

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Όξινα εδάφη

Χαρακτηρίζονται τα εδάφη των οποίων η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στο εδαφοδιάλυμα, είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση των ιόντων υδροξυλίου, επομένως το **pH <7**.

Αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων H^+ στο έδαφος, παρατηρείται όταν το υδρογόνο που προσφέρεται σε αυτό από διάφορες πηγές, δεν εξουδετερώνεται ή δεν απομακρύνεται.

$$pH = -\log(H^+)$$

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Τα βασικά κατιόντα (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+) μπορούν σχετικά εύκολα να ξεπλυθούν σε περιβάλλοντα με υψηλές βροχοπτώσεις (πχ. εύκρατες και τροπικές περιοχές).

Τα όξινα κατιόντα (H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+}) δεν ξεπλένονται εύκολα.

Έτσι σε περιβάλλοντα με υψηλές βροχοπτώσεις κυριαρχούν όξινα κατιόντα και αναπτύσσεται όξινο pH στα εδάφη.

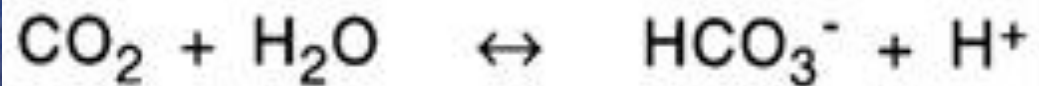
Σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν πολλές βροχοπτώσεις (Μεσογειακή ζώνη, Μέση Ανατολή κτλ) δεν υπάρχει κίνδυνος έκπλυσης των βασικών κατιόντων, τα οποία παραμένουν στο έδαφος και κυριαρχούν σε αυτό.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Τα όξινα εδάφη και η δημιουργία τους

Οι κυριότερες πηγές που εμπλουτίζουν το έδαφος με ιόντα υδρογόνου είναι οι παρακάτω:

1. Το **CO₂**, που παράγεται από την αναπνοή των ριζών των φυτών και των μικροοργανισμών του εδάφους και το οποίο υδρολύεται σύμφωνα με την αντίδραση:



Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

2. Τα **οργανικά οξέα** που παράγονται κατά την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας. Η συμβολή των οργανικών οξέων στην αύξηση της οξύτητας των εδαφών είναι σημαντική και πολλές φορές η τιμή του pH ορισμένων οργανικών εδαφών είναι $\text{pH} < 3$.

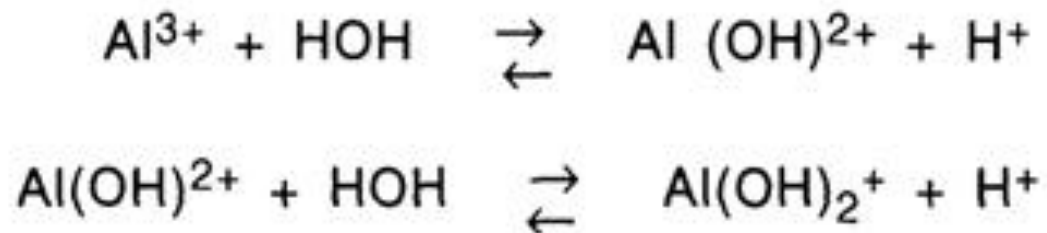


Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

3. Τα **ανόργανα οξέα**, που παράγονται με την οξείδωση του S^{2-} ή του N^{3-} προς H_2SO_4 και HNO_3 αντίστοιχα, από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας ή με τη βοήθεια ορισμένων μικροοργανισμών. Ειδικότερα η οξείδωση του θείου ασκεί σοβαρή επίδραση στην τιμή του pH των εδαφών που είναι πλούσια σε FeS_2 και μπορεί να φθάσει σε $pH < 2,5$.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

4. Η υδρόλυση των ιόντων αργιλίου, που αρχίζει όταν στο έδαφος το $\text{pH} < 5,5$.



Τα $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ και $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ προσροφούνται από την στερεά φάση του εδάφους.

Σε αλκαλικό περιβάλλον δεν υπάρχουν Al^{3+} γιατί συνδέονται με OH^- σχηματίζοντας δυσδιάλυτο $\text{Al}(\text{OH})_3$, υδραργιλίτη.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Μικρότερης σημασίας πηγές υδρογόνου στο έδαφος είναι:

5. τα **χημικά λιπάσματα** με όξινη αντίδραση, όπως η θειική αμμωνία $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ και τα διάφορα υπερφωσφωρικά,

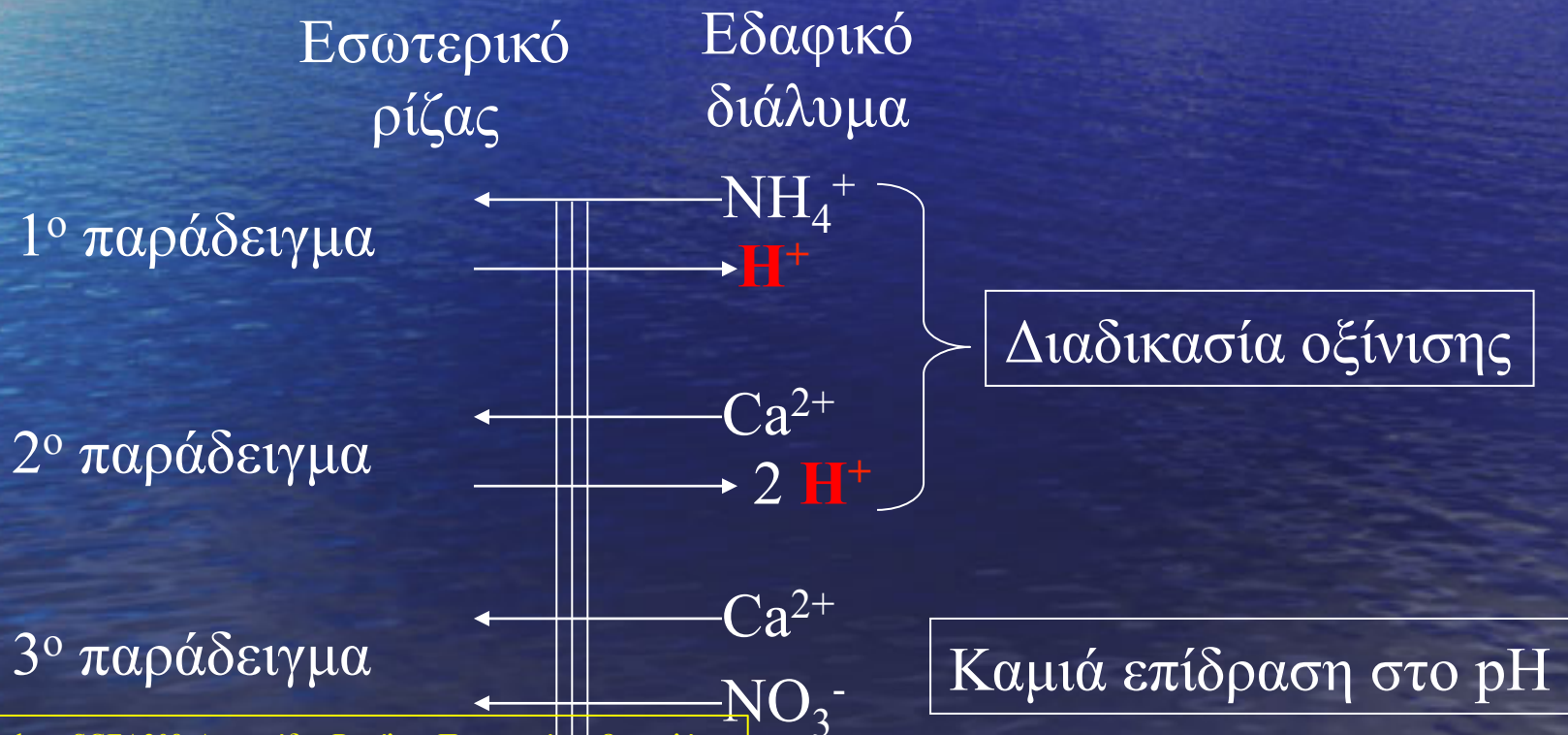
Λιπάσματα αμμωνιακά όπως $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ και $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ θα ελευθερώσουν NH_4^+ στο έδαφος, το οποίο με τη δράση βακτηρίων θα οξειδωθεί σε NO_3^- παράγοντας H^+ .

6. η **όξινη βροχή** που πέφτει κυρίως σε βιομηχανικές περιοχές εξαιτίας της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα με SO_2 , το οποίο μετατρέπεται σταδιακά σε θειικό οξύ, και

7. οι **ρίζες των φυτών** που ελευθερώνουν ιόντα H^+ στο εδαφικό διάλυμα, σε αντάλλαγμα βασικών κατιόντων που προσλαμβάνουν για τη θρέψη τους.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Παρόλο που τα κατιόντα κρατούνται σχετικά σταθερά στις κυρίως αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες των κολλοειδών, τα ανιόντα είναι πιο εκτεθειμένα σε έκπλυση. Έτσι, μετά από βροχή ή άρδευση είναι αρκετά πιθανό να υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα περισσότερα κατιόντα από ό,τι ανιόντα. Άρα, το φυτό θα απορροφήσει κατιόντα > ανιόντα, και ελλείψει πολλών ανιόντων θα εκλύσει 1 H⁺ στο εδαφικό διάλυμα για κάθε επιπλέον φορτίο κατιόντος που απορρόφησε.



Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Η βελτίωση των όξινων εδαφών

Ενεργή, ανταλλακτική (εφεδρική) & ολική οξύτητα

Το pH του εδάφους μας δίνει την εικόνα της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο εδαφικό διάλυμα, η οποία είναι ένα μέτρο έντασης και χαρακτηρίζεται ως **ενεργός οξύτητα**. Τα ιόντα H^+ του εδαφοδιαλύματος όμως, όπως και του Al^{3+} , βρίσκονται σε ισορροπία με πολύ μεγαλύτερες ποσότητες ιόντων H^+ και Al^{3+} που βρίσκονται στη στερεή φάση, αποτελούν ένα μέτρο **ποσότητας** και χαρακτηρίζουν την **εφεδρική ή ανταλλάξιμη οξύτητα**.

Το άθροισμα της ενεργού και εφεδρικής οξύτητας συνιστά την **ολική οξύτητα**.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Οι τιμές της ενεργού και της εφεδρικής οξύτητας των εδαφών διαφέρουν πολύ μεταξύ τους και η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη σε **όξινα εδάφη με μεγάλη C.E.C.** Έτσι, ενώ σ' ένα αμμώδες με μικρή C.E.C. έδαφος η εφεδρική οξύτητα μπορεί να είναι 1000 φορές μεγαλύτερη από την ενεργό, σ' ένα αργιλώδες πλούσιο σε οργανική ουσία έδαφος η εφεδρική οξύτητα είναι δυνατό να είναι μέχρι και 50.000 φορές μεγαλύτερη από την ενεργό.

Αυτό έχει ως συνέπεια να διαφέρει από έδαφος σε έδαφος η ποσότητα του εδαφοβελτιωτικού που απαιτείται για τη διόρθωση του pH.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Πράγματι, ένα αμμώδες έδαφος, με μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (μικρή CEC), χρειάζεται **500 kg** ανθρακικού ασβεστίου ανά στρέμμα, για να αυξηθεί η τιμή από $\text{pH} \approx 5 \rightarrow 6,5$. Ένα αργιλώδες έδαφος όμως, με μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (μεγάλη CEC) και για την ίδια βελτίωση του pH κατά 1.5 μονάδες, χρειάζεται περίπου **2.500 kg** CaCO_3 ανά στρέμμα.

Το σύνηθες pH των ελληνικών εδαφών είναι 6,5 – 7,5. Γενικά όσο **υψηλότερο** είναι το pH τόσο μειώνεται η διαλυτότητα των κατιόντων στο εδαφικό διάλυμα και άρα **ΟΛΑ** τα κατιόντα βρίσκονται σε μικρή διαθεσιμότητα.

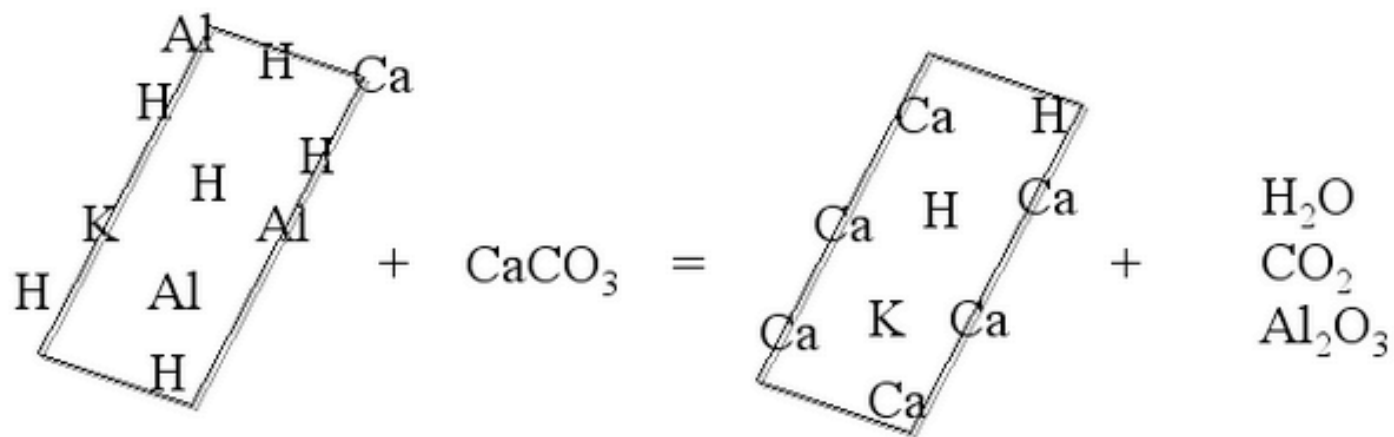
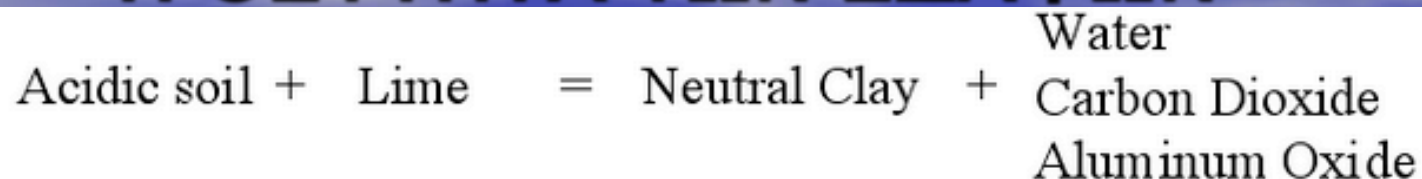
Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Ανάγκες ασβέστωσης (Lime requirement)

Ο όρος «ανάγκες ασβέστωσης» ενός όξινου εδάφους, αναφέρεται στην ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου ή ισοδύναμης ποσότητας άλλου βελτιωτικού, που απαιτείται για να ανέβει το pH του σε μια επιθυμητή τιμή.

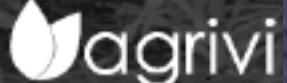
Η ποσότητα αυτή διαφέρει από έδαφος σε έδαφος και εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα των ιόντων H^+ της στερεής φάσης που μπορούν να αντιδράσουν με το προστιθέμενο $CaCO_3$ και όχι μόνο.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



from <http://www.noble.org/ag/soils/soilacidity/>



REDUCE NUTRIENTS DEFICIENCY WITH LIMING 

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Μέθοδοι υπολογισμού αναγκών ασβέστωσης
Εργαστηριακές

α) Επώαση διυγραμένων δειγμάτων εδάφους με διάφορες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου.

Η μέτρηση του pH καθενός δείγματος ξεχωριστά, μετά το τέλος του χρόνου επώασης και η χάραξη της καμπύλης, βοηθά στον υπολογισμό της ποσότητας του ανθρακικού ασβεστίου που απαιτείται για την άνοδο του pH στην επιθυμητή τιμή.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

β) Η τιτλοδότηση δειγμάτων εδάφους με διαλύματα μιας βάσης.

Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη βάση είναι το διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$, το οποίο προστίθεται σε προοδευτικά αυξανόμενες ποσότητες, σε ίσα δείγματα εδάφους. Μετά από αρκετές ημέρες παραμονής, μετράται το pH κάθε δείγματος και χαράσσεται η καμπύλη ογκομέτρησης. Με τη βοήθεια αυτής της καμπύλης, υπολογίζεται η ισοδύναμη ποσότητα CaCO_3 που απαιτείται για την αύξηση του pH του εδάφους σε μια επιθυμητή τιμή.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

γ) Ισορροπία εδάφους με ρυθμιστικά διαλύματα.

Για την εκτίμηση των αναγκών ασβέστωσης, οι περισσότερες μέθοδοι της κατηγορίας αυτής, στηρίζονται στην μεταβολή του pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος, που επιφέρει η οξύτητα του εδάφους που μελετάται.

Οι εργαστηριακές μέθοδοι είναι ταχύτερες και ακριβέστερες από εκείνες του αγρού.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 32 Ανάγκες ασβέστωσης σύμφωνα με τη μέθοδο SMP ενός ρυθμιστικού διαλύματος					
Επιθυμητό pH					
Μετρούμενο pH	7,0	7,0	6,5	6,0	5,2
	Ποσότητα υλικού για		επιθυμητό pH (kg/στρέμμα)		
	Ανόργανα εδάφη		Οργανικά εδάφη		
	Καθαρό CaCO ₃	γεωργική άσβεστος			
6,8	240	320	270	230	150
6,7	410	530	470	380	290
6,6	530	760	650	530	400
6,5	700	1010	850	700	530
6,4	900	1230	1050	850	650
6,3	1050	1460	1230	1010	780
6,2	1210	1680	1430	1160	900
6,1	1340	1920	1610	1320	1030
6,0	1520	2150	1810	1480	1140
5,9	1720	2380	2010	1630	1280
5,8	1860	2620	2190	1790	1390
5,7	2010	2850	2390	1950	1500
5,6	2180	3060	2600	2100	1630
5,5	2330	3320	2800	2280	1750
5,4	2530	3540	3000	2440	1880
5,3	2670	3780	3180	2600	1990
5,2	2850	4010	3380	2760	2100
5,1	3020	4250	3580	2910	2240
5,0	3180	4480	3780	3060	2350
4,9	3360	4720	3990	3230	2470
4,8	3490	4950	4160	3380	2600

Σημείωση: Οι προαναφερόμενες ποσότητες υλικού ασβέστωσης για κάθε τιμή pH αναφέρονται για βάθος εδάφους 20cm.

Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Εκτέλεση της ασβέστωσης

Τα πιο συνήθη υλικά που χρησιμοποιούνται για την ασβέστωση όξινων εδαφών είναι:

ο ασβεστόλιθος (CaCO_3), ο ασβεστίτης ή δολομίτης ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) και το υδροξείδιο του ασβεστίου ή σβησμένη άσβεστος (Ca(OH)_2).

Η σβησμένη άσβεστος είναι καυστική και γι' αυτό είναι δύσκολη στην εφαρμογή.

Αφού υπολογισθεί η ποσότητα του υλικού ασβέστωσης που απαιτείται για να αυξηθεί η τιμή του pH ενός όξινου εδάφους μέχρι μια επιθυμητή τιμή, το υλικό θα πρέπει να σκορπισθεί και να ενσωματωθεί ομοιόμορφα στο έδαφος μέχρι βάθος 20 cm.

Η ΟΕΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Εκτέλεση της ασβέστωσης

Η σοβαρότερη ανησυχία στην ασβέστωση είναι η ομοιομορφία στην διασπορά και την ενσωμάτωση του υλικού.

Συνιστάται η εφαρμογή του υλικού σε 2-3 δόσεις ακόμα και όταν αφήνεται στην επιφάνεια του εδάφους. Εφόσον οι συνθήκες υγρασίας και στράγγισης είναι καλές, η άσβεστος εξουδετερώνει την οξύτητα του εδάφους προς τα κάτω με ταχύτητα 1-2 cm/έτος.

Το αποτέλεσμα εξαρτάται από το αρχικό pH. Είναι δηλαδή δυσκολότερο να μεταβληθεί το pH 6,5→7 απ'ότι pH 5→6,5.

Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Ασβεστούχα εδάφη

Χαρακτηρίζονται τα εδάφη εκείνα που περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο σε **ποσοστό > 10%**. Η παρουσία στο έδαφος CaCO_3 σε μικρά ποσοστά, είναι επωφελής για τις φυσικές κυρίως, αλλά και τις χημικές του ιδιότητες. Η μεγάλη περιεκτικότητα όμως των εδαφών σε CaCO_3 επηρεάζει καθοριστικά τις παραπάνω ιδιότητες, το **pH** τους και την **αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων**.

Σε πολλές περιπτώσεις η περιεκτικότητα των εδαφών σε CaCO_3 υπερβαίνει ακόμα και το 40%, πράγμα που αποβαίνει εις βάρος της παρουσίας άλλων συστατικών του εδάφους. Στην περίπτωση αυτή επηρεάζεται η παραγωγικότητά τους, κατά συνέπεια είναι δυνατόν να ενταχθούν στην κατηγορία των προβληματικών εδαφών.

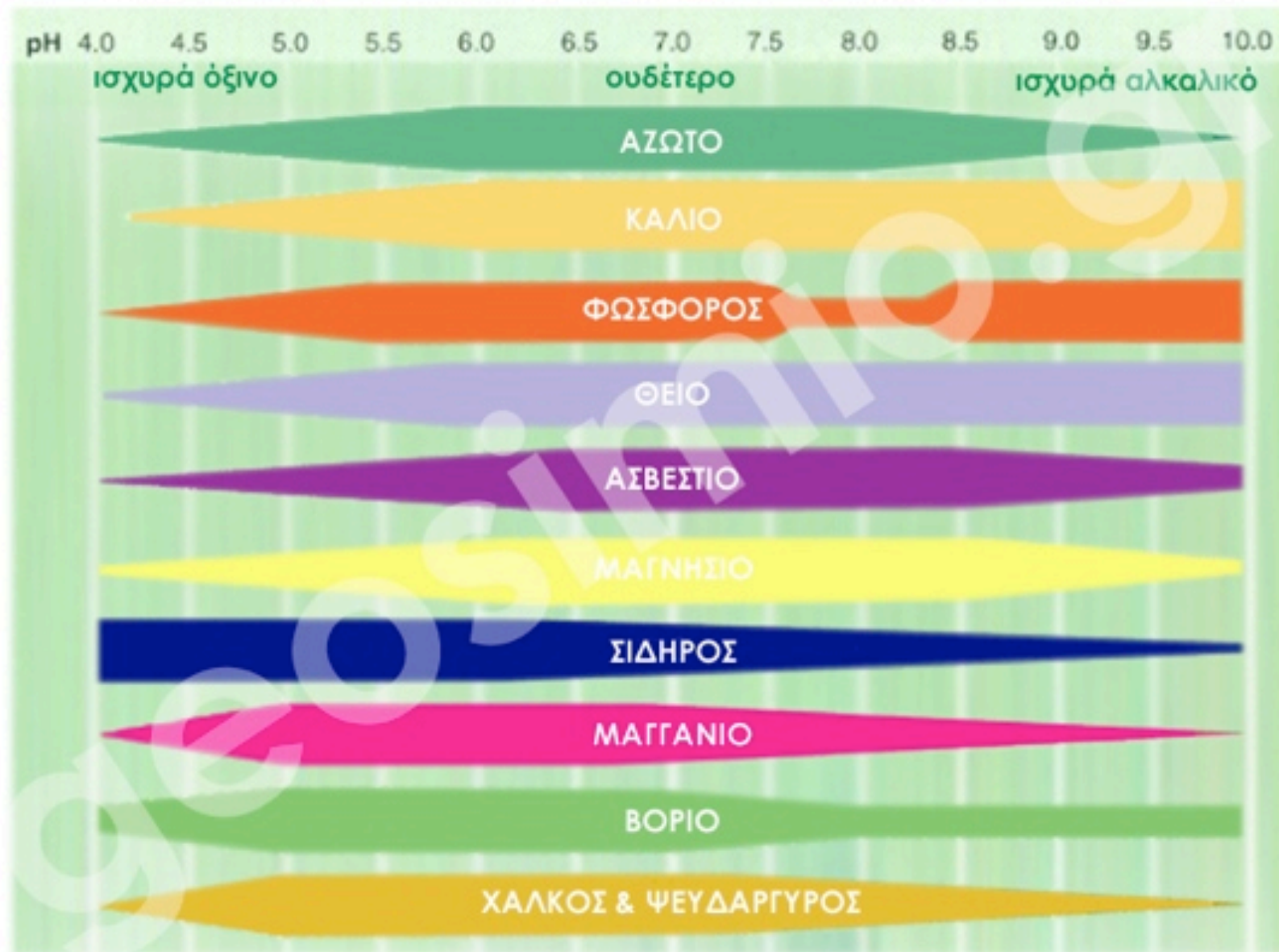
Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Η παρουσία του ανθρακικού ασβεστίου στα περισσότερα εδάφη είναι εμφανής σ' όλο το βάθος της κατατομής, με συμμετοχή και στα τρία κλάσματα μηχανικής σύστασης. Σε εδάφη με ανεπτυγμένη κατατομή, είναι δυνατό να εμφανισθεί στον Β ορίζοντα ένας calcic διαγνωστικός ορίζοντας. Στην περίπτωση αυτή, ο Α ορίζοντας περιέχει λιγότερο CaCO_3 ή καθόλου.

Τα πιο σοβαρά προβλήματα των ασβεστούχων εδαφών είναι:

- Ο σχηματισμός κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους.
- Η δημιουργία σκληρού στρώματος στο υπέδαφος.
- Η μικρή διαθεσιμότητα του **φωσφόρου** και των ιχνοστοιχείων γενικά.
- Η αδυναμία πολλών από αυτά να συγκρατούν νερό.

ρΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ



Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Η βελτίωση των ασβεστούχων εδαφών

Η βελτίωση των ασβεστούχων εδαφών δεν ταυτίζεται με την ακριβή έννοια του όρου. Κατά κανόνα αναφέρεται στη λήψη μιας σειράς μέτρων, για την αντιμετώπιση κυρίως των προβλημάτων τους, παρά για τη μεταβολή των ιδιοτήτων τους.

Ο λόγος είναι προφανής, αφού κάθε προσπάθεια απομάκρυνσης ή εξουδετέρωσης του ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος, είναι ή οικονομικά ασύμφορη ή τεχνικά ανεφάρμοστη.

Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Σε ένα έδαφος που περιέχει ανθρακικό ασβέστιο σε ποσοστό 15%, για να επιτύχουμε την πτώση του pH κάτω από 7 θα πρέπει να εξουδετερώσουμε όλη την ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου.

Ένα στρέμμα τέτοιου εδάφους σε βάθος 30cm, έχει μάζα περίπου 360tn και περιέχει 54tn CaCO_3 , που ισοδυναμούν με 1080 keq CaCO_3 . Για την εξουδετέρωση του CaCO_3 απαιτείται ισοδύναμη ποσότητα θείου, δηλαδή $1.080 \times 16 = 17,28$ tn θείου, πράγμα που είναι **οικονομικά ασύμφορο και πρακτικά ανεφάρμοστο!**

Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Οι προσπάθειες λοιπόν αντιμετώπισης των προβλημάτων των ασβεστούχων εδαφών, στοχεύουν σαν πρώτο μέτρο την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, αφού μόνο ανθεκτικές καλλιέργειες μπορούν να αποδώσουν σε εδάφη με μεγάλα ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου. Τέτοιες καλλιέργειες είναι:

- τα ψυχανθή, η μηδική και ο ηλίανθος από τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας,
- το αμπέλι στο κατάλληλο υποκείμενο, η ελιά, η δαμασκηλιά και η βερικοκιά, από τις δενδρώδεις.

Για την αποφυγή δημιουργίας κρούστας, η παρουσία της οποίας συνδέεται και με το γεγονός ότι πολλά ασβεστούχα εδάφη είναι πτωχά σε οργανική ουσία, συνιστάται η επιλογή του συστήματος στάγδην άρδευσης.

Η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Η αδυναμία των ασβεστούχων εδαφών να συγκρατούν αρκετό νερό προς διάθεση των φυτών, αντιμετωπίζεται με μικρές ποσότητες νερού, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ο κίνδυνος αλάτωσης του εδάφους.

Τέλος, η αδυναμία των ασβεστούχων εδαφών να εφοδιάζουν τα φυτά με φώσφορο και ιχνοστοιχεία, αντιμετωπίζεται με γενναίες φωσφορικές λιπάνσεις και διαφυλλική εφαρμογή των ιχνοστοιχείων.