σθενοσ κατιόντος}}\right) * 10} = \frac{196}{\left(\frac{23}{1}\right) * 10} = 7.6$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ CaO

Εάν για τη βελτίωση της οξύτητας εδάφους επιφάνειας 1 στρέμματος (1000 m^2) βάθους 20 cm (0.2 m) και Φαινομενικής πυκνότητας (Φ.Ε.Π.) = $1.3 \text{ g cm}^{-3} = 1300 \text{ kg m}^{-3}$ σαν υλικό «ασβέστωσης» χρησιμοποιηθεί CaO καθαρότητας 90%, κάνουμε τις κάτωθι πράξεις:

Βρίσκουμε τον επί τοις % ΒΚ με βάσεις, του συγκεκριμένου εδάφους

$$\text{B.K. \%} = \frac{[\text{αντ.}\text{Ca}^{2+} + \text{αντ.}\text{Mg}^{2+} + \text{αντ.}\text{K}^{+} + \text{αντ.}\text{Na}^{+}] \frac{\text{meq}}{100 \text{ g εδαφους}}}{\text{I.A.K.} \frac{\text{meq}}{100 \text{ g εδαφους}}} * 100$$

$$\text{B.K. \%} = \frac{[3.0 + 0.63 + 0.1 + 0.85] \frac{\text{meq}}{100 \text{ g εδαφους}}}{7.6 \frac{\text{meq}}{100 \text{ g εδαφους}}} * 100$$

$$\text{B.K. \%} = 60 \%$$

Γνωρίζουμε ότι για $pH = 6.5$ ο $BK\% = 80\%$, άρα το έδαφος μας είναι όξινο ($BK\% = 60$) και για να διορθώσουμε την οξύτητά του πρέπει να ανεβάσουμε το $BK\%$ στο 80%

Οπότε $80\% - 60\% = 20\%$ της Ι.Α.Κ. οφείλεται στην ανταλλάξιμη οξύτητα, η οποία πρέπει να εξουδετερωθεί με κάποιο υλικό ασβέστωσης

Σαν υλικό ασβέστωσης χρησιμοποιούμε το CaO , το οποίο είναι περισσότερο ευδιάλυτο από το $CaCO_3$ (το οποίο είναι πρακτικά αδιάλυτο)

Θα πρέπει να εξουδετερωθεί το 20% της Ι.Α.Κ.

Το 100% της ΙΑΚ είναι $7.6 \left(\frac{meq}{100 g \text{ εδαφους}} \right)$ το 20% θα είναι:

$$7.6 \left(\frac{meq}{100 g \text{ εδαφους}} \right) * \left(\frac{20}{100} \right) = 1.52 \left(\frac{meq}{100 g \text{ εδαφους}} \right)$$

Βρίσκουμε την ποσότητα του υλικού «ασβέστωσης» που χρειάζεται να εξουδετερώσουμε το 20% της Ι.Α.Κ., ως εξής:

$$\bullet 1 \text{ meq CaO} = \left(\frac{\text{μοριακο βαρος CaO}}{\text{σθενος κατιοντος της ενωσης}} \right) = \frac{AB(\text{Ca})+AB(\text{O})}{\text{σθενος (Ca)}} = \frac{40+16}{2} = 28 \text{ mg} = 0.028 \text{ g CaO}$$

Άρα για την εξουδετέρωση του 20% της οξύτητας της Ι.Α.Κ. που είναι $1.52 \left(\frac{\text{meq}}{100 \text{ g εδαφους}} \right)$

Θα χρησιμοποιήσουμε $1.52 * 0.028 = 0.043 \text{ g CaO}$ ανά 100 g εδάφους

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

- Επιφάνεια εδάφους 1 στρέμμα = 1000 m^2
- Βάθος εδάφους $20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$
- Φαινομενική Ειδική Πυκνότητα (Φ.Ε.Π.) = $1.3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- $1.3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1,300,000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$
- Βάρος εδάφους = $1000 \text{ m}^2 * 0.2 \text{ m} * 1,300,000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{260,000,000 \text{ g}}$

Για τη βελτίωση 100 g εδάφους απαιτούνται 0.043 g CaO καθαρότητας 100%

Για τη βελτίωση 260,000,000 g εδάφους θα απαιτούνται

$$(260,000,000 * 0.043) / 100 = 111,800,000 \text{ g CaO} = 111,800 / 1000 = 111.8 \text{ kg CaO}$$

καθαρότητας 100%, τώρα που η καθαρότητα του CaO είναι 90% θα

χρησιμοποιήσουμε περισσότερο CaO ίσο με $111.8 * 100 / 90 = 124.2 \text{ kg CaO}$

Άρα για τη βελτίωση ενός στρέμματος εδάφους θα χρησιμοποιηθούν

124.2 kg CaO καθαρότητας 90%