

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΑ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΟΙ ΤΡΟΠΟΙ
ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ Δρ. ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ ΒΙΚΤΩΡΑΣ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ ΣΜΥΡΝΙΩΤΗ ΕΛΕΝΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2007

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καββαδία Βίκτωρα για την πολύτιμη συνεργασία και την ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Εισαγωγή	8
Αίτια προβληματικών εδαφών	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
<u>ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ</u>	
1. Γενικά	9
1.1 Συνθήκες που οδηγούν το έδαφος σε αλάτωση	9
1.2 Η αλάτωση εδαφών σε σχέση με τη Γεωγραφική ή τη τοπογραφική θέση	11
1.3 Αλάτωση των εδαφών από το νερό αρδύσεως	13
1.3.1 Επίδραση της ποιότητας του αρδευτικού νερού	13
α) Οσμωτική πίεση	14
β) Διηθητικότητα του εδάφους.	16
γ) Τοξικότητα ιόντων	16
1.3.2 Αξιολόγηση του νερού αρδύσεως	17
1.3.3 Κατηγορίες αρδευόμενου νερού	17
1.3.4 Χημική ανάλυση για την εκτίμηση του αρδευτικού νερού	19
1.3.5 Δειγματοληψία νερού	21
1.3.5.1 Δειγματοληψία νερού από ποταμό	21
1.3.5.2 Δειγματοληψία νερού από γεώτρηση	21
1.3.5.3 Δειγματοληψία νερού από λίμνη	22
1.3.5.4 Δειγματοληψία υπεδάφειου νερού	22
1.3.6 Δυσμενή αποτελέσματα από τη χρήση ακατάλληλων νερών για άρδευση	22
1.3.7 Η καταλληλότητα του αρδευτικού νερού	23
1.3.7.1 Κλίμα	23
1.3.7.2 Στράγγιση	23
1.3.7.3 Μέθοδος άρδευσης και προγραμματισμός των αρδύσεων	25
1.3.7.4 Διαχείριση εφαρμογών του αρδευτικού νερού	26
1.3.7.5 Φυσικές ιδιότητες	26
1.3.7.6 Ανθεκτικές καλλιέργειες	26
1.3.8 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα	30
1.3.9 Μείωσης παραγωγής λόγω αλατότητας νερού ή εδάφους	32
1.3.10 Η επίδραση της περίσσειας διαλυτών αλάτων	34

1.3.11 Συμπτώματα που εμφανίζονται στα φυτά με ορατή μορφή	36
1.4 Καλλιέργειες και εδάφη θερμοκηπίων	37
1.4.1 Επέκταση καλλιεργειών στα θερμοκήπια	37
1.5 Επιλογή μεθόδου άρδευσης	38
1.5.1 Επιφανειακή άρδευση	38
1.5.2 Καταιονισμός	39
1.5.3 Αρδεύοντας με σταγόνες	41
1.6 Καλλιεργητικά μέτρα	40
1.6.1 Προάρδευση	41
1.6.2 Ισοπέδωση του εδάφους	41
1.6.3 Περιοχή τοποθέτησης του σπόρου	42
1.6.4 Διαφοροποίηση του εδαφικού προφίλ	42
1.6.5 Εγκατάσταση στραγγιστικού δικτύου	43
1.6.6 Λίπανση	43
1.6.7 Συχνότερες αρδεύσεις	45
1.6.8 Επιφανειακή καλλιέργεια και βαθύ όργωμα	45
1.6.9 Αύξηση του χρόνου εφαρμογής του νερού	46
1.6.10 Αλλαγή της διεύθυνσης ροής προς την μικρότερη κλίση	46
1.6.11 Προσαρμογή του ύψους βροχής των καταιονιστήρων σύμφωνα με τη διηθητικότητα του εδάφους	46
1.6.12 Χρήση οργανικών υπολειμμάτων	47
1.7 Βελτίωση των αλατούχων εδαφών	47
1.8 Φωτογραφίες αλατούχων εδαφών	50
1.8.1 Φωτογραφίες φυτών που ευδοκιμούν στα αλατούχα εδάφη	51
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
<u>ΑΛΚΑΛΙΚΑ ΕΔΑΦΗ</u>	
2. ΓΕΝΙΚΑ	53
2.1 Ποια είναι τα αλκαλιωμένα εδάφη και σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται	53
2.2 Σχηματισμός των αλκαλιωμένων εδαφών	54
2.3 Αλατούχα-αλκαλιωμένα εδάφη	56
2.4 Μη αλατούχα-αλκαλιωμένα εδάφη	57
2.5 Δυσμενή αποτελέσματα από τη χρήση ακατάλληλων νερών για άρδευση	58
2.6 Τι είναι η νατρίωση και πως συντελείται	60

2.7 Περιεκτικότητα σε μικροοργανισμούς	61
2.8 Μελέτες που έγιναν με βάση τα αλατούχα-αλκαλιωμένα εδάφη	62
2.8.1 Συμπεράσματα	63
2.8.2 Επισκόπηση των εδαφών περιοχής Χαλάστρας-Καλοχωρίου σχετικά με το πρόβλημα αλάτωσης – νατρίωσης	64
2.9 Κατανομή των αλκαλιωμένων και αλατούχων εδαφών	65
2.10 Βελτίωση αλατούχων εδαφών και αλατούχων-αλκαλιωμένων εδαφών	66
2.10.1 Μεθοδική επιλογή του εδαφοβελτιωτικού	67
2.10.2 Βελτίωση εδαφών με τις κλασικές μεθόδους	68
2.10.3 Βελτίωση με αλατούχο νερό	69
2.10.4 Βελτίωση με τη μέθοδο Ν. Μισοπολινού (1985)	70
2.11 Φωτογραφίες αλκαλιωμένων εδαφών	72
2.11.1 Φωτογραφίες φυτών που ευδοκιμούν στα αλκαλιωμένα εδάφη	74
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	
ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ	
3.1 Ποια εδάφη ονομάζονται όξινα και με ποιον τρόπο δημιουργούνται	76
3.2 Αίτια οξύτητας που οφείλονται σε φυσικές αλλαγές	77
3.2.1 Μητρικό υλικό	77
3.2.2 Κλιματολογικοί παράγοντες	77
3.2.3 Μορφολογία – ανάγλυφο εδάφους	79
3.2.4 Αναπνοή – εκκρίματα των ριζών των φυτών	79
3.3 Αίτια οξύτητας που οφείλονται σε ανθρώπινες επεμβάσεις	80
3.3.1 Χρήση χημικών λιπασμάτων	80
3.3.2 Ώξινη βροχή	81
3.3.3 Κατεργασία του εδάφους	81
3.3.3 Κατεργασία του εδάφους	81
3.3.4 Οργανικά απόβλητα	82
3.3.5 Στράγγιση μερικών παράκτιων περιοχών	82
3.4 Η οξύτητα στο έδαφος και από πού προέρχεται	83
3.4.1 Διαπίστωση της οξύτητας του εδάφους	84
3.5 Το ασβέστιο που χρησιμοποιήσής του	84
3.5.1 Η δράση του ανθρακικού ασβεστίου στα όξινα εδάφη	85
3.5.2 Απαιτούμενο ποσό ασβεστίου	86

3.5.3 Απαιτήσεις σε υλικά ασβεστώσεως	87
3.5.4 Η ασβεστόπετρα και η δράση της	88
3.5.5 Μορφή χρησιμοποιούμενου ασβέστη	88
3.5.6 Βασικοί κανόνες για τη χρησιμοποίηση των υλικών ασβέστωσης	89
3.5.7 Τρόπος και χρόνος ασβέστωσης	90
3.5.8 Επιλογή του κατάλληλου υλικού ασβέστωσης	91
3.5.9 Η ταχύτητα αντίδρασης των υλικών ασβέστωσης	91
3.5.10 Επίδραση ασβεστώσεων	92
3.5.11 Αιωρήματα των υλικών ασβέστωσης	93
3.5.12 Πλεονεκτήματα της ασβέστωσης του εδάφους	94
3.6 Ανθεκτικότητα των φυτών σε όξινες συνθήκες	95
3.7 Ανάγκες του εδάφους σε διάφορα στοιχεία	98
3.7.1 Μαγνήσιο	98
3.7.2 Αζωτο	98
3.7.3 Κάλιο	99
3.7.4 Βόριο	99
3.7.5 Φώσφορος	99
3.7.6 Δολομιτικός ασβεστόλιθος	100
3.7.7 Ασβεστόλιθοι	100
3.7.8 Μάργες ή σβησμένος ασβέστης	100
3.7.9 Απώλειες υλικών ασβέστωσης από το έδαφος	100
3.8 Διορθώσεις οξύτητας στην πράξη	100
3.9 Περιοχές με όξινα εδάφη και οι βελτίωσή τους	101
3.10 Μελέτες που έγιναν με βάση τα όξινα εδάφη	102
3.10.1 Επίδραση της ασβέστωσης των εδαφών στη μείωση της τοξικότητας Cu, Mn σε φυτείες λεύκης, ακακίας, καρυδιάς και ευκάλυπτος	102
3.10.2 Επίδραση της βελτίωσης όξινου εδάφους με ασβεστούχα υποπροϊόντα και ιλύ βιολογικού καθαρισμού στην οικονομική απόδοση του σίτου	103
3.10.3 Εδαφосуναρτήσεις υπολογισμού των απαιτήσεων σε ασβέστιο όξινων εδαφών	103
3.10.4 Επίδραση λίπανσης αζώτου και καλίου στην απόδοση εδάφη που ασβεστώθηκαν	104
3.11 Μέθοδοι βελτίωσης όξινων εδαφών	105
3.12 Οι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο για να ξαναγίνει ένα έδαφος όξινο μετά τη βελτίωση του	106
3.12.1 Κλιματολογικές συνθήκες	106
3.12.2 Μηχανική σύσταση	106

3.12.4 Σύστημα καλλιέργεια	106
3.12.5 Η σωστή εποχή	106
3.13 Φωτογραφίες φυτών που ευδοκιμούν στα ελαφρά όξινα εδάφη	107
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	109
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	
<u>ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ</u>	
4. Γενικά	110
4.1 Το ασβέστιο του εδάφους	110
4.2 Ποια εδάφη θεωρούνται ασβεστούχα εδάφη	111
4.3 Τα προβλήματα των ασβεστούχων εδαφών	112
4.4 Η βελτίωση των ασβεστούχων εδαφών	113
4.5 Φωτογραφίες φυτών που ευδοκιμούν στα ασβεστούχα εδάφη	115
4.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	117

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προβληματικά ή ευπαθή εδάφη είναι εκείνα τα εδάφη που αφορούν κάποιες κατηγορίες εδαφών που δημιουργούν προβλήματα στις καλλιεργητικές εργασίες και στην ανάπτυξη των καλλιεργούμενων εδαφών.

Τα προβληματικά εδάφη υποφέρουν από υπερβολική υγρασία λόγω της υψηλής υπόγειας στάθμης του νερού (Τσακαλέρης, 1975).

Σε πολλές περιοχές της χώρας μας υπάρχουν προβληματικά εδάφη, η συνολική έκταση ανέρχεται σε πολλές εκατοντάδες χιλιάδες στρέμματα. Όμως δεν είναι γνωστή η ακριβής έκταση των παθογενών λόγω αλάτων εδαφών. Οι διάφορες εκτιμήσεις που αναφέρονται στην Ελληνική βιβλιογραφία εκτιμούν την έκταση αυτών περίπου σε 1.000.000-1.500.000 στρέμματα. Επίσης στη χώρα μας δεν υπάρχουν χάρτες οι οποίοι θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο μέσο-εργαλείο για την καλύτερη αξιοποίηση και μελέτη των εδαφών αυτών και κυρίως για την ορθολογική λίπανση και άρδευσή του και για την επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας με βάση την αντοχή της στα εδάφη αυτά (Κακουλάκης, 2000).

Τα προβληματικά εδάφη διακρίνονται:

Α) Από πλευράς είδους παθογένειας- αλατούχα εδάφη, αλκαλιωμένα, αλατούχα-αλκαλιωμένα, όξινα εδάφη, όξινα και αλκαλικά εδάφη, ασβεστούχα εδάφη.

Β) Από πλευράς ως προς το βαθμό παθογένειας ταξινομούνται ως ελαφρώς, μετρίως και ισχυρώς παθογενή εδάφη (Λάμπρου, 1987).

ΑΙΤΙΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Στα προβληματικά εδάφη συμβάλλουν πολλοί παράγοντες, οι κυριότεροι είναι:

1) Οι κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, βροχοπτώσεις κλπ.).

2) Έδαφος (μηχανική σύσταση, διαπερατότητα, βάθος υπόγειας στάθμης κλπ.).

3) Νερό (ποιότητα, χορηγούμενες δόσεις νερού, εύρος αρδεύσεων, υπεραντλήσεις

4) Λοιπά αίτια. Η μεταβολή βαρέων εδαφών κακής διαπερατότητας, η ύπαρξη συνθηκών κακής στραγγίσεως και εκπλύσεως των εδαφών, η έλλειψη συστήματος αρδεύσεως, συνθηκών εξατμίσεως, διαπνοής κλπ (Λάμπρου, 1987).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Αλατούχα εδάφη είναι εκείνα τα εδάφη που έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νερό κορεσμού $EC_e > 4 \text{ ms/cm}$. Πάνω από τα επίπεδα αυτά της αλατότητας τα περισσότερα φυτά αρχίζουν να παρουσιάζουν προβλήματα στην ανάπτυξη τους. Ορισμένα φυτά που είναι πολύ ευαίσθητα παρουσιάζουν προβλήματα σε τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο νερό κορεσμού μεταξύ 1 και 2 ms/cm .

Επίσης προβληματικά εδάφη θεωρούνται εκείνα τα εδάφη που έχουν περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα, έτσι ώστε προκαλούνται από τα άλατα αυτά μεγάλες ζημιές σε πολλές καλλιέργειες.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των αλατούχων εδαφών είναι το pH το οποίο είναι συνήθως μικρότερο του 8,5.

Ο τύπος αυτός των εδαφών είναι ευρύτερα διαδεδομένος στην χώρα μας. Καταλαμβάνουν εκτάσεις 150.000 εκταρίων εκ των οποίων τα 25.000 εκτάρια εμφανίζονται στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης μεταξύ των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονος. Τα αλατούχα εδάφη της Ελλάδας χρησιμοποιούνται ως βοσκοτόπια μικρής αξίας και δεν καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια βελτίωσης των εδαφών για να καταστούν καλλιεργήσιμα (*Μισοπολινός, 1991*).

1.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΕ ΑΛΑΤΩΣΗ

Για να οδηγηθεί ένα έδαφος σε αλάτωση πρέπει να υπάρχουν δυο προϋποθέσεις :

- 1) Να υπάρχει στο νερό αρδεύσεως ένα ποσό αλάτων και
- 2) Τα άλατα αυτά να παραμένουν στο έδαφος, είτε λόγω ανεπαρκούς ποσότητας νερού αρδεύσεως είτε λόγω κακής στραγγίσεως. Η ανεπαρκής ποσότητας νερού

αρδεύσεως και κακή στράγγιση του εδάφους οδηγούν σε απομάκρυνση μειωμένης ποσότητας νερού από το έδαφος με συνέπεια την συνεχή αλάτωσή του.

Αν λάβει κανείς υπόψη το ύψος των βροχοπτώσεων μιας περιοχής καθώς και την εξατμισοδιαπνοή τότε στην κατάσταση ισορροπίας θα ισχύει η σχέση:

$$D_{va}+D_{vb}=D_{vo}+ D_v \quad 1$$

Όπου: D_{va} = η ποσότητα του νερού αρδεύσεως

D_{vb} = το ετήσιο ύψος βροχής

D_{vc} = η ποσότητα του νερού που απομακρύνεται με την εξατμισοδιαπνοή.

Όλες οι ποσότητες εκφράζονται σε ύψος νερού (cm)

Για να προστεθούν άλατα στο έδαφος με το νερό αρδεύσεως,

πρέπει να ισχύει η εξής ανισότητα:

$$D_{va} * EC_{va} > D_{vo} * EC_{vo} \quad 2$$

Όπου: EC_{va} και EC_{vo} = η ηλεκτρική αγωγιμότητα αντίστοιχα του νερού αρδεύσεως και στραγγίσεως σε ms/cm.

Γενικά η ετήσια μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο νερό κορεσμού του εδάφους εκφράζει και την ταχύτητα αλατώσεως του εδάφους αυτού:

$$\Delta EC_e = (D_{va} * EC_{va} - D_{vo} * EC_{vo}) / D_e * SP * \rho / 100 \quad 3$$

Όπου : D_e = το βάθος του εδάφους σε cm

SP = ο βαθμός κορεσμού του εδάφους σε $cm^3/100g$,

ρ = το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους σε g/cm^3

Από την εξίσωση 3 προκύπτει ότι όσο λιγότερο είναι το νερό στραγγίσεως τόσο μεγαλύτερο ποσό αλάτων προστίθεται στο έδαφος.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στραγγίσεως (D_{vo}) δεν αντιπροσωπεύει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος στο σημείο της υδατοϊκανότητας του. Αυτό συμβαίνει γιατί το είδος της αρδεύσεως, η κατανομή των αλάτων στο έδαφος αλλά και το διαφορετικό ποσοστό υγρασίας που παίρνει το φυτό από διάφορα βάθη του ριζικού συστήματος, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι διαφοροποιούν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στραγγίσεως και του εδαφικού διαλύματος στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας του.

Το φυτό με το ριζικό του σύστημα απομακρύνει από το έδαφος μεγαλύτερες ποσότητες νερού από το τμήμα του εδάφους το οποίο βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του και μικρότερες ποσότητες από το βάθος του εδάφους (Μισοπολινός 1991).

1.2 Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ Ή ΤΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι περιοχές :

A) Λόγω του ανάγλυφου η στάθμη του υπόγειου νερού φτάνει μέχρι την επιφάνεια του εδάφους ή κοντά σε αυτή.

B) Τα δέλτα των ποταμών και τις παραποτάμιες περιοχές όπου το νερό εμπλουτίζει τα εδάφη με τη διάλυση των αλάτων.

Γ) Στις χαμηλές παραθαλάσσιες περιοχές στις οποίες το θαλασσινό νερό τις κατακλύζει εποχιακά. Στις περιοχές αυτές το θαλάσσιο νερό μπορεί να διεισδύσει και υπογειώς σε αμμώδη στρώματα. Ο άνεμος επίσης στις παραλιακές περιοχές μεταφέρει και αποθέτει σταγονίδια θαλασσινού νερού σε αρκετή απόσταση και μπορεί να προκαλέσει χρόνο με το χρόνο αλάτωση των εδαφών.

Δ) Περιοχές με εδάφη μικρής διαπερατότητας.

Η γενεσιουργός αιτία στην αλάτωση των εδαφών είναι η υψηλή στάθμη του υπόγειου νερού, η εναλλαγή συνθηκών υπερβολικής υγρασίας κατά τον χειμώνα και ξηρασία κατά το καλοκαίρι και η μεγάλη συγκέντρωση αλάτων.

1) Περιοχές λόγω του ανάγλυφου

Το ανάγλυφο μιας περιοχής παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των αλατούχων εδαφών. Στα χαμηλότερα σημεία του ανάγλυφου μιας περιοχής συγκεντρώνονται τα απορρέοντα ή τα διηθούμενα νερά ολόκληρης της λεκάνης που περιβάλλει τη χαμηλή περιοχή. Στις περιοχές αυτές έχουμε υψηλή υπόγεια στάθμη. Αν η περιοχή δεν έχει φυσική διέξοδο προς ποταμούς ή θάλασσες, τότε με την βοήθεια της εξάτμισης στα εδάφη αυτά συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα αλάτων με αποτέλεσμα να καθίστανται τα εδάφη αλατούχα και στη συνέχεια νατριούχα.

2) Παραθαλάσσιες και παραποτάμιες περιοχές

Τα εδάφη των περιοχών αυτών λόγω της συνεχούς επαφής τους με το θαλασσινό νερό καθίστανται αλατούχα. Το θαλασσινό νερό περιέχει κατά μέσο όρο 600mg/l άλατα με κυρίαρχο στοιχείο το Na^+ υπό μορφή NaCl και λιγότερο $\text{Ca} + \text{Mg}$. Ο λόγος $\text{Na} / (\text{Ca} +$

Mg) στο θαλασσινό νερό είναι >3 . Συνέπεια της επαφής των εδαφών αυτών με το θαλασσινό νερό, είναι τα εδάφη να αλατώνονται σε πρώτο στάδιο και στη συνέχεια να νατριώνονται. Ένα άλλο σημείο αυτής της επαφής είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με Βόριο το οποίο παραμένει επί μακρόν στο έδαφος ακόμη και μετά την βελτίωση των εδαφών αυτών. Τις παραπάνω περιοχές τις συναντάμε σε όλα σχεδόν τα πλάτη της γης.

3) Περιοχές με εδάφη μικρής διαπερατότητας

Σε αυτές τις περιοχές λόγω της μικρής διαπερατότητας τα νερά δεν διηθούνται σχετικά γρήγορα, οπότε λόγω εξάτμισης επέρχεται συμπύκνωση και τελικά απόθεση των αλάτων στην κατανομή του εδάφους. Πολλά εδάφη της κατηγορίας αυτής αν και ελαφρά ή μέσης μηχανικής σύστασης περιέχουν στην κατανομή τους αδιαπέραστα στρώματα αργίλου.

Τα διαλυτά άλατα που προκαλούν την αλάτωση και δημιουργούν τα αλατούχα εδάφη τα κυριότερα είναι τα χλωριούχα και τα θειικά ως όξινα ανθρακικά άλατα των αλκαλίων όπως του νατρίου. Η εξάπλωση των αλατούχων εδαφών στα ξηρά και ημίξηρα κλίματα είναι μεγάλη, τα άλατα αυτών προέρχονται κυρίως από την αποσάθρωση των πετρωμάτων.

Στις ηπειρωτικές περιοχές κύριοι συντελεστές της δημιουργίας αλατούχων εδαφών είναι το ξηρό ή ημίξηρο κλίμα, το πλούσιο σε άλατα μητρικό υλικό και η υψηλή στάθμη του υπόγειου νερού. Στο βάθος της στάθμης του υπόγειου ύδατος, μπορεί να ανέλθουν τα άλατα, μέχρι την επιφάνεια του εδάφους που κυμαίνεται από ένα ως δύο μέτρα. Η τριχοειδής ανύψωση και ο εμπλουτισμός των ανώτερων στιβάδων, εξαρτάται από το βάθος του φρεατίου της στάθμης και της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους. (Η αλάτωση των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους λαμβάνει χώρα για την εξάτμιση του τριχοειδούς ανυψωμένου υπόγειου νερού και εναποθέσεως των διαλυμένων αλάτων). Τα άλατα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της εξάτμισης του εδαφικού νερού, εμφανίζονται συνήθως ως επανθίσματα επί της επιφάνειας του εδάφους (Παξινός, 1968).

1.3 ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ

Γενικά : Η ανάπτυξη της γεωργίας και η ανάπτυξη και η αναζήτηση για νέες ποικιλίες και καλλιεργητικές μεθόδους, έτσι ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη παραγωγή είναι στενά συνδεδεμένη με τις αυξανόμενες ανάγκες σε αρδευτικό νερό. Το νερό που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις προέρχεται από επιφανειακά ή υπόγεια νερά. Τα νερά αυτά περιέχουν σε διάλυση ή αιώρηση ένα ποσό αλάτων ευδιάλυτων ή δυσδιάλυτων, το οποίο ποικίλει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με το κλίμα, τα πετρώματα, τα ορυκτά και το έδαφος από τα οποία διέρχεται.

Συνήθως τα άλατα που επικρατούν στα νερά της άρδευσης είναι τα άλατα του ασβεστίου (όξινα ανθρακικά, θειικά, χλωριούχα, ανθρακικά), σε μικρότερο ποσοστό του Mg του K, και του Na και ενδεχομένως ορισμένων τοξικών στοιχείων, όπως B ή ιχνοστοιχείων. Ένα μέρος από τα άλατα που υπάρχουν στα νερά της άρδευσης πηγαίνουν στο έδαφος. Το ποσό των αλάτων αυτών συνεχώς αυξάνει και αν δεν ληφθεί μέριμνα ή αν οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής είναι κατάλληλες τότε τα εδάφη οδηγούνται σε ισχυρή αλάτωση με συνέπεια την μερική ή την πλήρη υποβάθμισή τους. Η ποιότητα του νερού άρδευσης και οι συνέπειες της στα εδάφη έχει τεράστια σημασία (Μισοπολινός, 1991).

1.3.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΦΥΤΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Το αρδευτικό νερό περιέχει διαλυμένα άλατα και η σύστασή τους ποικίλει ανάλογα με την πηγή και την εποχή του χρόνου. Το νερό με την υψηλή αλατότητα μπορεί να προκύψει είτε με τη δίοδο του μέσα από γεωλογικούς σχηματισμούς πλούσιους σε διαλυτά άλατα, είτε με την μετακίνησή του μέσα από ένα υπερβολικά αλατούχο υπόγειο ορίζοντα. Το καλοκαίρι οι συγκεντρώσεις των αλάτων συνήθως είναι μεγαλύτερες από ότι το Χειμώνα (Μαλεφάκης, 1984).

Με την άρδευση των καλλιεργειών το έδαφος εμπλουτίζεται με άλατα ανάλογα με την ποιότητα του νερού. Η υγρασία δεν αφαιρείται από την επιφάνεια του εδάφους με την εξάτμιση αλλά σε αντίθεση τα μετακινεί προς τις ανώτερες εδαφικές στρώσεις. Με το φαινόμενο της διαπνοής ένα μικρό ποσοστό αλάτων απορροφείται από τις ρίζες των φυτών. Έτσι η χρήση αλατούχων νερών έχει σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων στο έδαφος, εκτός και αν εμποδίζεται από την έκπλυση και στράγγιση του εδάφους (Μαλεφάκης, 1981).

Μερικές φορές νερό εξαιρετικής ποιότητας είναι μια κύρια πηγή διαλυτών αλάτων. Εφαρμογή με 500mm. νερού περιέχει μόνο 250mg/l διαλυμένα άλατα, προσθέτει 125kg άλατα σε κάθε στρέμμα το χρόνο. Αν τότε τα άλατα δεν απομακρυνθούν ή δεν μετακινηθούν από τη ριζική ζώνη των καλλιεργειών η αλάτωση των εδαφών μέσα σε 20-30 χρόνια είναι βέβαιη (Μαλεφάκης, 1984).

Η εδαφική αλατότητα επηρεάζει την ανάπτυξη των καλλιεργειών με διάφορους τρόπους:

α) Αύξηση της οσμωτικής πίεσης στο εδαφικό διάλυμα

Αυξάνει την οσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος, με αποτέλεσμα το φυτό να αδυνατεί να προσλάβει την απαραίτητη ποσότητα νερού παρά την ύπαρξη επαρκούς εδαφικής υγρασίας. Η μείωση της ανάπτυξης και της απόδοσης των καλλιεργειών είναι περίπου ανάλογη με την συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα, στη ζώνη του ριζοστρώματος και είναι ανεξάρτητη κατά μεγάλο μέρος από το είδος των αλάτων. Η επίδραση αυτή αποδείχτηκε με την καλλιέργεια φυτών σε άμμο, όπου η συγκέντρωση των αλάτων κρατήθηκε σταθερή με τη συνεχή κυκλοφορία του εδαφικού διαλύματος δια μέσου της άμμου, προσθέτοντας νερό στο διάλυμα καθώς αυτό αφαιρείται με την εξατμισοδιαπνοή.

Κάτω από αρδευόμενες συνθήκες το ριζικό σύστημα της αναπτυσσόμενης καλλιέργειας δεν εκτίθεται σε ομοιόμορφη συγκέντρωση αλάτων σε όλο το βάθος της ριζικής ζώνης. Η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα αυξάνει με το βάθος και η καλλιέργεια παίρνει το περισσότερο νερό από τα ανώτερα στρώματα του εδάφους, όπου η συγκέντρωση των αλάτων είναι η χαμηλότερη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Αντιστοιχία οσμωτικής πίεσης εδαφοδιαλύματος και τιμής απορρόφησης νερού από το ριζικό σύστημα του καλαμποκιού

Οσμωτική πίεση εδαφοδιαλύματος σε Atm	Τιμή απορρόφησης από της ρίζες $\text{mm}^3/\text{mm}^2/\text{ώρα}$
0,8	0,249
2,8	0,075
4,8	0,030

Έτσι η επίδραση της συγκέντρωσης των αλάτων στην ανάπτυξη και απόδοση μπορεί να είναι μικρότερη από ότι θα αναμενόταν από την έρευνα στις αμμώδεις καλλιέργειες. Η διαχείριση της κριτικής ζώνης του ριζοστρώματος ίσως είναι σπουδαίο όσο και η εκτέλεση πλήρους έκπλυσης για την παρεμπόδιση της συγκέντρωσης των αλάτων στο σύνολο της ριζικής ζώνης

Επίσης σε εδάφη που αρδεύονται με τις κλασσικές μεθόδους, η μείωση της παραγωγής εξαρτάται από την αλατότητα του εδάφους στο βάθος όπου αναπτύσσεται το μεγαλύτερο τμήμα της ρίζας των φυτών. Όταν αρδεύονται σε καθημερινή βάση με τη μέθοδο στάγδην άρδευση, τότε η παραγωγή συνδέεται με την αλατότητα του νερού που προσλαμβάνουν τα φυτά. Όταν η αλατότητα είναι μεγάλη τότε και η διαφορά της αλατότητας είναι μεγάλη.

Με την έκπλυση των αλάτων όταν υπάρχει υψηλή υπόγεια στάθμη, με φυσικό (βροχές) ή τεχνητό τρόπο οδηγεί σε πρόσθετη αύξηση των αλάτων. Τα προβλήματα είναι εντονότερα όταν τα αρδευόμενα εδάφη βρίσκονται σε χαμηλά τμήματα περιοχής. Η έκπλυση των αλάτων από τα εδάφη αυτά πρέπει να συνοδεύονται με τη δημιουργία στραγγιστικού δικτύου. Οποσδήποτε πριν αρχίσει να αρδεύεται μια περιοχή, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τη στράγγιση και απομάκρυνση των νερών στράγγισης (Μαλεγάκης, 1984).

β) Διηθητικότητα του εδάφους

Η ποιότητα του νερού αρδεύσεως μπορεί να επηρεάσει τη διηθητικότητα του εδάφους θετικά ή αρνητικά. Εάν το συνολικό ποσό των αλάτων είναι μεγάλο, η διηθητικότητα του εδάφους αυξάνει. Εάν το συνολικό ποσό των αλάτων είναι μικρό ή εάν ο λόγος νατρίου προς ασβεστίου είναι μεγάλος, τότε η διηθητικότητα του εδάφους μειώνεται αισθητά. Τα φαινόμενα αυτά είναι συνδεδεμένα με τη θρόμβωση και τη διασπορά της αργίλου.

Αποτέλεσμα της μείωσης της διηθητικότητας είναι το νερό να παραμένει στην επιφάνεια και στην κατανομή επί περισσότερο χρόνο. Αν οι κλιματικές συνθήκες το επιτρέπουν τότε η συμπύκνωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα είναι συνεχής (Μισοπολινός, 1991).

γ) Τοξικότητα ιόντων

Μερικά άλατα ή ιόντα που είναι επωφελή σε μικρές συγκεντρώσεις, μπορεί να συγκεντρωθούν στο εδαφικό διάλυμα σε τέτοιες ποσότητες ώστε να προκαλέσουν τοξικές επιδράσεις στα φυτά όπως Β, Na, Cl, HCO₃, π.χ. νερό υψηλής περιεκτικότητας σε HCO₃ εφαρμοζόμενο με καταιονισμό προκαλεί λευκές κηλίδες στα φρούτα ή τα φύλλα της αρδευόμενης καλλιέργειας.

Μεγαλύτερη ευαισθησία στα ιόντα αυτά δείχνουν οι δενδρώδεις καλλιέργειες οι οποίες παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους ανάλογα με το είδος και την ποικιλία.

Όταν η αναλογία του Na στο αρδευτικό νερό είναι υψηλή, μπορεί να απορροφηθεί από το εδαφοσύμπλοκο και να προκαλέσει ανεπιθύμητες φυσικές ιδιότητες στο έδαφος. Τα νερά αυτά χρειάζονται ειδική μεταχείριση στην εφαρμογή τους. Τα προβλήματα εδαφικής περατότητας σχετίζονται με νερά πολύ νατριούχα ή νερά πολύ χαμηλής αλατότητας.

Άλλα ιόντα όπως Cd, AS, Cr, f, Hg, κλπ. με τα οποία μολύνεται ορισμένες φορές το νερό αρδεύσεως είναι δυνατόν να δράσουν τοξικά, αλλά κυρίως να μεταφερθούν μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο με τις γνωστές συνέπειες (Μισοπολινός, 1991).

1.3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ

Για να αξιολογήσει κανείς το νερό το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για άρδευση σε μια συγκεκριμένη περιοχή θα πρέπει να έχει υπόψη του τις μεταβολές που θα δημιουργηθούν στο σύστημα έδαφος- νερό-φυτό. Οι μεταβολές οι οποίες θα επηρεάσουν το σύστημα έδαφος –νερό – φυτό μετά από συνεχή χρησιμοποίηση νερού αρδεύσεως προκύπτουν από τις ιδιότητες που έχει το νερό αρδεύσεως και χρησιμοποιούνται καθοδηγητικά πριν από τη χρησιμοποίησή του (Μισοπολινός,1991).

1.3.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα με την ολική συγκέντρωση αλάτων και τις σχέσεις συγκεντρώσεων με τα άλατα. Η ολική συγκέντρωση αλάτων που εκφράζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα, καθορίζει και την οσμωτική πίεση που εξασκούν τα άλατα αυτά στα φυτά των αρδευόμενων καλλιεργειών και κρίνει την καταλληλότητα του ή όχι για άρδευση.

Οι συγκεντρώσεις αλάτων και μεταξύ τους σχέσεις και κυρίως η εκατοστιαία αναλογία νατρίου ως προς το σύνολο των κατιόντων που είναι δυνατόν να διαμορφωθεί τελικά στο εδαφικό εκχύλισμα που επιφέρει ανάλογη αλκαλίωση στα κολλοειδή των εδαφών.

Η μαθηματική σχέση $\frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$ που αναφέρεται στις επί μέρους συγκεντρώσεις

νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου που τελικά διαμορφώνεται στο εδαφικό εκχύλισμα, εκφράζει την εναλλακτική δράση των ιόντων νατρίου επί των κολλοειδών των εδαφών.

Οι επιμέρους σχέσεις συγκεντρώσεων Ca/Mg, Na/K, K/Ng, συνιστούν μαζί με την παραπάνω σχέση το ιοντικό περιβάλλον της ριζόσφαιρας και καθορίζουν την δυνατότητα προσροφήσεως των επί μέρους κατιόντων από τα κολλοειδή. Σύμφωνα με τα παραπάνω τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση κατατάσσονται κατά WILCOX σε πέντε κατηγορίες:

A) Εξαιρετικά: ηλεκτρική αγωγιμότητα 250μhos/cm στους 25°C βαθμούς αλκαλίωσης 20, συγκέντρωση χλωριόντων 4-7 meq/lit.

B) Καλά: ηλεκτρική αγωγιμότητα 250-750 μhos/cm στους 25°C, βαθμός αλκαλίωσης 20-40, συγκέντρωση χλωριόντων 4-7 meq/lit.

Γ) Επιτρεπόμενα: κατάλληλα για εδάφη με καλή στράγγιση και έκπλυση και για ημιανθεκτικές σε άλατα καλλιέργειες. Ηλεκτρική αγωγιμότητα 750-2000 μhos/cm στους 25°C, βαθμός αλκαλίωσης 40-60, συγκέντρωση χλωριόντων 7-12 meq/lit.

Δ) Αμφίβολα: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση πολύ διαπερατά εδάφη εφοδιασμένα με επαρκή ποσότητα ενεργού ασβεστίου και για ανθεκτικές στα άλατα καλλιέργειες, με την προϋπόθεση ότι οι αρδεύσεις είναι κανονικές και ως προς το χρόνο και ως προς την απαιτούμενη δόση νερού για να πραγματοποιείται σε κάθε άρδευση και η αναγκαία έκπλυση αλάτων. Ηλεκτρική αγωγιμότητα των νερών αυτών είναι 2000-3000 μhos/cm στους 25°C, βαθμός αλκαλίωσης 60-80 και η συγκέντρωση χλωριόντων 12-20 meq/lit.

Ε) Ακατάλληλα: ηλεκτρική αγωγιμότητα >3000 μhos/cm στους 25°C, βαθμός αλκαλίωσης >80, συγκέντρωση χλωριόντων >20meq/lit.

Το εργαστήριο μελέτης αλατοαλκαλιωμένων εδαφών ΗΠΑ κατατάσσει τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση σε 20 κατηγορίες.

Λαμβάνει υπόψη του την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τη σχέση συγκεντρώσεων νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου εκφραζόμενων σε meq/litr.

Σύμφωνα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα που καθορίζει την ολική αλατότητα και κατά συνέπεια την οσμωτική πίεση, κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

A) Νερά μικρής αλατότητας C1 100-250 μhos/cm στους 25°C: Πρόκειται για νερά για πολύ καλής ποιότητας.

B) Νερά μέτριας αλατότητας C2 250-750 μhos/cm στους 25°C: Πολύ καλά νερά, κατάλληλα για άρδευση εδαφών με καλή στράγγιση και κυρίως καλλιεργειών ημιανθεκτικών στα άλατα.

Γ) Νερά μέσης ως υψηλή αλατότητα C3 750-2250 μhos/cm στους 25°C: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση διαπερατών εδαφών με καλή στράγγιση και καλές συνθήκες έκπλυσης αλάτων και για φυτά ανθεκτικά στα άλατα με την προϋπόθεση ότι το εύρος των αρδεύσεων θα είναι μικρό και οι χορηγούμενες δόσεις ικανές να εκλύουν τα άλατα που παραμένουν στη ριζόσφαιρα των καλλιεργειών μεταξύ δυο αρδεύσεων.

Δ) Νερά πολύ υψηλής αλατότητας C5 4000-6000 μhos/cm στους 25°C: Μπορεί να χρησιμοποιηθούν μόνο για άρδευση πολύ διαπερατών εδαφών με καλή στράγγιση και έκπλυση εφοδιασμένων με επαρκή ποσότητα ενεργού ασβεστίου και οργανικής ύλης και για φυτά ανθεκτικά και πολύ ανθεκτικά στα άλατα με την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες αρδεύσεως και στραγγίσεως θα είναι κανονικές.

Ε) Νερά μικρής ικανότητας αλκαλίωσης S1: Κρίνονται κατάλληλα για άρδευση εδαφών οποιασδήποτε μηχανικής σύστασης, με την προϋπόθεση πάντοτε ότι υπάρχουν συνθήκες καλής στράγγισης και εκπλύσεως αλάτων.

ΣΤ) Νερά μέσης ικανότητας αλκαλίωσης S2: Προκαλούν αύξηση του βαθμού αλκαλίωσης εδαφών μικρής ως μέσης διαπερατότητας, μικρής περιεκτικότητας ενεργού ασβεστίου. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση διαπερατών εδαφών με καλή στράγγιση και έκπλυση αλάτων, εφοδιασμένων με ικανές ποσότητες ενεργού ασβεστίου και οργανικής ύλης είτε οργανικής ύλης και καλίου.

Ζ) Νερά με υψηλή ικανότητα αλκαλίωσης S3: Είναι επικίνδυνα και προκαλούν άμεση αλκαλίωση των εδαφών, αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα προφυλάξεως. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν μόνο για άρδευση πολύ διαπερατών εδαφών, με μεγάλη περιεκτικότητα ενεργού ασβεστίου και οργανικής ύλης και κάτω από συνθήκες καλής στραγγίσεως και εκπλύσεως αλάτων.

Η) Νερά με πάρα πολύ υψηλή ικανότητα αλκαλίωσης S4: Είναι κατάλληλο για άρδευση. Επιφέρουν ταχύτητα στην αλκαλίωση των εδαφών και κατά κύριο λόγο, εδαφών μικρής διαπερατότητας με μικρή περιεκτικότητα ενεργού ασβεστίου (γύψου). Τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αν η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα τα εντάσσει στην κατηγορία C1 και C2, μετά από προσθήκη ανάλογης ποσότητας γύψου, για την βελτίωση της χρήσεως συγκεντρώσεων ιόντων νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου (Μαλεφάκης, 1981).

1.3.4 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Για να εκτιμήσουμε την ποιότητα ενός αρδευτικού νερού χρειάζεται μια πλήρης χημική ανάλυση όπως στον πίνακα παρακάτω :

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Εργαστηριακοί προσδιορισμοί που χρειάζονται για την εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΒΑΡΟΣ
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	EC	mmhos/cm	–
Ασβέστιο	Ca	meq/l	20
Μαγνήσιο	Mg	meq/l	12,2
Νάτριο	Na	meq/l	23
Ανθρακικά	CO ₃	meq/l	30
Δισανθρακικά	HCO ₃	meq/l	61
Χλώριο	Cl	meq/l	35,4
Θειικά	SO ₄	meq/l	48
Βόριο	B	Mg/l	–
Νιτρικό άζωτο	NO ₃ -N	Mg/l	14
Οξύτητα-αλκαλικότητα	Ph	Ph1	–
Προσαρμοσμένο SAR ²	Adj SAR	–	–
Κάλιο	K	meq/l	39,1
Λίθιο	Li	Mg/l	7
Σίδηρος	Fe	Mg/l	–
Αμμωνιακό άζωτο	NH ₄ -N	Mg/l	14

Μια συνηθισμένη ανάλυση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παρακάτω ιόντων:
 Κατιόντα: Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ Ανιόντα: HCO₃⁻, CO₃⁻, SO₄⁻, Cl⁻.

Τα ιόντα K⁺ και NO₃⁻ τα οποία βασικές φυτικές τροφές βρίσκονται σε μικρές σχετικά ποσότητες σε σύγκριση με άλλα ιόντα και συνήθως παραλείπονται στις αναλύσεις. Τα ιόντα εκφράζονται σε milliequivalents/liter (meq/l) ή milligrams/liter (mg/l) ή parts per million (ppm) και το άθροισμα των ανιόντων πρέπει να ισούται με εκείνο των κατιόντων. Σε μια προσεκτική χημική ανάλυση η διαφορά του συνόλου κατιόντων και ανιόντων δεν πρέπει να ξεπερνά το 5%. Η παράλειψη του K⁺ ή NO₃⁻ ή και των δύο έχει μικρή επίδραση στο ισοζύγιο κατιόντων και ανιόντων. Το B που βρίσκεται σε πολύ μικρά ποσά στο αρδευτικό νερό, συνήθως εκφράζεται σε ή ppm ή milligrams/liter.

Το σημείο που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα και που αποτελεί την αρχή μιας σωστής εκτίμησης, είναι η λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων αρδευτικού νερού.

Η ποσότητα νερού που χρειάζεται για μια πλήρη χημική ανάλυση είναι περίπου 2 λίτρα. Το δείγμα φέρεται μέσα σε πλαστικό ή γυάλινο δοχείο αφού ξεπλυθεί προηγούμενα δύο- τρεις φορές με το νερό που πρόκειται να εξεταστεί. Μετά τη δειγματοληψία το δείγμα όσο πιο σύντομα μεταφέρεται στο εργαστήριο προς ανάλυση, γιατί μπορεί να έχουμε την ανάπτυξη μικροβίων, μετατροπή όξινων διαλυτών ανθρακικών σε αδιάλυτα ουδέτερα καθώς και οξείδωση ή αναγωγή βαριών μετάλλων όπως σίδηρος, χρώμιο κ.λ.π. (Μαλεφάκης, 1984).

1.3.5 Δειγματοληψία νερού

1.3.5.1) Δειγματοληψία νερού από ποταμό.

Ένα ικανοποιητικό δείγμα νερού παίρνεται από το μέσο του ρεύματος της ροής του ποταμού. Πρέπει όμως να έχουμε πάντα κατά νου ότι τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ποταμίων νερών μεταβάλλονται ανάλογα με την εποχή, την βροχόπτωση, το βυθό του ποταμού, την ταχύτητα κίνησης του νερού, την απόσταση από την όχθη και τέλος το πλάτος του ποταμού.

1.3.5.2) Δειγματοληψία νερού από γεώτρηση:

Μια γεώτρηση δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα δειγματοληψίας. Αν η αναπλήρωση του υδροφόρου ισούται με την παροχή που παίρνουμε θα υπάρξει μια πολύ μικρή αλλαγή στα χαρακτηριστικά του νερού με τα χρόνια. Αν όμως η λαμβανόμενη παροχή υπερβαίνει την αναπλήρωση όπως φαίνεται και από την πτώση της στάθμης, τότε ίσως έχουμε αλλαγή της ποιότητας του νερού. Συνήθως δεν είναι δυνατόν να προβλέψουμε αν θα έχουμε αλλαγή ή αν υπάρχει αλλαγή δεν μπορούμε να πούμε αν θα βελτιώσει ή θα χειροτερέψει την ποιότητα του νερού. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρειάζονται πρόσθετες αναλύσεις. Το σημαντικό σημείο στη δειγματοληψία νερού από γεώτρηση είναι ότι η αντλία πρέπει να δουλέψει για αρκετή ώρα (30-60 λεπτά) και μετά να πάρουμε δείγμα.

1.3.5.3) Δειγματοληψία νερού από λίμνη:

Οι φυσικοχημικές σταθερές του λιμναίου νερού υπόκεινται σε σταθερές μεταβολές που οφείλονται στην εποχή του έτους, στις βροχοπτώσεις, την απορροή και τον αέρα. Η εκλογή της θέσης αλλά και η συχνότητα δειγματοληψίας εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες και την πείρα του ατόμου που κάνει την δειγματοληψία.

1.3.5.4) Δειγματοληψία υπεδάφειου νερού:

Γίνεται κυρίως 4 ως 6 ώρες μετά την ανόρυξη της εδαφοτομής. Δείγμα νερού πρέπει να παίρνουμε σε διάφορες εποχές του χρόνου, όπως και μετά το πότισμα για την παρακολούθηση της ποιότητας του υπεδάφειου νερού (Υπουργείο Γεωργίας, 1984).

1.3.6 ΔΥΣΜΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΝΕΡΩΝ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι αρδεύσεις αποσκοπούν στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων, τη συνάρτηση και τη βελτίωση των εδαφών γενικότερα. Όταν όμως στα αρδευόμενα εδάφη δεν υπάρχουν συνθήκες καλής στράγγισης και εκπλύσης αλάτων, όταν τα εδάφη είναι δυσδιαπέρατα, όταν η υπόγεια στάθμη νερού βρίσκεται κοντά στη ριζόσφαιρα, όταν δεν χορηγούνται κανονικές δόσεις νερού, όταν το εύρος αρδεύσεων είναι πολύ μεγάλο, όταν χρησιμοποιούνται νερά με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, τότε οι αρδεύσεις επιτρέπουν αντίθετα αποτελέσματα. Οι αποδόσεις των καλλιεργειών μειώνονται, τα φυτά καταστρέφονται και τα εδάφη υποβαθμίζονται.

Τέτοια εδάφη είναι :

A) Τα εναλατωμένα εδάφη είναι εκείνα τα εδάφη που έχουν μεγάλη ποσότητα υδατοδιαλυτών αλάτων στο υδατικό εκχύλισμα εδαφικής πάστας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στα εδάφη αυτά είναι μεγαλύτερη των 400μmhos/cm στους 25°C και βαθμός αλκαλίωσης είναι μικρότερος του 15%.

Εναλατώσεις σημειώνονται σε δυσδιαπέρατα εδάφη όταν δεν υπάρχουν φυσικές συνθήκες στραγγίσεως και εκπλύσεως ή όταν δεν έχουν κατασκευαστεί ανάλογα στραγγιστικά έργα και όταν αρδεύονται με νερά εναλατωμένα (Μαλεφάκης, 1981).

1.3.7 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΩΝ

Η εκτίμηση της καταλληλότητας ενός αρδευτικού νερού δεν στηρίζεται απλά και μόνο πάνω σε κάποιο μέγεθος εκτίμησης της ποιότητας του. Αντίθετα είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιείται. Έτσι οι συνθήκες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την τελική εκτίμηση είναι :

1.3.7.1) ΚΛΙΜΑ:

Το ύψος βροχόπτωσης είναι σημαντικός παράγοντας για την έκπλυση των εδαφών από τα άλατα που συσσωρεύτηκαν κατά την αρδευτική περίοδο. Σε υγρές περιοχές όπου η άρδευση γίνεται συμπληρωματικά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί νερό κακής ποιότητας χωρίς κανένα κίνδυνο για το έδαφος και τις καλλιέργειες. Σε περιοχές όπου επικρατούν άνεμοι και υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με χαμηλή ετήσια βροχόπτωση χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού (Μαλεφάκης, 1984).

Κατά τη διάρκεια του Χειμώνα και στις αρχές της Άνοιξης παρουσιάζονται συχνά παγετοί, προκαλώντας ζημιές στα εσπεριδοειδή και τις άλλες καλλιέργειες. Έτσι πολλές φορές καθίσταται αναγκαία η χρησιμοποίηση αρδευτικού νερού για την αντιπαγετική προστασία των καλλιεργειών και ιδιαίτερα των εσπεριδοειδών. Η χαλαζόπτωση είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο κατά τις αρχές του καλοκαιριού και προκαλεί σοβαρές ζημιές στα κηπευτικά και τις βερικοκίες. Οι άνεμοι γενικά δεν έχουν μεγάλη ένταση. Το Καλοκαίρι όμως τα μελέμια αυξάνουν τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό λόγω μεγάλης εξατμισοδιαπνοής που παρατηρείται (Νικολάου, 1997).

1.3.7.2) ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ:

Πριν από την έναρξη του αρδευτικού προγράμματος θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια έτσι ώστε το νερό που διηθείται διαμέσου του εδάφους να διατηρείται σε τέτοιο βάθος από την επιφάνεια ώστε να μην είναι σε θέση να επηρεάσει τις καλλιέργειες. Βάθος δυο μέτρων για τις δικές μας κλιματικές συνθήκες είναι ικανοποιητικό. Η καλύτερη όμως αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου στην περιοχή.

Το στραγγιστικό δίκτυο απομακρύνει συνεχώς τα άλατα του εδάφους και τα οδηγεί προς τη θάλασσα, είτε με φυσική ροή είτε με άντληση. Αυτό που έχει μεγάλη σημασία είναι να διατηρείται το στραγγιστικό δίκτυο σε καλή κατάσταση (Υπουργείο Γεωργίας, 1984).

Υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις που η κατάσταση του δικτύου είναι τέτοια που δεν επιτρέπει να στραγγίζουν τα εδάφη σε βάθος μεγαλύτερο από ένα μέτρο. Τέτοιες περιπτώσεις υπάρχουν σε περιοχές όπου ο κεντρικός συλλέκτης έχει πολύ μικρή υψομετρική διαφορά με την περιοχή που στραγγίζει. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστά να ανοιχτεί ένα όρυγμα σε σημείο του αγρού με το χαμηλότερο υψόμετρο και σε βάθος μέτρα το οποίο θα συγκεντρώσει τα νερά στραγγίσεως. Στη συνέχεια με μια μικρή αντλία τα νερά του ορύγματος κατά διαστήματα θα στέλνονται στη στραγγιστική τάφρο. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να διατηρούμε την υπόγεια στάθμη σε αρκετό βάθος.

Τα προβλήματα αλατότητας που έχουν σχέση με την αρδευόμενη γεωργία συνδέονται συχνά με την υπόγεια στάθμη του νερού όταν αυτή βρίσκεται μεταξύ ενός ή δύο μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους. Στα περισσότερα εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη το νερό ανέρχεται τριχοειδώς μέχρι το ριζόστρωμα και εάν περιέχει άλατα εφοδιάζει συνεχώς το ριζόστρωμα με άλατα καθώς το νερό χρησιμοποιείται από το έδαφος ή εξατμίζεται από την επιφάνεια του εδάφους. Η αλάτωση του εδάφους σε αρδευόμενες περιοχές, που έχει σχέση με τα φαινόμενα αυτά επιταχύνεται σε θερμές περιοχές όταν το έδαφος είναι δυνατόν να παραμένει επί μακρόν ακαλλιέργητο.

Ο ρυθμός αλατώσεως του εδάφους από μια υψηλή υπόγεια στάθμη εξαρτάται από α) τον τρόπο άρδευσης β) τη συγκέντρωση των αλάτων γ) το βάθος της στάθμης δ) τον τύπο του εδάφους ε) και το κλίμα.

Σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές η αλατότητα που συνδέεται με πλημμυρή στράγγιση δεν είναι δυνατόν να ελεγχθεί εάν προηγουμένως η υπόγεια στάθμη δεν σταθεροποιηθεί σε ένα ασφαλές βάθος συνήθως δύο μέτρων. Αυτό προσθέτει στράγγιση με ανοικτό δίκτυο ή σύστημα υπόγειας στράγγισης με σωληνώσεις ή φρεάτια το οποίο θα απομακρύνει ένα μέρος του αλατούχου εδαφικού νερού προς τα βαθύτερα στρώματα

όπου δε θα δημιουργεί προβλήματα αλατότητας. Όταν η στράγγιση είναι αποτελεσματική η αλατότητα η οποία συνδέεται στενά με την ποιότητα του νερού αρδεύσεως και τον τρόπο αρδεύσεως είναι δυνατόν να αποτελέσει πρόβλημα όταν η συγκέντρωση των αλάτων που αποτίθενται με το νερό αρδεύσεως φθάνει σε επίπεδο που να μειώσει την απόδοση. Έτσι η σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος των αλάτων πρέπει να περιλαμβάνει αποτελεσματική στράγγιση για να ελέγχεται και σταθεροποιείται τόσο η υπόγεια στάθμη όσο και η ελεύθερη κίνηση του νερού, στοιχεία απαραίτητα για τη μείωση της ποσότητας των αλάτων που συγκεντρώθηκαν. Στην περίπτωση αυτή μια σταθερή ροή του νερού στην κατανομή του εδάφους μπορεί να εξασφαλίσει τον έλεγχο της αλατότητας. Τα άλατα που συγκεντρώνονται στο ριζόστρωμα προέρχονται από το νερό αρδεύσεως (Μισοπολινός, 1991).

1.3.7.3) ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ :

α) Η μέθοδος άρδευσης με κατάκλιση: είναι η πλέον κατάλληλη για νερά υψηλής αλατότητας. Με αυλάκια έχουμε υψηλή συγκέντρωση αλάτων μεταξύ των αυλακίων. Με καταιονισμό η συμπύκνωση των αλάτων στο φύλλωμα είναι αρκετά επιζήμια για ορισμένες καλλιέργειες προσφέρει όμως ένα αποδοτικό τρόπο μείωσης της συγκέντρωσης των αλάτων στο αποδοτικό έδαφος. Γι' αυτό και περισσότερο χρησιμοποιείται στο πρώτο πότισμα ευαίσθητων στην αλατότητα γραμμικών καλλιεργειών π.χ. το μαρούλι. Οι επόμενες αρδεύσεις μπορούν να γίνουν με αυλάκια. Η μέθοδος άρδευσης με σταγόνες εφαρμόστηκε με επιτυχία χρησιμοποιώντας νερά με υψηλότερα επίπεδα αλατότητας από ότι στις άλλες μεθόδους. Στην περίπτωση αυτή είναι πολύ σημαντικό να έχουμε ποσοτικά επαρκείς εποχιακές βροχοπτώσεις, που θα διηθήσουν στα άλατα κάτω από τη ζώνη ριζοστρώματος. Η μέθοδος υπάρδευσης δεν προσφέρεται ακόμα και για μέτρια αλατούχα νερά (Υπουργείο Γεωργίας, 1984).

β) Προγραμματισμός των αρδεύσεων:

Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζονται συνεχώς καθόλη την καλλιεργητική περίοδο οι ανάγκες του φυτού ανάλογα με το είδος του φυτού, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την κατάσταση υγρασίας του περιβάλλοντος και τους ανέμους. Σε περίπτωση κινδύνου από τα άλατα μπορεί να αυξηθεί η συχνότητα των αρδεύσεων ή να προηγηθούν ορισμένες αρδεύσεις πριν από την έναρξη των βροχών του φθινοπώρου ή του Χειμώνα. Στόχος του προγραμματισμού των αρδεύσεων θα πρέπει να είναι η μείωση της αλατότητας και η

αποφυγή υδατικής καταπόνησης στα φυτά στο χρονικό διάστημα μεταξύ των αρδεύσεων.

Η αύξηση της συχνότητας των αρδεύσεων θα πρέπει να γίνεται μετά από εμπειριστεταμένη μελέτη τόσο σχετικά με την εφαρμοζόμενη μέθοδο αρδεύσεως, όσο και με την εκτίμηση των αναγκών των καλλιεργούμενων φυτών σε νερό. Η αύξηση της συχνότητας π.χ. σε αρδεύσεις με κατάκλιση πολλές φορές δεν συνιστάται διότι είναι δυνατόν να δημιουργηθούν προβλήματα τόσο διηθητικότητας όσο και κίνδυνοι ανυψώσεως της υπόγειας στάθμης (Μισσοπολινός, 1991).

1.3.7.4) ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ :

Ο παράγοντας αυτός είναι πολύ σημαντικός και η σωστή διαχείριση του αρδευτικού νερού μπορεί να εξουδετερώσει πολλά μειονεκτήματα ενός νερού κακής ποιότητας. Οι διάφορες εκτιμήσεις δείχνουν τη δυνατότητα ενός νερού για άρδευση, αλλά η πραγματική καταλληλότητα του συγκεκριμένου νερού εξαρτάται από την ικανότητα του αρδευτή για σωστή διαχείριση του. Εφαρμόζοντας π.χ. περίσσεια νερού σε σχετικά μικρά διαστήματα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί νερό αρκετά αλατούχο χωρίς συσσώρευση υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο εδαφικό προφίλ, αρκεί να εξασφαλιστεί καλή στράγγιση. Εδάφη με μικρή διαπερατότητα μέχρι το βάθος των ριζών δύσκολα μπορούν να αρδευτούν με αλατούχο νερό (Νικολάου, 1997).

1.3.7.5) ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ:

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού, αλλά πάντοτε θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τόσο τη στράγγιση όσο και τη μέθοδο άρδευσης. Σε γενικές γραμμές εδάφη χαρακτηριζόμενα σαν βαριά έχουν μεγάλο μακροπορώδες, μικρό μακροπορώδες, και μικρή τιμή διηθητικότητας, το οποίο αποτελεί πρόβλημα στη χρήση όχι μόνο του ποιοτικά υποβαθμισμένου αρδευτικού νερού αλλά και του άριστου ποιοτικά νερού. Το αντίθετο συμβαίνει με τα ελαφριά εδάφη (Νικολάου, 1997).

1.3.7.6) Ανθεκτικότητα καλλιεργειών και η αντοχή των καλλιεργειών στην αλατότητα :

Οι καλλιέργειες ποικίλουν όσο αφορά το όριο αντοχής τους σε άλατα και ορισμένες μπορούν να αντέξουν πολύ περισσότερο την αλατότητα από ότι άλλες χωρίς να έχουν υπερβολική μείωση της παραγωγής. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουν την ικανότητα να

ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση ώστε να μπορούν να εκμεταλλεύονται μεγαλύτερες ποσότητες νερού σε ένα αλατούχο έδαφος .Η ικανότητα αυτή ορισμένων καλλιεργειών είναι πολύ χρήσιμη .Σε περιοχές όπου η αλατότητα δεν είναι δυνατόν να μειωθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα για τα φυτά που είδη υπάρχουν ,υπάρχει λύση της εναλλακτικής καλλιέργειας η οποία είναι περισσότερο ανθεκτική στο συγκεκριμένο επίπεδο αλατότητας και μπορεί να έχει οικονομική απόδοση (Υπουργείο Γεωργίας,1984).

Υπάρχει ένα οκταπλάσιο έως δεκαπλάσιο εύρος ανθεκτικότητας στα άλατα των καλλιεργούμενων φυτών. Το γεγονός αυτό επιτρέπει ευρύτερη χρήση αλατούχων εδαφών που τα περισσότερα από αυτά στο παρελθόν θεωρούνταν ακατάλληλα προς χρήση. Με τον τρόπο αυτό διευρύνεται η χρήση αρδευτικών νερών με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αλάτων από το παρελθόν.

Η αντοχή των καλλιεργειών αλλάζει με τη διαχείριση του νερού με το στάδιο ανάπτυξης, με το ριζόστρωμα, με τις ποικιλίες και με το κλίμα. Για πολλές καλλιέργειες όπως (τεύτλα, ρύζι, σιτάρι, κριθάρι και αρκετά λαχανικά) το στάδιο φύτευσης των σπόρων είναι το πιο ευαίσθητο και η εδαφική αλατότητα $E_{ce} > 4 \text{ mmhos/cm}$ στο στάδιο αυτό ίσως καθυστερήσει τη βλάστηση και την πρώιμη ανάπτυξη. Το ριζικό σύστημα επιδρά στην αντοχή ορισμένων δένδρωδών καλλιεργειών στην αλατότητα ,όπως τα ξινά. Κάποιες ποικιλίες εμφανίζουν σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά την αντοχή τους στην αλατότητα. Οι διαφορές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την εκλογή εμπορικών φυτών τόσο από πλευράς ποικιλίας όσο και ριζικού συστήματος (Μισσοπολινός,1991).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: καλλιέργειας που είναι ανθεκτικές, σχετικώς ανθεκτικές, σχετικά ευαίσθητες και ευαίσθητες στα άλατα

ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ, ΙΝΕΣ, ΖΑΧΑΡΗ
Κριθάρι
Βαμβάκι
Ζαχαρότευτλα
ΛΑΧΑΝΙΚΑ
Σπαράγγι
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ

Φοίνικας
<u>ΣΧΕΤΙΚΩΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</u>
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ, ΙΝΕΣ, ΖΑΧΑΡΗ
Κτηνοτ. Μπιζέλι
Βρώμη
Σίκαλη
Σαφράνα
Σόργο
Σόγια
Σιτάρι μαλακό
Σιτάρι σκληρό
ΛΑΧΑΝΙΚΑ
Αγκινάρα
Κοκκινογούλι
Κολοκυθάκι
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ
Συκιά
Ελιά
Ανανάς
Ροδιά
<u>ΣΧΕΤΙΚΩΣ ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</u>
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ, ΙΝΕΣ, ΖΑΧΑΡΗ
Φακή
Καλαμπόκι
Λινάρι
Κεχρί
Φιστικιά
Ρύζι
Ηλίανθος
ΛΑΧΑΝΙΚΑ
Μπρόκολο

Λάχανα
Λάχανα Βρυξελών
Κουνουπίδι
Σέλινό
Καλαμπόκι
Αγγούρι
Μελιτζάνα
Μαρούλι
Πεπόνι
Πιπεριά
Πατάτα
Ρεπάνι
Σπανάκι
Κολοκύθι
Γλυκοπατάτα
Ντομάτα
Γογγύλι
Καρπούζι
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ
Αμπέλι
<u>ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΚΑΛΜΙΕΡΓΕΙΕΣ</u>
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ, ΙΝΕΣ, ΖΑΧΑΡΗ
Φασόλι
Σουσάμι
ΛΑΧΑΝΙΚΑ
Φασόλι
Καρότο
Μπάμια
Κρεμμύδι
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ
Αμυγδαλιά

Μηλιά
Βερικοκιά
Αβοκάντο
Κερασιά
Γκρέπ φρούτ
Λεμονιά
Γλυκολεμονιά
Μουσμουλιά
Μάνγκο
Πορτοκαλιά
Ροδακινιά
Αχλαδιά
Δαμασκηνιά
Φράουλα
Μανδαρίνο

(Μισοπολινός, 1991). (Κατακουζηνός, 1958)

1.3.8 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η απόδοση των φυτών όταν αρδεύονται με ένα συγκεκριμένο νερό κυμαίνεται από 100 έως 0%. Συχνά υπάρχουν παράγοντες ανεξάρτητοι από την ποιότητα του νερού οι οποίοι επηρεάζουν την παραγωγή. Η αντοχή των φυτών στην αλατότητα έχει εφαρμογή στις καλλιέργειες κυρίως από το πρώτο στάδιο του φυτρώματος έως την ωριμότητα.

Η αντοχή κατά την φύτευση και τα πρόωρα στάδια της φύτευσης μπορούν να διαφέρουν και είναι γνωστή μόνο για ορισμένα φυτά.

Εάν η εδαφική αλατότητα στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους είναι μεγαλύτερη από 4ms/cm, μπορεί να εμποδίσει ή να καθυστερήσει τη βλάστηση και την ανάπτυξη του βλαστιδίου κατά τα πρώτα στάδια.

Η καθυστερημένη αυτή βλάστηση μπορεί να καθυστερήσει την εμφάνιση του βλαστιδίου πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τη

διατήρηση της επιφανειακής κρούστας και τη δημιουργία κινδύνων, ασθενειών που τελικά έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή γενικά.

Βροχή ή άρδευση πριν από τη σπορά συχνά ωφελούν στην αντιμετώπιση της αλατότητας, καθυστερούν τη δημιουργία κρούστας και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για ένα καλό φύτρωμα.

Υποκείμενα που χρησιμοποιούνται για ορισμένες ποικιλίες δένδρων και αμπέλου επηρεάζουν αισθητά την αντοχή στα άλατα. Τα υποκείμενα διαφέρουν μεταξύ τους στην ικανότητα να αφαιρούν, να μην προσροφούν δηλαδή τα άλατα ιδιαίτερα τα τοξικά ιόντα χλωρίου και νατρίου. Με αυτή τη μείωση επιτυγχάνεται μικρότερη συγκέντρωση αλάτων στο φυτό. Η χαρακτηριστική αυτή ικανότητα τον συνδυασμό κατάλληλων υποκειμένων και ποικιλιών για τη βελτίωση της απόδοσης σε συνθήκες αλατότητας εδάφους ή νερού αρδεύσεως.

Διαφορές μεταξύ των ποικιλιών υφίστανται στα ετήσια φυτά. Οι μεγαλύτερες διαφορές με τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Μερικά από αυτά έχουν αισθητά μεγαλύτερη ή μικρότερη αντοχή. Προσεκτική επιλογή ανάμεσα από τις ποικιλίες που υπάρχουν είναι απαραίτητη εάν η αλατότητα του νερού αρδεύσεως είναι τέτοιου βαθμού ώστε να βρίσκεται στα όρια αντοχής των φυτών.

Ο πολλαπλασιασμός και η ανάπτυξη των φυτών με σκοπό την επιλογή για την αντοχή τους στα άλατα άρχισε μόνο τελευταία να λαμβάνει έκταση. Τα αποτελέσματα που υπάρχουν μέχρι σήμερα είναι ενθαρρυντικά και έχουν προωθήσει νέα πεδία έρευνας στην γενετική της αντοχή στα άλατα, ιδιαίτερα μεταξύ συγγενών ποικιλιών ή σειρών εντός των ποικιλιών. Η επιτυχία της έρευνας αυτής θα είναι πολύ σημαντική για τη χρήση περισσότερο αλατούχων νερών, θα πρέπει να εφαρμοστεί με περίσκεψη. Κάθε νέα ποικιλία με μεγαλύτερη αντοχή θα πρέπει να αξιολογηθεί λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα πλεονεκτήματα που παρέχει. Οποσδήποτε απαιτείται χρόνος όχι μικρότερος της δεκαετίας πριν κυκλοφορήσουν στο εμπόριο ποικιλίες ανθεκτικότερες από τις ήδη υπάρχουσες.

Το κλίμα επηρεάζει την αντοχή στην αλατότητα ή την ξηρασία. Γενικά καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε δροσερότερες περιοχές ή κατά την ψυχρότερη περιοχή του έτους έχουν μεγαλύτερη αντοχή στα άλατα από ότι εάν καλλιεργούνται σε θερμότερα κλίματα ή θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες. Από τη στιγμή που η ανάγκη του φυτού για νερό είναι μεγαλύτερη κατά την ψυχρή περίοδο, το αποτέλεσμα της μικρότερης διαθεσιμότητας του νερού λόγω αλατότητας δεν είναι τόσο οριακό και έτσι ένα

μεγαλύτερο ποσοστό βροχής ή αρδευτικού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το ξέπλυμα των συγκεντρωθέντων αλάτων. Αντίθετα σε περιόδους με μεγάλη ανάγκη νερού για την εξατμισοδιαπνοή κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, κάτω από ξηρές και θερμές συνθήκες, το νερό μπορεί να μην είναι αρκετό για αραίωση ή την απομάκρυνση των αλάτων από την περιοχή του ριζοστρώματος. Κάτω από τέτοιες συνθήκες τα φυτά παρουσιάζουν νωρίτερα συμπτώματα υδατικής καταπόνησης και αυτές είναι ακόμα εντονότερες όταν συνδυάζονται με ξηρούς ανέμους. Το κλίμα επηρεάζει περισσότερο τις ευαίσθητες στα άλατα ποικιλίες των φυτών από ότι τις ανθεκτικές.

Η λίπανση έχει μικρή επίδραση στην αντοχή της αλατότητας. Εάν η λίπανση είναι απαραίτητη, πρόωρη λίπανση αυξάνει τις αποδόσεις, αλλά εάν δεν είναι περιοριστικός παράγοντας τότε επιπρόσθετο λίπασμα δεν βελτιώνει την αντοχή στα άλατα. Από τη στιγμή που τα λιπάσματα είναι υδατοδιαλυτά άλατα η χρονική κατανομή τους και ο τρόπος εφαρμογής τους έχει σημασία γιατί λανθασμένες πρακτικές μπορούν να οδηγήσουν σε επιπρόσθετη αλάτωση ή δημιουργία αλατότητας (*Μισοπολινός, 1991*).

1.3.9 ΜΕΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΛΟΓΩ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Αναφέρονται ποσοστά μείωσης παραγωγής λόγω αλατότητας νερού ή εδάφους.

Α. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	ECe	ECw	E Ce	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	EC w
ΚΡΙΘΑΡΙ	8	5,3	10	6,7	13	8,7	18	12	28	19
ΒΑΜΒΑΚΙ	7,7	5,1	9,6	6,4	16	8,4	17	12	27	18
ΤΕΥΤΛΑ	7	4,7	8,7	5,8	11	7,5	15	10	24	16
ΣΙΤΑΡΙ	6	4	7,4	4,9	9,5	6,4	13	8,7	20	13
ΣΟΓΙΑ	5	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5	10	6,7
ΣΟΡΓΟ	4	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11	7,2	18	8,7
ΡΥΖΙ	3	2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,5	7,6
ΛΙΝΑΡΙ	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
ΦΑΚΗ	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2	6,8	4,5	12	8
ΦΑΣΟΛΙΑ	1	0,7	1,5	1	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
ΦΙΣΤΙΚΙΑ	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4

Β. Οπωρώνες										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw
Χουρμαδιά	4	2,7	6,8	4,5	11	7,3	18	12	32	21,1
Συκιά	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6	14	5,3
Γκρέιπ φρουτ	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,2	4,9	3,3	8	5,3
Πορτοκαλιά	1,7	1,1	2,3	1,6	3,2	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Λεμόνια	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Μηλιά	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,2
Καρυδιά	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Ροδακινιά	1,7	1,1	2,2	1,4	2,9	1,9	4,1	2,7	6,5	4
Βερικοκιά	1,6	1,1	2	1,3	2,6	1,8	3,7	2,5	6	3,8
Αμπέλι	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	8
Αμυγδαλιά	1,5	1	2	1,4	2,8	1,9	4,1	2,7	7	4,5
Δαμασκηνιά	1,5	1	2,1	1,4	2,9	1,9	4,3	2,8	7	4,7
Φράουλα	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4	2,7

Γ. Λαχανικά										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Παντζάρια	4	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15	10
Μπρόκολα	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	13,5	9,1
Τομάτα	2,5	1,7	3,5	2,6	5	3,4	7,6	5	12,5	8,4
Αγγουριά	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	3,9	6,3	4,2	10	6,8
Πεπονιά	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1	16	9,8
Σπανάκι	2	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15	10
Λάχανο	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7	4,6	12	8,1
Πατάτα	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Γλυκοπατάτα	1,5	1	2,4	1,6	3,8	2,5	6	4	10,5	7,1
Πιπεριά	1,5	1	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,5	5,8
Μαρούλι	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4	9	6
Ραπάνι	1,2	0,8	2	1,3	3,1	2,1	5	3,4	9	5,9
Κρεμμύδι	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,5	5
Καρότο	1	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1	8	5,4
Σέλινο	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18	12
Κολοκύθι	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Γογγύλι	0,9	0,6	2	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12	8

EC_e είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους και εκφράζεται σε mmhos/cm στους 25°C.

EC_w είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του αρδευτικού νερού σε mmhos/cm στους 25°C (Νικολάου, 1997).

1.3.10 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Η συσσώρευση διαλυτών αλάτων στην περιοχή των ριζών υποβάλλει τα φυτά σε οσμωτικό και ιοντικό στρες, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της βλάστησης και καρποφορίας, και σε πιο σοβαρές καταστάσεις, την αποξήρανση τους.

Το οσμωτικό στρες προέρχεται από τον περιορισμό της διαθέσιμης υγρασίας εξαιτίας της υψηλής πυκνότητας του εδαφικού διαλύματος, δεδομένου ότι η ικανότητα του φυτού για αντίστοιχη ρύθμιση της πυκνότητας του κυτταρικού του χυμού δεν είναι

απεριόριστη. Έτσι όταν η εξωτερική συγκέντρωση γίνει πολύ υψηλή ή επικρατούν συνθήκες ταχείας απώλειας υγρασίας, το φυτό δεν κατορθώνει να διατηρήσει το ισοζύγιο ύδατος, χάνει περισσότερο νερό από όσο προσλαμβάνει και περιέρχεται σε κατάσταση δίψας, ακόμα και σε επίπεδα εδαφικής υγρασίας που θα ήταν επαρκή, αν δεν υπάρχουν τα άλατα.

Το ιοντικό στρες οφείλεται σε αλλοιώσεις του μεταβολισμού από τη δράση των ιόντων των αλάτων μέσα στα κύτταρα, και έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση τροφοπενιών και τοξικοτήτων. Οι επίδραση του οσμωτικού και ιοντικού στρες ασκούνται ταυτοχρόνως και είναι αδύνατο στην πράξη να ξεχωρίσει το αποτέλεσμα του καθενός πάνω στα φυτά. Γενικά όμως, μπορούμε να πούμε ότι η έκθεση σε περίσσεια αλάτων για μικρό χρονικό διάστημα προκαλεί βλάβες από φυσιολογική δίψα, ενώ για καλύτερο διάστημα, προκαλεί επιπλέον και διαταραχές θρεπτικής και τοξικής φύσεως.

Στον πίνακα 5 αναφέρονται μερικές βλάβες που προκαλεί η περίσσεια αλάτων σε βασικές λειτουργίες του φυτού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Βλάβες από την περίσσεια αλάτων σε βασικές λειτουργίες

ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	ΜΕΙΩΣΗ	Ελάττωση φυλλικής επιφάνειας Περιορισμένη δέσμευση CO ₂ Αύξηση αναπνοής Καταστροφή χλωροφυλλόκοκκων
ΑΝΑΠΝΟΗ	ΑΥΞΗΣΗ	Μεγαλύτερες συνθήκες μεταβολικής ενέργειας Συσώρευση ιόντων Αποκατάσταση κυτταρικών βλαβών
ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ	ΜΕΙΩΣΗ	Έλλειψη νερού Τοξική δράση Cl Τροφοπενία K Ανισορροπία Na-Ca
ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΙΟΝΤΩΝ	ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΕΣ (Ca, K, Fe, Mn, Zn)	Ανταγωνισμός Na Χαμηλή ριζική πίεση Κατακρήμνισμα Ca Αλκαλική αντίδραση Συσώρευση Cl, Na, B

ΑΝΑΠΤΥΞΗ

ΠΡΟΩΡΗ ΓΗΡΑΝΣΗ

Ορμονικές διαταραχές
Αλλοίωση πλασματικών μεμβρανών
Μειωμένη πρωτεϊνοσύνθεση
Αποδόμηση χλωροφύλλης

(Νικολάου 1997).

1.3.11 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΦΥΤΑ ΜΕ ΟΡΑΤΗ ΜΟΡΦΗ

Οι βλάβες του φυτού στο κυτταρικό επίπεδο από όλα τα άλατα εκδηλώνονται τελικά με τη μορφή ορατών συμπτωμάτων. Τα συμπτώματα αυτά δεν είναι πολύ χαρακτηριστικά και συνίσταται σε υποχώρηση του πράσινου και νέκρωση των φύλλων, αποφύλλωση και νέκρωση κλαδίσκων και σε σοβαρές καταστάσεις, νέκρωση ολόκληρου του φυτού. Στις περιπτώσεις που παρατηρείται ανεπαρκής εφοδιασμός σε **Ca** των νεαρών καρπών και φύλλων, εμφανίζονται νεκρώσεις και στα όργανα αυτά (ξηρή κορυφή της τομάτας, της πιπεριάς, της μελιτζάνας και του καρπουζιού, κάψιμο των φύλλων του μαρουλιού και του λάχανου, νέκρωση της κορυφής των φύλλων της φράουλας κλπ.). Η απόδοση των καλλιεργειών μειώνεται ή εκμηδενίζεται.

Τα εσπεριδοειδή που αποτελούν την κύρια καλλιέργεια στην περιοχή, είναι ευπαθή στα άλατα και η συμπτωματολογική εικόνα που παρουσιάζουν μεταβάλλεται με την εποχή και την ιδιαίτερη ευαισθησία των διαφόρων ειδών. Μια πολύ συνηθισμένη αντίδραση των δέντρων είναι η έντονη αποφύλλωση που παρουσιάζουν κατά το τέλος του Χειμώνα και τις αρχές της Άνοιξης. Έτσι λίγο πριν την έναρξη της βλάστησης, οι κλαδίσκοι είναι τελείως απογυμνωμένοι ή φέρουν μικρό αριθμό παλιών κίτρινων και νεκρωτικών φύλλων. Αργότερα σχηματίζονται νέοι βλαστοί μικρού μήκους και τα δέντρα αποκτούν φύλλωμα που διατηρείται πράσινο μέχρι το φθινόπωρο. Με την έναρξη του ψυχρού καιρού τα φύλλα αρχίζουν να παίρνουν χροιά μπρούτζου και να παρουσιάζουν νεκρώσεις. Ως το τέλος του Χειμώνα ή τις αρχές της Άνοιξης τα συμπτώματα των φύλλων γενικεύονται σε όλη την κόμη, η οποία παρουσιάζει επίσης αποφύλλωση και νέκρωση κλαδίσκων. Ακολούθως εκπτύσσετε νέα βλάστηση, και ο κύκλος των συμπτωμάτων επαναλαμβάνεται.

Η κατάσταση αυτή οδηγεί με τα χρόνια, σε εξασθένηση των δέντρων και σε σχηματισμό αραιής και με πληθώρα κλαδίσκων κόμης. Αν ο σπρωώνας δεν ποτίζεται

κανονικά ή υποστεί την επίδραση αντίξων καιρικών συνθηκών (ψύχος, άνεμοι), είναι δυνατόν να ξεραθούν ολόκληρα δέντρα.

Ο μεταχρωματισμός του φυλλώματος αρχίζει συνήθως στη ΝΑ πλευρά της κόμης, που μπορεί να εκληφθεί ως σύμπτωμα τροφοπενίας αζώτου ή μαγνησίου. Η παρουσία συμπτωμάτων τροφοπενιών σιδήρου, μαγγανίου και ψευδαργύρου είναι συχνή. Η ένταση των συμπτωμάτων κυμαίνεται πάνω στο ίδιο το δέντρο και από δέντρο σε δέντρο μέσα στον οπωρώνα. Η κηλιά και η λεμονιά παρουσιάζουν την πιο σοβαρή βλάβη και ακολουθούν κατά σειρά, η μανταρινιά, η νεραντζιά και η πορτοκαλιά (Νικολάου, 1997).

1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Από τις καλλιέργειες των θερμοκηπίων τα ανθοκομικά, το αγγούρι, το φασόλι, η μελιτζάνα είναι ευαίσθητες στα άλατα ενώ η ντομάτα που καλλιεργείται ευρύτατα στα θερμοκήπια είναι ημιανθεκτική στα άλατα.

Τα εδάφη των θερμοκηπίων πρέπει να είναι μαλακά, με καλή κυκλοφορία νερού και αέρα, διαπερατά, με χαμηλή υπόγεια στάθμη και συνθήκες καλής στραγγίσεως και εκπλύσεως.

Αν τα εδάφη δεν έχουν διαπερατότητα, να προηγείται της καλλιέργειας ή μετάπλαση του εδάφους και η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου στη βάση του διαπερατού υποστρώματος. Ανοίγονται χαντάκια μικρού βάθους και κατά μήκος του διαπερατού υποστρώματος και τοποθετούνται διάτρητοι σωλήνες που σκεπάζονται με χαλίκια και χοντρή άμμο. Τα χαντάκια αυτά πρέπει να καταλήγουν σε κεντρικό αγωγό αποχετεύσεως (Μαλεφάκης, 1981).

1.4.1 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

Πριν από την επέκταση των καλλιεργειών θερμοκηπίων πρέπει να ερευνάται:

- 1) Αν προσφέρεται γι' αυτό η περιοχή.

2) Αν στις περιοχές που προγραμματίζονται επεκτάσεις καλλιεργειών θερμοκηπίων υπάρχουν και οι απαιτούμενες ποσότητες καλής ποιότητας νερού και η δυνατότητα της χρησιμοποίησής του.

3) Το δυναμικό των υδροφορέων στις παράκτιες περιοχές και η μέγιστη δυνατότητα αντλήσεως τους.

4) Η ποιότητα του διαθέσιμου νερού και να καθορίζονται ανάλογες καλλιέργειες σύμφωνα με την ανθεκτικότητά τους στα άλατα.

5) Να προβλέπονται γενικά στραγγιστικά έργα σε κάθε περιοχή, που θα δέχονται τα νερά στραγγίσεως και εκπλύσεως αλάτων κάθε θερμοκηπίου.

6) Να γίνονται εδαφολογικές αναλύσεις, δηλαδή μηχανική σύσταση εδάφους, pH, υδατοδιαλυτά άλατα, ιοντοαλλακτική ικανότητα κολλοειδών, βαθμός αλκαλώσεως, ενεργό ασβεστίου, διαπερατότητα, υδατοϊκανότητα, σημείο μαράνσεως, κλπ. πριν από την κατασκευή κάθε θερμοκηπίου.

7) Να ελέγχεται το βάθος υπόγειας στάθμης.

8) Να γίνεται μετάπλαση των εδαφών αν τα εδάφη δεν είναι διαπερατά.

9) Να υπάρχουν φυσικές συνθήκες καλής στράγγισης και εκπλήσεως αλάτων σε κάθε θερμοκήπιο. Αν δεν υπάρχουν να κατασκευάζονται.

10) Να ερευνάται η δυνατότητα βελτίωσης των νερών.

(Μαλεφάκης, 1981).

1.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αν η χρησιμοποιούμενη μέθοδος άρδευσης δημιουργεί κίνδυνο αλατότητας τότε θα πρέπει να οδηγηθούμε στην επιλογή μεθόδου που θα ελέγχει τα άλατα στο έδαφος και θα αποφεύγει τις δυσμενείς επιπτώσεις στην καλλιέργεια (Νικολάου, 1997).

1.5.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης (λεκάνες, λωρίδες, αυλάκια) εφαρμόζουν γενικά υψηλές δόσεις νερού και αν αναγκαστούμε να αρδεύουμε συχνότερα για την έκπλυση των αλάτων, ίσως σπαταλήσουμε νερό προκαλώντας ταυτόχρονα λίμνασμα νερού, άνοδο υπόγειας στάθμης και τελικά μειωμένη παραγωγή. Αν πάλι αφήνουμε την

υγρασία να εξαντληθεί κατά ένα σημαντικό ποσοστό μεταξύ των αρδεύσεων, τότε καθώς μειώνεται η εδαφική υγρασία αυξάνεται η συγκέντρωση των αλάτων και μειώνεται ακόμα περισσότερο η διαθεσιμότητά της.

Στις περιπτώσεις αυτές για να πετύχουμε αξιόλογη βελτίωση στη διαχείριση νερού και αλατότητας, ίσως χρειαστεί αλλαγή μεθόδου άρδευσης σε καταιόνηση ή άρδευση με σταγόνες, εφόσον το κόστος της αλλαγής δικαιολογείται από την αναμενόμενη βελτίωση της απόδοσης.

Εξασφαλίζοντας όμως καλές συνθήκες στράγγισης μπορούμε να εφαρμόσουμε, όπου οι γενικότερες συνθήκες το επιτρέπουν, άρδευση με λωρίδες ή ακόμη περισσότερο με λεκάνες χωρίς να έχουμε κανένα από τα προαναφερθέντα προβλήματα, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα σημαντική έκπλυση αλάτων από το έδαφος (Νικολάου, 1997).

1.5.2 ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ

Αρδεύοντας με καταιονισμό μπορούμε να εφαρμόσουμε ομοιόμορφα το νερό στο χωράφι, αποφεύγοντας κορεσμούς ή ελλείψεις τροφοδοσίες με όλα τα γνωστά επακόλουθα.

Ο καταιονισμός μερικές φορές χρησιμοποιείται για να βοηθήσει το φύτευμα και τα πρώτα στάδια βλάστησης σε καλλιέργειες ευαίσθητες στην αλατότητα, την υψηλή θερμοκρασία και την εδαφική κρούστα. Όταν χρησιμοποιείται στο φύτευμα εφαρμόζεται μία ή περισσότερες φορές την ημέρα για αρκετές μέρες και με μικρή διάρκεια χρόνου άρδευσης. Μόνιμα συστήματα καταιονισμού βρήκαν εφαρμογή στα μαρούλια.

Εφαρμόζοντας πλέον αποδοτικά το νερό με τη μέθοδο αυτή, μειώνονται οι απώλειες βαθιάς διήθησης και έτσι αποφεύγονται προβλήματα υψηλής υπόγειας στάθμης και αλατότητας.

Όταν αρδεύσουμε με νερό κακής ποιότητας κάτω από συνθήκες χαμηλής υγρασίας, τότε ορισμένες ευαίσθητες καλλιέργειες, όπως σταφύλια, εσπεριδοειδή και πολλές άλλες δεντρώσεις, είναι πιθανό να απορροφήσουν σημαντικές και επομένως τοξικές ποσότητες Na και Cl από τα φύλλα. Η συγκέντρωση των τοξικών αλάτων στα φύλλα οφείλεται στην εξάτμιση του νερού από τη φυλλώδη επιφάνεια, που συμβαίνει στη διάρκεια των αλλεπάλληλων διαβροχών και ξηράσεων των φύλλων κατά την περιστροφή των καταιονιστήρων. Αν οι καταιονιστήρες δίνουν χαμηλή ένταση βροχής

και οι συγκεντρώσεις του Cl και Na στο νερό είναι μεγαλύτερες από 3mg/l, είναι δυνατό να έχουμε τοξικά φαινόμενα στην περιφέρεια των φύλλων (νεκρώσεις).

Αρδεύοντας σε χρονικά διαστήματα με ικανοποιητική ατμοσφαιρική υγρασία όπως τη νύχτα, ελαχιστοποιούμε τους κινδύνους υπέρμετρης συγκέντρωσης στοιχείων στα φύλλα. Το ίδιο επίσης επιτυγχάνεται με την αύξηση της ταχύτητας των καταιονιστήρων (*Νικολάου, 1997*).

1.5.3 ΑΡΔΕΥΟΝΤΑΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ

Όταν έχουμε νερό καλής ποιότητας και αρδεύουμε με σταγόνες, τότε οι αποδόσεις είναι ίσες ή ελαφρά καλύτερες από τις άλλες μεθόδους σε συγκρίσιμες συνθήκες. Αν όμως το νερό είναι κακής ποιότητας οι αποδόσεις με την στάγδην άρδευση θα είναι σαφώς καλύτερες από τις άλλες μεθόδους, για το λόγο ότι με τη μέθοδο αυτή έχουμε την υγρασία σε υψηλά επίπεδα και συνεπώς η συγκέντρωση των αλάτων είναι μικρότερη.

Με τη μέθοδο αυτή τα άλατα συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους και μέσα στο έδαφος στα άκρα του βρεχόμενου βολβού. Άλατα μπορεί να συγκεντρωθούν κάτω από το σταλλακτήρα, αλλά οι καθημερινές αρδεύσεις θα διατηρήσουν μια ελαφρά, αλλά σχεδόν συνεχή προς τα κάτω κίνηση της υγρασίας, που θα τα κρατήσει σε έλεγχο. Με το χρόνο η συγκέντρωση των αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους και στις παρυφές του βολβού μεταξύ των σταλλακτήρων γίνεται αξιόλογη. Έκπλυση με καταιονισμό ή κατάκλιση θα εκπλύνει τα άλατα, αλλά αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη χρήση ενός δεύτερου συστήματος άρδευσης και τη χρήση πρόσθετου νερού που θα επιστρέψει τη συνεχή παραγωγή, χρησιμοποιώντας νερό κακής ποιότητας. Η βροχή αν είναι αρκετή μπορεί να προκαλέσει έκπλυση, αν όμως δεν είναι ικανοποιητική τότε ίσως έχουμε σημαντικότερα προβλήματα με τη μικρή μετακίνηση των αλάτων προς τον κύριο όγκο του ριζοστρώματος (*Νικολάου, 1997*).

1.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Διάφορα καλλιεργητικά μέτρα που βοηθάει ώστε η συγκέντρωση των αλάτων να φθάσει σε ανεκτά επίπεδα ή να αποφύγουμε τον κίνδυνο από την αλατότητα του εδάφους. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

1.6.1) ΠΡΟΑΡΔΕΥΣΗ

Τα άλατα συχνά συγκεντρώνονται σε λίγα επιφανειακά εκατοστά του εδάφους και συνεπώς μια έντονη προάρδευση για την έκπλυση των επιφανειακών αυτών αλάτων θα βελτιώσει το φύτρωμα και τη γρήγορη ανάπτυξη της καλλιέργειας. Αυτό γίνεται νωρίτερα από τη σπορά, για να έχουμε χρόνο για τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες.

Πολλές φορές εφαρμόζουμε μια άρδευση πριν από την έναρξη των περιορισμένων χειμερινών βροχοπτώσεων, έτσι ώστε το εδαφικό προφίλ να είναι κορεσμένο με νερό και οι χειμερινές βροχές να δώσουν επιπλέον νερό για έκπλυση. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα πλεονεκτική επειδή δίνει νερό υψηλής ποιότητας για έκπλυση (βροχάνερο) και κινεί τα άλατα έξω από την περιοχή σποράς οπότε δεν παρατηρούνται προβλήματα φυτρώματος (Νικολάου, 1997).

1.6.2) ΙΣΟΠΕΔΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο έλεγχος της αλατότητας συνδέεται με την κανονική κατανομή του νερού στο έδαφος και κατά συνέπεια με την ισοπέδωση του εδάφους. Μικρές ή μεγάλες εξάρσεις στην επιφάνεια του εδάφους επιτρέπουν μεγαλύτερη εξάτμιση νερού στα σημεία αυτά του αγρού και μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων. Η ισοπέδωση του εδάφους γίνεται κατά την αρχική εγκατάσταση του στραγγιστικού και αρδευτικού δικτύου και στη συνέχεια συντηρείται κάθε ένα ή δύο με καλλιεργητικές εργασίες (Νικολάου, 1997).

Η αλατότητα σχετίζεται με επίπεδα ή σχεδόν επίπεδα εδάφους ή θύλακες, η ισοπέδωση είναι σχετικά εύκολη και δεν περιέχει συνήθως κινδύνους. Η μεταφορά εδάφους από ένα τμήμα της περιοχής στο άλλο είναι μικρή και δεν υπάρχει κίνδυνος στις πρόσφατες αλλουβιακές περιοχές να φέρουμε στην επιφάνεια τμήματα εδάφους ανεπιθύμητα (όπως με μεγάλη συγκέντρωση αλάτων, βαριάς μηχανικής σύστασης

κ.τ.λ.) Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα παλιά αλλουβιακά εδάφη ή τα εδάφη με ώριμη κατανομή γιατί σε αυτά υπάρχει ο κίνδυνος να έλθει στην επιφάνεια τμήμα της κατανομής με συγκέντρωση αλάτων, συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου ή άλλα τμήματα υποβαθμισμένα (*Μισσοπολινός, 1991*).

1.6.3) ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ

Όταν χρησιμοποιούνται σαμάρια για την τοποθέτηση του σπόρου ή των φυταρίων και άρδευση με αυλάκια, θα πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπόψη, η κατανομή των αλάτων στα σαμάρια γιατί όπως είναι γνωστό η αλατότητα μειώνει την φυτρωτική ικανότητα του σπόρου και την ανάπτυξη των φυταρίων. Βεβαίως μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος μεγαλύτερη ποσότητα σπόρων για την αναπλήρωση αυτών που δε θα φυτρώσουν, όμως αυτή η πρακτική μπορεί να δώσει πυκνότερη βλάστηση και τελικά φυτά μικρότερης ανάπτυξης. Σε πολλές περιπτώσεις τα σαμάρια με τραπεζοειδή μορφή μπορούν να αντικατασταθούν με άλλα διαφορετικού σχήματος για να επιτευχθεί καλύτερο φύτευμα.

Ο προσανατολισμός και το σχήμα των σαμαριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αντιμετώπιση της αλατότητας και την κατάλληλη έκθεση των σαμαριών για την καλύτερη εκμετάλλευση την ηλιακής θερμότητας ή σε άλλες περιπτώσεις την αποφυγή της μεγάλης θερμότητας (*Νικολάου, 1997*).

1.6.4) ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΦΙΛ

Τα εδάφη πολλές φορές εμφανίζουν αδιαπέρατες στρώσεις που εμποδίζουν ή και αποκλείουν τη διείσδυση ριζών και νερού. Η διαχείριση του νερού και ο έλεγχος της αλατότητας μπορούν να απλοποιηθούν αν οι στρώσεις αυτές γίνουν περατές στο νερό και τις ρίζες. Το σχίσσιμο της στρώσης βελτιώνει την εσωτερική στράγγιση, αλλά τα αποτελέσματα είναι βραχύδια. Το βαθύ όργωμα θα δώσει καλύτερα αποτελέσματα, εφόσον μπορεί να γίνει, και πρέπει να εκτελείται μετά από την ισοπέδωση και πριν από την έκπλυση.

Αλατούχες εδαφικές στρώσεις συχνά ανεβαίνουν με το βαθύ όργωμα στη ριζική ζώνη, οπότε την πρώτη χρονιά πρέπει να καλλιεργηθεί μια ετήσια ανθεκτική καλλιέργεια στα άλατα καλλιέργεια όπως το κριθάρι και να εφαρμοσθεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού έκπλυσης από την κανονική (*Νικολάου, 1997*).

1.6.5) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Όπου έχουμε υψηλό υπόγειο ορίζοντα αλλά και γενικότερα όπου αναμένεται να εμφανιστεί πρόβλημα αλατότητας, είναι απαραίτητη η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου. Αν δεν εξασφαλίζεται η στράγγιση της προβληματικής περιοχής τότε δεν μπορούμε να ελέγξουμε τα άλατα με τη βοήθεια των εκπλύσεων (Νικολάου,1997)

1.6.6) ΛΙΠΑΝΣΗ

Τα λιπάσματα ενεργούν στο έδαφος κατά τρεις διαφορετικούς τρόπους:

α) πρώτος τρόπος: ως πηγή θρεπτικών ουσιών για το φυτό. Αυτή είναι η θετική δράση τους. Τα λιπάσματα είναι δυνατόν να δημιουργήσουν και προβλήματα τόσο αλατότητας όσο και τοξικότητας στα φυτά και ως συνέπεια αυτών η μεταφορά τους σε κεντρικούς συλλεκτήρες (ποταμούς λίμνες) με τα γνωστά αποτελέσματα.

Αυτές είναι οι αρνητικές τους δράσεις. Οι αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να υπάρχουν όταν οι ποσότητες τους υπερβούν τις κανονικές, τοποθετηθούν σε κατάλληλη θέση ή δεν εφαρμοσθούν στην κατάλληλη χρονική περίοδο. Εάν π.χ. διασκορπιστούν ομοιόμορφα 5kg./στρέμμα αζώτου δεν θα δημιουργηθεί κανένα πρόβλημα αλατότητας. Εάν όμως τοποθετηθεί στο έδαφος συγχρόνως μαζί με το σπόρο, τότε μπορεί να υπάρξει πρόβλημα στη φύτευση των σπόρων αλλά και στην ανάπτυξη των φυταρίων.

β) Δεύτερος τρόπος: Η χρονική περίοδος και η θέση του λιπάσματος έχουν ιδιαίτερη σημασία στη δημιουργία ή μη προβλημάτων αλατότητας. Τα φυτάρια που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην αλατότητα έχουν μικρές απαιτήσεις σε λίπασμα. Μια μικρή ποσότητα μπορεί να εφαρμοστεί πριν ή κατά τη σπορά και η υπόλοιπη μετά τη φύτευση και πριν την κύρια βλαστική περίοδο σε μια ή περισσότερες δόσεις.

Αυτό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τις λιπάνσεις είναι, ο δείκτης αλατότητας του λιπάσματος. Καθώς και τι επίδραση έχει στην αλατότητα του εδαφικού διαλύματος η χρήση συγκεκριμένης ποσότητας ενός λιπάσματος. Δείκτης αλατότητας θεωρείται για τα λιπάσματα όταν αυτά εφαρμόζονται σε ίσες ποσότητες. Το νιτρικό νάτριο με δείκτη 100 χρησιμεύει ως αφετηρία για τον δείκτη αλατότητας. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης του λιπάσματος τόσο μικρότερος ο κίνδυνος εγκαυμάτων στα φυτάρια από το λίπασμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

ΛΙΠΑΣΜΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΡΙΚΟΣΔΕΙΚΤΗΣ ΑΛΑΤ./ΜΟΝΑΔΑ ΘΡΕΠΤ./ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ
Ανυδρη αμμωνία	47,1	0,572
Ασβεστόλιθος	4,7	0,083
Γύψος	8,1	0,247
Δολομίτης	0,8	0,042
Θειική αμμωνία	69,0	3,253
Θειικό κάλιο	46,1	0,853
Θειικό κάλιο-μαγνήσιο	43,2	1,971
Κυαναμίδη του ασβεστίου	31,0	1,476
Νιτρική αμμωνία	104,6	2,990
Νιτρικό ασβέστιο	52,5	4,409
Νιτρικό κάλιο	73,6	5,336
Νιτρικό νάτριο	100,0	6,060
Ουρία	75,4	1,618
ουρία-νιτρικό αμμώνιο	66,4	1,579
Υπερφοσφωρικό 16%	7,8	0,487
Υπερφοσφωρικό 20%	7,8	0,390
Υπερφοσφωρικό 45%	10,1	0,224
Υπερφοσφωρικό 48%	10,1	0,210
Φωσφορική αμμωνία	26,9	2,442
Φωσφορικό διαμμώνιο	29,9	1,614
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	34,2	2,453
Φωσφορικό μονοασβέστιο	15,4	0,274
Χλωριούχο κάλιο 50%	109,4	2,189

Χλωριούχο κάλιο 60%	116,3	1,936
Χλωριούχο κάλιο 63%	114,3	1,812
Χλωριούχο νάτριο	153,8	2,899

Θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι ισχύουν οι εξής αρχές :

A) Η αντοχή των φυτών στην αλατότητα δεν επηρεάζεται εάν αυξηθεί το επίπεδο γονιμότητας του εδάφους πάνω από εκείνο που επιτρέπει την παροχή των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων για την γρήγορη ανάπτυξη.

B) Τόσο η αλατότητα όσο και η μικρή γονιμότητα περιορίζουν την απόδοση των φυτών, τότε διόρθωση του ενός από τους δυο ή και των δυο παραγόντων θα αυξήσουν την απόδοση.

Γ) Εάν η γονιμότητα του εδάφους είναι ικανοποιητική και η αλατότητα είναι ο περιοριστικός παράγοντας, η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους δεν αυξάνει την απόδοση αλλά και ούτε την αντοχή τους στη αλατότητα (Μισσοπολινός, 1991).

1.6.7) ΣΥΧΝΟΤΕΡΕΣ ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ

Οι συχνότερες αρδεύσεις έχουν σαν αποτέλεσμα υψηλή εδαφική υγρασία. Η υγρασία αυτή θα διατηρήσει μια χαμηλότερη τιμή προσρόφησης Na επειδή η διάλυση ευνοεί την προσρόφηση του Ca και Mg σε σχέση με το Na και οι απώλειες λόγω καθίζησης θα είναι ελάχιστες. Οι καθιζήσεις συμβαίνουν ιδιαίτερα στο χρονικό διάστημα μεταξύ των αρδεύσεων όταν έχουμε νερό με πολύ HCO₃ και υψηλή τιμή προσρόφησης Na, οπότε έντονες πτώσεις υγρασίας πιστεύεται ότι κατακρημνίζουν αξιόλογες ποσότητες Ca (Νικολάου, 1997).

1.6.8) ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΑΘΥ ΟΡΓΩΜΑ

Μια άλλη αποτελεσματική αλλά προσωρινή λύση του προβλήματος περατότητας είναι η καλλιέργεια και το βαθύ όργωμα του εδάφους. Καλλιεργώντας το έδαφος αυξάνεται η ταχύτητά του και βελτιώνεται η διείσδυση του νερού εντός αυτού έστω και για μικρό χρονικό διάστημα. Το βαθύ όργωμα μπορεί να βελτιώσει τη διεισδυτικότητα για μια με δύο αρδεύσεις μόνο, επειδή τα περισσότερα προβλήματα περατότητας εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους ή κοντά σε αυτήν, οπότε γρήγορα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση ύστερα από λίγες αρδεύσεις. Ακόμα όμως κι αν

δεν έχει μόνιμα αποτελέσματα θα βελτίωση την κατάσταση αρκετά για να δημιουργήσει μια αξιόλογη διαφορά στην απόδοση.

Το βαθύ όργωμα σε σπυρώνες γίνεται πριν από τη φύτευση ή κατά τη διάρκεια του λήθαργου όταν το κόψιμο των ριζών είναι λιγότερο επιζήμιο. Επίσης πρέπει να γίνεται όταν τα εδάφη είναι αρκετά ξερά για να θρυμματιστούν και να ρηγματωθούν. Αν γίνει σε βρεγμένο έδαφος αυξάνει η συμπίεση και αναμένονται προβλήματα αερισμού και περατότητας.

Με νερά χαμηλής αλατότητας το πρόβλημα περατότητας εμφανίζεται συνήθως στα λίγα επιφανειακά εκατοστά. Μια επιφανειακή κρούστα ή ένα σχεδόν αδιαπέραστο επιφανειακό έδαφος το τυπικό χαρακτηριστικό. Η καλλιέργεια μπορεί να σπάσει την επιφανειακή κρούστα, να τραχύνει το έδαφος και να ανοίξει ρωγμές που θα διευκολύνουν τη διήθηση του νερού (Νικολάου, 1997).

1.6.9) ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η αύξηση του χρόνου άρδευσης για να επιτύχουμε την επιθυμητή διείσδυση έχει ορισμένα όρια, επειδή μπορούν να προκληθούν προβλήματα κορεσμού, αερισμού, υπερβολικής απορροής και στράγγισης. Εφαρμόζοντας όμως παράλληλα και τεχνικές όπως μείωση της αρδευτικής παροχής και ελάττωση της κλίσης του χωραφιού ίσως κατορθώσουμε να δώσουμε αρκετό νερό στο έδαφος. Μια παράρδευση μπορεί να διαρκέσει αρκετά, ώστε να φέρουμε την υγρασία στην υδατοϊκανότητα χωρίς κίνδυνο για την καλλιέργεια και ίσως είναι μερικές φορές η μόνη ευκαιρία για να βρέξουμε το βαθύτερο τμήμα της ριζικής ζώνης (Νικολάου, 1997).

1.6.10) ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΡΟΗΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΚΛΙΣΗ

Αυτό υιοθετείται ιδιαίτερα στις αρδεύσεις με αυλάκια και λωρίδες όπου η διεύθυνση ροής μπορεί να αλλάξει σε εκείνη με τη μικρότερη κλίση. Η αλλαγή αυτή αυξάνει το χρόνο άρδευσης και συνεπώς το χρόνο διήθησης του νερού (Νικολάου, 1997).

1.6.11) ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΙΟΝΗΣΤΗΡΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΗΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Σχεδιάζοντας ένα δίκτυο άρδευσης με καταιονισμό θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερο βάρος στην ένταση βροχής των εκτοξευτήρων σε σχέση με τη διηθητικότητα του εδάφους, έτσι ώστε να αποφύγουμε το λίμνασμα ή την απορροή νερού. Αν όμως

διαπιστωθεί τέτοιο φαινόμενο θα πρέπει να επέμβουμε με διορθωτικά. Μια εναλλακτική λύση είναι το σταμάτημα της άρδευσης όταν αρχίζει η απορροφή και η συνέχισή της αργότερα ως ότου δώσουμε το νερό που πρέπει στην καλλιέργεια (Νικολάου, 1997).

1.6.12) ΧΡΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Υπολείμματα των καλλιεργειών ενσωματωμένα στο έδαφος βελτιώνουν συχνά τη δεισδουση. Τα ινώδη υπολείμματα των σιτηρών βελτιώνουν τη δεισδυτικότητα ενώ τα υπολείμματα των οσπρίων όχι. Γενικά η επιστροφή των οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος θεωρείται ευεργετική γιατί βοηθάει στη διατήρηση της δομής και επιστρέφει ορισμένα συστατικά στο έδαφος (Νικολάου, 1997).

1.7 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

1.7.1) Για την βελτίωση των αλατούχων εδαφών εφαρμόζεται βαθιά και ισχυρή στράγγιση με σκοπό τον υποβιβασμό της στάθμης των υπόγειων υδάτων σε βάθος 1,5 με 2,0 μέτρα από την επιφάνεια. Το σύστημα στραγγίσεως πρέπει να έχει τέτοιο βάθος για να εξασφαλίζεται η βαθιά έκπλυση των περιεχομένων του εδάφους από τα άλατα και την παρεμπόδιση της ανόδου των αλμυρών εδαφικών διαλύσεων προς την επιφάνεια των εδαφών.

Η πρώτη ενέργεια που πρέπει να γίνει για να χαμηλώσει η στάθμη του νερού, πρέπει να μην υπάρχει τριχοειδής ανύψωση του νερού και η εκ νέου αλάτωση του εδάφους. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται με τη δημιουργία στραγγιστικού δικτύου στην περιοχή.

Από τη στιγμή που η στάθμη του νερού βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους το επόμενο βήμα είναι η ισοπέδωση της περιοχής. Αν η προς βελτίωση περιοχή δεν είναι κατακλυσμένη από νερά τότε η ισοπέδωση μπορεί να γίνει και πριν από την κατασκευή του στραγγιστικού δικτύου. Η ισοπέδωση γίνεται για να μην υπάρχουν στην επιφάνεια του εδάφους τμήματα όπου μπορεί να παραμένει το νερό. Η ισοπέδωση εμπεριέχει πάντοτε τον κίνδυνο να έρθει στην επιφάνεια κάποια διάστρωση του εδάφους με ανεπιθύμητες ιδιότητες.

Μετά την ισοπέδωση του εδάφους και την πτώση της υπόγειας στάθμης αρχίζει η έκπλυση των αλάτων που παρέμειναν στο έδαφος. Οι ποσότητες του νερού που απαιτούνται για την έκπλυση εξαρτώνται από την διηθητικότητα του εδάφους η οποία διαμορφώνεται σταδιακά με την έκπλυση. Αυτό πρέπει να ελέγχεται με μετρήσεις έτσι ώστε η διήθηση του νερού να είναι συνεχής και να μην παραμένει στην επιφάνεια νερό το οποίο με την εξάτμιση μπορεί να δημιουργήσει συμπύκνωση αλάτων. Προτιμότερο είναι να αποφεύγονται οι θερμοί μήνες του έτους για βελτίωση, κατά τη διάρκεια αυτών των μηνών η εξάτμιση είναι μεγάλη (Κατακουζηνός, 1985).

1.7.2) Από τα πρώτα έτη χρησιμοποιήθηκε η όρυζα ως κατάλληλο είδος προς καλλιέργεια και μετά χρησιμοποιήθηκε για την πρόοδο της βλάστησης ως ανθεκτικό είδος στα άλατα. Η μέθοδος αυτή βελτίωσης στα αλατούχα αλλά και αλατούχα αλκαλιωμένα εδάφη στην Ελλάδα παρείχε λίαν ικανοποιητικά αποτελέσματα λόγω της άφθονης άρδευσης και της αραίωσης των αλάτων (Κατακουζηνός, 1964).

1.7.3) Η ισοαποχή των φυτών να καθορίζεται βάση της μηχανικής σύστασης των εδαφών και της διαπερατότητας αυτών. Τα ικανοποιητικά διαπερατά εδάφη είναι εκείνα που έχουν ισοαποχή 50-60 μέτρα, μέτρια διαπερατά έχουν ισοαποχή 30-40 μέτρα και λίγο διαπερατά ενδείκνυται ισοαποχή 15-20 μέτρα. Στα αδιαπέραστα εδάφη η βελτίωση δεν είναι δυνατή, εάν πρώτα δεν πραγματοποιηθεί καλύτερευση της διαπερατότητας (Κατακουζηνός, 1985).

1.7.4) Άρδευση καλλιεργειών με επαρκείς ποσότητες νερού, στις οποίες θα περιλαμβάνεται και η αναγκαία ποσότητα για έκπλυση των αλάτων προς τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα (Νικολάου, 1997).

1.7.5) Αποφυγή διαβροχής του φυλλώματος των δέντρων με αλατούχο νερό ιδίως κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, όταν η άρδευση γίνεται με τεχνητή βροχή (Νικολάου, 1997).

1.7.6) Χρησιμοποίηση λιπασμάτων με μικρή περιεκτικότητα σε Na και K και γενικά αντιμετώπιση τροφοπενιών (Νικολάου, 1997).

1.7.7) Περιορισμός της επιφανειακής εξάτμισης του εδάφους (Νικολάου, 1997).

1.7.7) Εξασφάλιση καλού αερισμού των ριζών (Νικολάου, 1997).

1.7.8) Οι καλλιέργειες είναι πολύ πιο ευπαθείς στα άλατα κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και για αυτό η τοποθέτηση των σπόρων στα αναχώματα σποράς πρέπει να γίνεται στις θέσεις εκείνες που παρατηρείται η μικρότερη απόθεση αλάτων από την

επιφανειακή εξάτμιση. Έτσι τα φυτάρια θα αντιμετωπίζουν λιγότερα άλατα (Νικολάου, 1997).

1.7.9) Χρησιμοποίηση ανθεκτικών καλλιεργειών που να έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στα άλατα (Νικολάου, 1997).

1.7.10) Η στάθμη των υπόγειων νερών πρέπει να υποβιβάζονται σε βάθος 2μέτρα περίπου και να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα ώστε κατά την υγρή περίοδο του χρόνου να παρεμποδίζεται η ανύψωση αυτών προς την επιφάνεια, γιατί διαφορετικά οι ποσότητες αλάτων θα μετακινηθούν προς την επιφάνεια και θα εναποτεθούν σε αυτή. Τα προς άρδευσης νερά δεν πρέπει να είναι βεβαρημένα με άλατα , κατά κανόνα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σκληρά νερά .

Από τη στιγμή που θα βελτιωθεί το έδαφος πρέπει να έχουμε υπόψη τα παρακάτω:

α) Εάν η υπόγεια στάθμη παραμένει σχετικά ψηλά, τότε οι αρδεύσεις θα πρέπει να είναι συχνές και με λιγότερο νερό.

β) Θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αποφεύγεται υπεράρδευση.

γ) Θα πρέπει να παρακολουθείται και να φροντίζεται το στραγγιστικό δίκτυο γιατί τυχόν παρεμπόδιση της κατακόρυφης κίνησης νερού δημιουργεί προϋπόθεση ανύψωσης της υπόγειας στάθμης.

δ) Οι στραγγιστικοί τάφροι θα πρέπει περιοδικά να καθορίζονται από τα πάσης φύσεως ζιζάνια (Κατακουζηνός, 1985).

1.8 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

(Εργαστήριο εδαφολογίας , πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Αλατούχα εδάφη στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας καλλιεργούμενα με βαμβάκι



Αλατούχα εδάφη στην περιοχή Ριζόμυλος στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας καλλιεργούμενα με βαμβάκι.



1.8.1 Φωτογραφίες που ευδοκιμούν σε αλατούχα εδάφη

magnolia_soulangean



ligustrum_jonardum



ligaria



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση όλα τα παραπάνω στοιχεία προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα :

1) Ο τύπος αυτός των εδαφών είναι ο ποιο διαδεδομένος στην χώρα μας. Ένα έδαφος για να οδηγηθεί στην αλάτωση πρέπει να υπάρχουν δύο προϋποθέσεις: α) να υπάρχουν στο νερό άρδευσης ένα ποσό αλάτων και β) τα άλατα να παραμένουν στο έδαφος.

2) Στα αλατούχα εδάφη μεγάλη σημασία έχει η ποιότητα του νερού. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει στη βελτίωση των εδαφών αυτών η επιλογή της μεθόδου άρδευσης.

3) Για να βελτιωθούν τα εδάφη αυτά, μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί: α) στην στράγγισή τους, πάντα ένα σωστό και μελετημένο δίκτυο στράγγισης μας επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. β) στη χρησιμοποίηση καλής ποιότητας αρδευόμενου νερού, γ) καλλιέργειες που να είναι ανθεκτικές στα άλατα. δ) η στάθμη του νερού να είναι σε ένα βάθος περίπου δύο μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

2. ΓΕΝΙΚΑ

Από όταν αρχίζουν οι διεργασίες της αλάτωσης μιας περιοχής δημιουργούνται και οι προϋποθέσεις οι οποίες στη συνέχεια θα οδηγήσουν το έδαφος της περιοχής σε αλκαλίωση. Εάν η αλάτωση μιας περιοχής μπορεί να θεωρηθεί σαν μία μεταβολή του εδαφικού περιβάλλοντος που μπορεί να αποκατασταθεί σχετικά εύκολα, η αλκαλίωση είναι μεταβολή η οποία αποκαθίσταται πολύ δύσκολα. Για να οδηγηθεί ένα έδαφος μετά την αλάτωση σε αλκαλίωση χρειάζεται ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα (Μισοπολινός, 1991).

2.1 ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΣΕ ΠΟΙΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αλκαλιωμένων εδαφών είναι :

A) Μεγάλο βαθμό κορεσμού (ESP) εναλλακτικού νατρίου.

B) Εναλλακτική ικανότητα μεγαλύτερη του 15%.

Γ) Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του εκχυλίσματος κορεσμού μικρότερο του 4ms/cm σε 25°C.

Δ) pH μεγαλύτερο του 8,5 το οποίο ανέρχεται πολλές φορές μέχρι και την τιμή του 10 (Κατακουζηνός, 1985).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

A) Αλκαλιωμένα εδάφη

B) Αλατούχα-αλκαλιωμένα εδάφη

Γ) Μη αλατούχα-αλκαλιωμένα (Παξινός, 1968)

2.2 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών αλάτων στα αλκαλιωμένα εδάφη έχει απομακρυνθεί με εκπλήσεις προς τον ορίζοντα Α. Μετά τις εκπλήσεις των αλάτων, η άργιλος έχει αυξημένο το ποσοστό εναλλακτικού νατρίου, διαμερίζεται στο νερό και διασπάται.

Οι εκπλήσεις των διαλυτών αλάτων στα αλατούχα, προς το σχηματισμό των αλκαλιωμένων εδαφών γίνεται ανάλογα με τη διαλυτότητα των αλάτων. Έτσι συμπεραίνεται ότι εκπλύνονται τα χλωριούχα και νιτρικά ως και θειικά και ακολουθεί ο σχηματισμός των ουδέτερων όξινων ανθρακικών, αφού όμως αυξάνεται η αλκαλικότητα και η τιμή του pH καθίσταται μεγαλύτερη του 8,5 το τυχόν υπάρχον ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) αδρανοποιείται και δεν σχηματίζονται όξινα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η ταχύτητα των εκπλύσεων των αλάτων εκτός από τη διαλυτότητα, εξαρτάται και από την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους. Για το λόγο αυτό είναι δυνατόν να δημιουργηθούν σε αυτή την περιοχή διάφορα στάδια εξελίξεως των αλομορφικών εδαφών. Μετά τις εκπλήσεις των αλάτων η άργιλος όπως παρατηρήθηκε διαμερίζεται λόγω της γνωστής δράσης του εναλλακτικού νατρίου και διασπώνται. Έτσι λόγω της μετακίνησης και της απομάκρυνσης της αργίλου εμπλουτίζεται ο ορίζοντας Α με σκελετικά συστατικά (χονδρή άμμος και ιλύ) δεν υπερβαίνει τα 25cm σε πάχος και έχει συνήθως ελασματοειδή υφή και ο Β ορίζοντας εμπλουτίζεται με άργιλο. Η μεγάλη συγκέντρωση της αργίλου στον Β ορίζοντα δημιουργεί συμπαγή υφή και δομή πρισματική ή στυλοειδή.

Ο υψηλός βαθμός αλκαλίωσης που μπορεί μερικές φορές να είναι μεγαλύτερο του 60% της CEC, οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση των κατιόντων του Na^+ , που είναι προσροφημένα στην επιφάνεια των κolloειδών.

Εκτός του εναλλακτικού νατρίου αλκαλιωμένα εδάφη, υπάρχουν και του εναλλακτικού μαγνησίου αλκαλιωμένα εδάφη.

Το εναλλακτικό μαγνήσιο υπερβαίνει το 40% της ολικής εναλλακτικής ικανότητας. Η παρουσία εναλλακτικού νατρίου δεν επηρεάζει τη δράση του εναλλακτικού μαγνησίου. Το εναλλακτικό μαγνήσιο όπως και το εναλλακτικό νάτριο προκαλεί διαμερισμό των ανόργανων και οργανικών εναλλακτήρων της αργίλου. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο ενυδάτωμα του μαγνησίου και στο μεγάλο βαθμό διαστάσεων.

Τα αλκαλιωμένα εδάφη περιγράφονται με βάση τον Hilgard ως Black alkali soils. Η ονομασία αυτή οφείλεται στο μελανό χρώμα το οποίο προσλαμβάνει το έδαφος με το διαμερισμό του χούμου λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε εναλλακτικό νάτριο. Η παρουσία Na_2CO_3 αυξάνει την αλκαλικότητα του εδαφικού διαλύματος γιατί αυτό υδρολύεται. Στη συνέχεια το νάτριο ενώνεται με τα χουμικά οξέα με το σχηματισμό χουμικών νατρίων τα οποία διαμερίζονται εύκολα και κατά συνέπεια είναι ευκίνητα (Κατακουζηνός, 1985).

Το Na_2CO_3 είναι δυνατόν να σχηματιστεί με διάφορες αντιδράσεις:

A) Όταν το εδαφικό νερό το οποίο έχει πάντα διαλυμένο CO_2 , οι συγκεντρώσεις αλάτων είναι ελάχιστη, τότε λαμβάνει υδρόλυση του εναλλακτικού νατρίου, εναλλαγή και σχηματισμός σόδας.



←

B) Τα άλατα του νατρίου NaCl και Na_2SO_4 αντιδρούν μετά του CaCO_3 και σχηματίζουν σόδα:



←

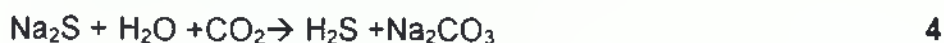


←

Από τις τελευταίες αντιδράσεις σχηματίζεται μικρή σχετικά ποσότητα Na_2CO_3 γιατί υδρολύεται και δίνει ισχυρή αλκαλική αντίδραση. Η αλκαλική αυτή αντίδραση και η παρουσία στο διάλυμα ιόντων Na^+ και Ca^{2+} εμποδίζουν την περαιτέρω διάλυση του CaCO_3 και συνεπώς τον σχηματισμό σόδας.

Με βάση τα παραπάνω, στα ισχυρά αλκαλικής αντιδράσεως εδάφη το CaCO_3 παραμένει αδιάλυτο και ανενεργό. Έτσι τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν φαινόμενο συρρικνώσεως, λόγω της δράσης του εναλλακτικού νατρίου.

Γ) Το Na_2S ανάγεται προς Na_2CO_3 και δίνει Na_2CO_3



←

Στην τελευταία αντίδραση είναι απαραίτητη η ύπαρξη υψηλής υπόγειας στάθμης νερού, ώστε να δημιουργούνται αναγωγικές συνθήκες.

Οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν την οργανική ουσία, το εδαφικό διάλυμα εμπλουτίζεται με CO_2 , σχηματίζοντας ιόντα ανθρακικού οξέος, τα οποία αντιδρούν με θειικές ενώσεις και δίνουν σόδα.

Οι αυξήσεις των συγκεντρώσεων ιόντων νατρίου στο εδαφικό διάλυμα, λόγω του σχηματισμού σόδας έχει ως συνέπεια την εναλλαγή των εναλλακτικών κατιόντων νατρίου, με αύξηση το βαθμό κορεσμού ως προς το νάτριο (Παξινός, 1968).

2.3 ΑΛΑΤΟΥΧΑ-ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αλατούχων – αλκαλιωμένων εδαφών

A) Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μεγαλύτερη του 2MS/cm σε 25°C.

B) Το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων μεγαλύτερο του 15.

Γ) Η τιμή του pH σπανίως είναι μεγαλύτερη του 8,5.

(Παξινός, 1968)

Τα εδάφη αυτά έχουν την ιδιότητα να εκφράζουν την συνδυασμένη δράση της αλατότητας και της αλκαλίωσης.

Όταν η περίσσεια των διαλυτών αλάτων εκλυθεί, οι ιδιότητες του εδάφους μεταβάλλονται και μοιάζουν με τις ιδιότητες των αλκαλιωμένων μη αλατούχων εδαφών.

Αφού η περιεκτικότητα των διαλυτών αλάτων μειώνονται, η μεγαλύτερη ποσότητα ανταλλάξιμου Na απομακρύνεται με το κolloειδές σύμπλοκο, σχηματιζόμενο NaOH, το οποίο σχηματίζεται σε $\text{CO}_3 \text{Na}$ του CO_2 της ατμόσφαιρας και τότε η αντίδραση του εδάφους καθίσταται ισχυρώς αλκαλική.

Υπό αυτές τις συνθήκες τα λεπτά μόρια του εδάφους διασπείρονται, το πορώδες διάστημα του εδάφους περιορίζεται ισχυρώς και εμφανίζονται λίαν δυσμενείς συνθήκες για την κίνηση του νερού και του αέρα εντός του εδάφους.

Οι δυσμενείς αυτές φυσικές, χημικές και αγροχημικές ιδιότητες των εδαφών αυτών, συνεχίζονται μέχρι ότου παύσει να αυξάνει το PH και να υδρολύεται το ανταλλάξιμο Na στην εδαφική μάζα.

Όταν αυτά συντελεσθούν και η περιεκτικότητα του εδάφους στο ανταλλάξιμο Na περιοριστεί, τότε εμφανίζεται η δράση των περιεχομένων στο έδαφος ανταλλάξιμων Ca και Mg.

Τα αλατούχα – αλκαλιωμένα εδάφη, πάντοτε περιέχουν γύψο και όταν τα διαλυτά άλατα των αλκαλίων εκπλυθούν, τότε το Ca της περιεχόμενης γύψου διαλύεται και ανταλλάσσεται με το περιεχόμενο στο έδαφος ανταλλάξιμου νατρίου, το οποίο μετατρέπεται σε Na_2SO_4 δηλαδή σε διαλυτό άλας. Μια τέτοια δράση έχει ως τελικό αποτέλεσμα τη βελτίωση των εδαφών του τύπου αυτού (Πολυζόπουλος, 1971).

2.4 ΜΗ ΑΛΑΤΟΥΧΑ – ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

Χαρακτηριστικά των μη αλατούχων- αλκαλιωμένων εδαφών

A) Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του νερού του εδάφους είναι κάτω του 4MS/cm σε 25°C .

B) Το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων μεγαλύτερο του 15.

Γ) Το pH των εδαφών αυτών κυμαίνεται μεταξύ του 8,5 και 10 (Παξινού, 1968).

Τα εδάφη αυτά συνήθως εμφανίζονται σε υπόξηρες και ξηρές περιοχές υπό μορφή μικρών ακανόνιστων εκτάσεων.

Όταν στο έδαφος δεν περιέχεται γύψος ,τότε τα αλατούχα αλκαλιωμένα εδάφη με αποστραγγίσεις και εκπλήσεις μετασχηματίζονται σε αλκαλιωμένα μη αλατούχα εδάφη.

Η απομάκρυνση της περίσσειας των αλάτων από το έδαφος που περιέχει περίσσεια ανταλλαξιμου Na ,έχει ως συνέπεια την αύξηση υδρόλυσης του ανταλλαξιμου Na και την αντίστοιχη αύξηση του PH του εδάφους.

Υπό αυτές τις συνθήκες η διασπορά και διάλυση της οργανικής ουσίας των ισχυρών αλκαλιωμένων εδαφών μετακινείται και εναποτίθεται στην επιφάνεια των εδαφών και όταν η υγρή φάση του εδαφικού διαλύματος εξατμισθεί τότε η οργανική ύλη αποβάλλεται και προσδίδει στο έδαφος χρώμα σκοτεινό.

Με το πέρασμα του χρόνου τα Αλκαλιωμένα μη αλατούχα εδάφη διαμορφώνουν χαρακτηριστικά μορφολογικά γνωρίσματα διότι η κεκορεσμένη άργιλος βρισκόμενη σε κατάσταση διασποράς μπορεί να μετακινηθεί προς το βάθος του εδάφους στο οποίο και αποτίθεται (Πολυζόπουλος, 1971).

Αποτέλεσμα της δράσης αυτής είναι ότι τα ανώτερα στρώματα των εδαφών αυτών είναι ψαθυρά και έχουν αδρομερή μηχανική σύσταση ,ενώ τα βαθύτερα από αυτά αντιπροσωπεύουν οριζόντες εμπλουτισμένους με άργιλο τα οποία χαρακτηρίζονται από πρισματική ή στυλοειδή υφή και από λίαν χαμηλή διαπερατότητα.

Το ανταλλάξιμο Na που περιέχεται στα αλκαλιωμένα χωρίς αλμυρότητα εδάφη έχει την μέγιστη επίδραση επί των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων αυτών.

Όσο αυξάνει η αναλογία του ανταλλαξίμου Na, τα εδαφικά μόρια τείνουν να διασπαρθούν περισσότερο και υδρολυόμενα αυξάνουν το pH του εδάφους το οποίο πολλές φορές φθάνει την τιμή 10.

Το εδαφικό διάλυμα των αλκαλιωμένων χωρίς αλμυρότητα εδαφών, μολονότι είναι φτωχά σε διαλυτά άλατα έχει τη σύσταση των αλατούχων εδαφών.

Όταν το pH των εδαφών είναι υψηλό και περιέχει στο έδαφος CO_3 ιόντα ,τότε στο εδαφικό διάλυμα καθίζονται τα κατιόντα Ca και Mg υπό τη μορφή CO_3Ca και CO_3Mg και τότε το εκχύλισμα συνίσταται σχεδόν εξ ολοκλήρου από Ca_3Na_2 .

Μεγάλες ποσότητες ανταλλάξιμου και διαλυτού K περιέχονται στα αλκαλιωμένα μη αλατούχα εδάφη (Γαξινός, 1968).

2.5 ΔΥΣΜΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΝΕΡΩΝ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι αρδεύσεις αποσκοπούν στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων, τη συνάρτηση και τη βελτίωση των εδαφών γενικότερα. Όταν όμως στα αρδευόμενα εδάφη δεν υπάρχουν συνθήκες καλής στράγγισης και εκπλύσης αλάτων, όταν τα εδάφη είναι δυσδιαπέρατα, όταν η υπόγεια στάθμη νερού βρίσκεται κοντά στη ριζόσφαιρα, όταν δεν χορηγούνται κανονικές δόσεις νερού, όταν το εύρος αρδεύσεων είναι πολύ μεγάλο, όταν χρησιμοποιούνται νερά με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, τότε οι αρδεύσεις επιτρέπουν αντίθετα αποτελέσματα. Οι αποδόσεις των καλλιεργειών μειώνονται, τα φυτά καταστρέφονται και τα εδάφη υποβαθμίζονται.

Τέτοια εδάφη είναι :

α) Τα εναλατωμένα μη αλκαλιωμένα εδάφη περιέχουν μεγάλη ποσότητα υδατοδιαλυτών αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου στο υδατικό εκχύλισμα και έτσι εμποδίζεται η αλκαλίωση τους, λόγω ευνοϊκής σχέσεως συγκεντρώσεως ιόντων νατρίου ως προς το σύνολο των κατιόντων .

Η μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι η οσμωτική πίεση του κορεσμένου υδατικού εκχυλίσματος εδαφικής πάστας αποκτά μεγάλες τιμές και όταν υπερβεί την οσμωτική πίεση των ριζικών κυττάρων, σημειώνεται πλασμόλυση και κατά συνέπεια η καταστροφή τους. Είναι γνωστό ότι τα ριζικά κύτταρα των διάφορων καλλιεργειών έχουν διαφορετική οσμωτική πίεση που καθορίζει και την αντοχή τους στις συγκεντρώσεις ολικών αλάτων του κορεσμένου υδατικού εκχυλίσματος εδαφικής πάστας.

Η ολική συγκέντρωση των αλάτων του νερού αρδεύσεως αυξάνεται κατά 50%, 75%, και 100% στο κορεσμένο υδατικό εκχύλισμα εδαφικής πάστας μεταξύ δυο αρδεύσεων, ανάλογα με το εύρος αρδεύσεων και τις κλιματολογικές συνθήκες. Αν κατά τις αρδεύσεις δεν χορηγούνται ικανές δώσεις νερού ώστε τα άλατα που μένουν στο έδαφος σε κάθε άρδευση να διαλύονται και να παρασύρονται κάτω από το ριζικό σύστημα των καλλιεργειών ή αν τα εδάφη δεν είναι διαπερατά και δεν υπάρχουν συνθήκες στραγγίσεως και εκπλύσεως, τότε η συγκέντρωση αλάτων στην περιοχή της ρίζας αυξάνεται από άρδευση σε άρδευση και έτσι τελικά επέρχεται η εναλάτωση των εδαφών.

Εναλατώσεις και μόνο σημειώνονται σε εδάφη που αρδεύονται με νερά με μεγάλη συγκέντρωση αλάτων και με υψηλό βαθμό αλκαλιώσεως ,αλλά περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ενεργού ασβεστίου ,που βελτιώνει το βαθμό αλκαλιώσεως του υδατικού εκχυλίσματος εδαφικής πάστας .

β) Αλκαλιωμένα εδάφη

Όταν το μητρικό πέτρωμα των εδαφών περιέχει μεγάλες ποσότητες υδατοδιαλυτού νατρίου και μικρές συγκεντρώσεις αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου, τότε το υδατικό εκχύλισμα εδαφικής πάστας έχει αυξημένο βαθμό αλκαλιώσεως, δηλαδή εκατοστιαία αναλογία νατρίου ως προς το σύνολο των κατιόντων με συνέπεια να ευνοείται η προσρόφηση νατρίου από τα κolloειδή των εδαφών.

Όταν το ποσοστό των προσροφημένων στα κolloειδή κατιόντων νατρίου είναι μεγαλύτερο του 15% του συνόλου των προσροφημένων κατιόντων, τα εδάφη είναι μονοαλκαλιωμένα, αν η αγωγιμότητα του κορεσμένου διαλύματος εδαφικής πάστας

είναι μικρότερη των 4000μmhos/cm. Αλκαλιώσεις εδαφών είναι δυνατόν να σημειωθούν, όταν τα εδάφη αρδεύονται με νερά υψηλού βαθμού αλκαλιώσεως και όταν περιέχουν ασήμαντες ποσότητες ενεργού ασβεστίου. Η αλκαλίωση των εδαφών ευνοείται και από τη χρήση νιτρικών, φωσφορικών και χουμικών αλάτων νατρίου.

Γ) Αποπλυμένα, σκελετικά εδάφη

Η γένεση των εδαφών οφείλεται σε αντίθετα αίτια της γένεσης των παθογενών αλατοαλκαλιωμένων εδαφών και σημειώνεται σε διαπερατά εδάφη μεγάλου βαθμού, περιοχών υψηλών βροχοπτώσεων είτε σε εδάφη που αρδεύονται με υπερβολικές δόσεις ολιγομεταλλικών νερών. Με τον όρο αποπλυμένα εδάφη εννοούμε την έκπλυση των κολλοειδών, των υδατοδιαλυτών αλάτων και των θρεπτικών συστατικών. Τα εδάφη αυτά είναι σκελετικά, δηλαδή μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι εδάφη αλλά αμμώδες είτε πετρώδες εδαφικοί σχηματισμοί (Μαλεφάκης, 1981).

2.6 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΝΑΤΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΠΩΣ ΣΥΝΤΕΛΕΙΤΑΙ

Το Νάτριο είναι ένα από τα σημαντικότερα αλκαλικά στοιχεία στο έδαφος. Το έδαφος ως γνωστό βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρή και αέρια φάση που το περιβάλλει. Αυτό σημαίνει ότι η εναλλακτική φάση του εδάφους βρίσκεται σε ισορροπία με τα ιόντα τα οποία υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα. Προτού το έδαφος καταστεί αλατούχο επειδή στην υγρή φάση επικρατούν τα ιόντα του Ca^{2+} λιγότερο του Mg^{2+} και ακόμα λιγότερο του Na^+ και του K^+ , οι εναλλακτικές θέσεις των ορυκτών της αργίλου είναι δεσμευμένες κυρίως με ιόντα ασβεστίου μαγνησίου και λιγότερο με τα άλλα κατιόντα. Από τη στιγμή που το εδαφικό διάλυμα εμπλουτίζεται με άλατα, αρχίζουν και μεταβάλλονται πλέον οι σχέσεις των ανιόντων και κατιόντων στο διάλυμα. Με την πρόοδο της αλάτωσης, η συμπύκνωση του διαλύματος οδηγεί ορισμένα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου σε σταδιακή καθίζηση. Το εδαφικό διάλυμα ως γνωστό περιέχει, κυρίως χλωριούχα και θειικά άλατα του Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ και K^+ . Με το CO_2 του εδαφικού περιβάλλοντος δημιουργούνται και τα αντίστοιχα ανθρακικά άλατα. Τα ανθρακικά άλατα του Ca^{2+} και Mg^{2+} και στη συνέχεια τα θειικά του Ca^{2+} με τη σταδιακή συμπύκνωση αρχίζουν και καθιζάνουν λόγω μεγάλων τιμών στους αρνητικούς λογάριθμους του γινόμενου διαλυτότητάς τους. Το Na_2CO_3 , ως ευδιάλυτο άλας παραμένει στο εδαφικό διάλυμα.

Λόγω όμως της αλκαλικής του αντίδρασης δημιουργεί αλκαλικό περιβάλλον το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση της καθίζησης των ανθρακικών αλάτων του Ca^{2+} και Mg^{2+} και των θειικών του Ca^{2+} .

Τα ιόντα του ασβεστίου και μαγνησίου που αποτελούσαν καταρχήν το κυρίαρχο ποσοστό στο εδαφικό διάλυμα αρχίζουν και μειώνονται. Τα άλατα του Νατρίου (NaCl και Na_2CO_3) ως ευδιάλυτα παραμένουν στο διάλυμα και το ποσοστό τους συνεχώς αυξάνει.

Η μεταβολή αυτή του εδαφικού διαλύματος αρχίζει στη συνέχεια και διαταράσσει την ισορροπία της στερεής και της υγρής φάσης του συστήματος. Για να καταστεί όμως η μεταβολή αυτή καθοριστική για το έδαφος θα πρέπει το νάτριο να αποτελεί το 50% του συνόλου των κατιόντων του εδαφικού διαλύματος για να μπορεί να αντικαταστήσει το ασβέστιο και το μαγνήσιο από τις εναλλακτικές θέσεις.

Με τη πρόοδο της καθίζησης του ανθρακικού ασβεστίου και του μαγνησίου καθώς και του θειικού ασβεστίου, η περιεκτικότητα του νατρίου στο εδαφικό διάλυμα αυξάνει έναντι των άλλων κατιόντων μέχρι την τέλεια επικράτησή της. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνει και το ποσοστό του εναλλακτικού νατρίου.

Όταν η περιεκτικότητα του νατρίου στην ανταλλακτική φάση δηλαδή το ESP υπερβεί το 15% τότε το έδαφος θεωρείται νατριωμένο.

Έτσι λοιπόν με την πάροδο του χρόνου τα εδάφη γίνονται πρώτα αλατούχα και στη συνέχεια αλατούχα-νατριωμένα. Αν για κάποιο λόγο με φυσικό ή τεχνητό τρόπο το αλατούχο εδαφικό διάλυμα, αντικατασταθεί με διάλυμα μικρής περιεκτικότητας σε άλατα τότε το έδαφος μεταπίπτει σε μη αλατούχο-αλκαλιωμένο (Μισοπολινός, 1991).

2.7 Η ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΤΩΝ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ-ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με το θέμα των μικροοργανισμών. Από τις έρευνες αυτές συμπεραίνουν ότι:

A) Ο Waksman αναφέρει ότι στα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη οι μικροοργανισμοί δεν υπερβαίνουν το όριο των 2.000.000 ανά γραμμάριο εδάφους, ενώ στα γόνιμα εδάφη ανέρχονται στα 20.000.000 με 30.000.000. Οι ακτινομύκητες αναπτύσσονται με σχετική

ευχέρεια στα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη, το pH είναι ίσο με 8,6-9,0 και περιέχονται μεγάλα ποσά διαλυτών αλάτων.

Β) Οι ερευνητές Sigmond, Eqdy-Kovats και Zucker αναφέρουν ότι τα αλατούχα αλκαλιωμένα εδάφη έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε δεσμευτικά του αζώτου και νιτροποιητικά μικρόβια, ενώ αντιθέτως σημειώνεται αυξημένη περιεκτικότητα σε μικρόβια αποσυνθέτοντας την κυτταρίνη. Τα απονιτροωτικά βακτήρια με βάση τους παραπάνω ερευνητές πάντοτε είναι περισσότερα από τα νιτροποιητικά.

Γ) Οι ερευνητές Rames αποδίδουν την μικρή περιεκτικότητα των αλατούχων αλκαλιωμένων εδαφών στην αυξημένη οσμωτική πίεση των εδαφικών διαλυμάτων και στην τοξική δράση των περιεχομένων διαλυτών αλάτων και ιδίως των NaCl, NaHCO₃, Na₂SO₄.

Δ) Ο Lipman σημείωσε τη δηλητηριώδη δράση των NaCl, Na₂CO₃, επί των αμμωνιοποιητικών του αζώτου μικροοργανισμών.

Ε) Με τις έρευνες του Greaves και άλλων ερευνητών φαίνεται ότι τα άλατα NaCl, CaCl₂ και Na₂SO₄ έχουν ισχυρή τοξική δράση στους μικροοργανισμούς και ότι με μεγαλύτερη τοξική δράση εμφανίζουν τα NaHCO₃ και Na₂CO₃.

Τέλος με αυτά τα δεδομένα συμπεραίνουμε ότι η ανάπτυξη θειοβακτηρίων στα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη είναι περιορισμένη και ότι οι δράσεις των μικροοργανισμών αυτών είναι επίσης περιορισμένη.

Αυτό οφείλεται στο περιβάλλον των αλατούχων και αλκαλιωμένων εδαφών και γι' αυτό πολλές φορές η προσθήκη θείου για τη βελτίωση των εδαφών αυτών δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα (Κατακουζηνός 1958).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη είναι λίαν φτωχά σε μικροοργανισμούς και γι' αυτό η φυσική γονιμότητα είναι συνήθως μικρή και σπανίως μηδενική.

2.8 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ-ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΥΤΩΝ.

Πολλοί μελετητές που ασχολήθηκαν με τη βελτίωση ενός αλατούχου-αλκαλιωμένων εδαφών διαπίστωσαν τα παρακάτω:

1) Οι Wabber et al. (1985) αναφέρουν πως από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με ιλύ, για την βελτίωση εδαφών σε περιοχές με εδάφη αλατούχα-αλκαλιωμένα, αποδείχθηκε πως η ιλύς είναι ποιο αποτελεσματική σε σχέση με τα κλασικά ανόργανα εδαφοβελτιωτικά, πολύ ποιο οικονομική ως λύση για την βελτίωση τέτοιων εδαφών, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί μερική λύση στο πρόβλημα της απόθεσης τους.

2) Οι Guidi et al. (1983) διαπίστωσαν πως η προσθήκη ιλύος στα εδάφη προκάλεσε αύξηση του πορώδους και της σταθερότητας των συσσωματωμάτων.

3) Ο Παναγιωτόπουλος και άλλοι. (1993) παρατήρησαν και μείωση της φαινομενικής πυκνότητας με θετικές επιδράσεις στον αερισμό και την αύξηση της συγκράτησης υγρασίας σε έδαφος όπου προστέθηκαν στερεά απόβλητα για τη βελτίωση των φυσικών του ιδιοτήτων.

4) Οι Alcorido και Recheigl (1993) αναφέρουν πως η φωσφογύψος είναι πιο αποτελεσματική από την ορυκτή γύψο ως εδαφοβελτιωτικό για προβληματικά εδάφη και πως είναι περιβαλλοντικά ασφαλής όταν χρησιμοποιείται ως πηγή Ca και S για τις καλλιέργειες ή και για άλλες χρήσεις. Επίσης δεν φαίνεται να υπάρχουν προβλήματα λόγω της περιεκτικότητάς της σε ραδιενεργά στοιχεία και βαριά μέταλλα όταν χρησιμοποιείται στις ενδεδειγμένες για γεωργική χρήση ποσότητες.

5) Σύμφωνα με τους Shainberg et al. (1989) η προστιθέμενη ποσότητα δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0-10 Mg ha⁻¹ για γεωργικούς σκοπούς.

6) Οι Keren και Shainberg (1981) διαπίστωσαν πως η φωσφογύψος είχε δεκαπλάσια διαλυτότητα από την ορυκτή γύψο ιδιότητα που συσχετιζόταν και με το μέγεθος των τεμαχιδίων τους.

7) Οι Anmstrong και Tanton (1992) βρήκαν πως η αποτελεσματικότητα της ανταλλαγής με Ca προερχόμενο από φωσφογύψου έφτασε το 75% κατά την επιφανειακή εφαρμογή της για την βελτίωση ενός αλατούχου-αλκαλιωμένου εδάφους και το μεγαλύτερο μέρος αυτού αντικατέστησε το ανταλλάξιμο Na (Κατσαλήρου, 1998).

2.8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

1) Η ιλύς εκτός από την εφαρμογή της ως οργανικό λίπασμα, πλούσιο σε φωσφορικά, χρησιμοποιείται και ως λίπασμα σε δασικά εδάφη, ως υλικό

αποκατάστασης διαταραγμένων εκτάσεων ή ως εδαφοβελτιωτικό σε άγονες μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή σε διαβρωμένα εδάφη. Το συγκριτικό πλεονέκτημα της ιλύος ως εδαφοβελτιωτικού είναι η οργανική φύση της.

2) Η χρήση της φωσφογύψου ως υλικού βελτίωσης των αλκαλιωμένων εδαφών έχει δώσει θετικά αποτελέσματα και εφαρμόζεται αντί της ορυκτής γύψου ή θείου.

2.8.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ – ΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΛΑΤΩΣΗΣ – ΝΑΤΡΙΩΣΗΣ

A) Είναι γνωστό ότι τα εδάφη της χαμηλής περιοχής της πεδιάδας Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Καλοχώρι, Μάλαγρα), η οποία συνορεύει με τη θάλασσα, δέχονταν την είσοδο του θαλασσινού νερού, πριν την εκτέλεση των εγχειοβελτιωτικών έργων, και συνδυασμό με το ξηροθερμικό κλίμα και το χαμηλό ετήσιο ύψος βροχής ήταν σε μεγάλο ποσοστό προβληματικά (αλατούχα, αλατούχα – νατριωμένα, νατριωμένα).

B) Η κατασκευή του στραγγιστικού δικτύου και του περιφερικού αναχώματος που εμποδίζει την είσοδο της θάλασσας στην περιοχή, βοήθησε στη βελτίωση μεγάλου τμήματος αυτών των εδαφών.

Γ) Η βελτίωση όμως δεν έχει διάρκεια και ορισμένα από τα εδάφη, έγιναν και πάλι προβληματικά, εξαιτίας κυρίως της μη ορθολογικής χρήσης του νερού άρδευσης και της ανεπαρκούς στράγγισης. Η δημιουργία προβληματικών εδαφών επιταχύνεται στις περιοχές αυτές, αφού το κλίμα είναι ημίξηρο ή ξηρό, δηλαδή η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη και η βροχόπτωση μικρή. Επίσης το υψηλό ποσοστό αργίλου που περιέχουν τα εδάφη της συγκεκριμένης περιοχής δυσχεραίνει τη στράγγισή τους και συμβάλλει στη συσσώρευση των αλάτων στο έδαφος (Χατζηγιαννάκης, 2004).

2.9 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Κατανομή των αλκαλιωμενων και των αλατούχων εδαφών βάση εκτιμήσεων που έχουν γίνει στα εδάφη αυτά.

ΝΟΜΟΣ	ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕ ΝΑ	ΑΛΑΤΟΥΧΑ	ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΙΤ/ΝΙΑΣ	63.550	37.976	2.800	104.326
ΑΧΑΪΑΣ	8.560	-	-	8.560
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9.000	-	-	9.000
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	900	3.550	-	4.450
ΑΡΤΑΣ	58.390	43.290	-	101.680
ΕΒΡΟΥ	32.700	20.300	-	53.000
ΗΛΕΙΑΣ	28.480	11.000	6.130	45.610
ΗΜΑΘΙΑΣ	-	-	12.342	12.342
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	8.250	1.650	800	10.700
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	49.870	10.695	15.400	75.965
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	-	-	36.540	36.540
ΛΑΡΙΣΙΑΣ	6.290	4.240	9.510	20.040
ΞΑΝΘΗ	8.000	104.000	3.500	115.500
ΠΙΕΡΙΑΣ	10.160	8.040	9.640	27.840
ΠΡΕΒΕΖΑΣ	5.740	27.410	-	33.150
ΡΟΔΟΠΗΣ	35.850	53.290	-	89.140
ΣΕΡΡΩΝ	3.380	6.450	34.040	43.870
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	16.240	1.845	6.833	24.918
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	3.800	20.150	40.650	64.600
ΣΥΝΟΛΟ	349.166	353.886	178.185	881.231

Από τα παραπάνω δεδομένα βγαίνει το συμπέρασμα :

Τα περισσότερα αλατούχα εδάφη απαντώνται στο Νομό Ξάνθης (104.000στρ.) ενώ τα αλατούχα-αλκαλιωμένα στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας (63.550στρ.) και τα αλκαλιωμένα στο Νομό Καρδίτσας 36.540στρ (Κουκουλάκης,2000)

2.10 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ-ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

α)βελτίωση των εδαφών της κατηγορίας αυτής συνεπάγεται με την απομάκρυνση των υδατοδιαλυτών αλάτων από την κατανομή του εδάφους και την εναλλαγή του Na^+ της εναλλακτικής φάσης με Ca^{2+} . Με τις κλασικές μεθόδους βελτιώσεως προηγείται η απομάκρυνση των αλάτων και έπειτα η εναλλαγή του Na^{2+} , ενώ στις μεθόδους που χρησιμοποιούν αλατούχο νερό για βελτίωση, οι δυο διεργασίες μπορούν να προχωρούν και παράλληλα.

Ως πηγές Ca^{2+} χρησιμοποιούνται CaCO_3 , CaSO_4 , CaCl_2 , S και FeSO_4 . Οι ενώσεις αυτές είτε προστίθενται στο έδαφος είτε υπάρχουν ήδη κατατομή του εδάφους (CaCO_3 , CaSO_4).

Το CaCO_3 , λόγω πολύ μικρής διαλυτότητας, πρακτικά δεν χρησιμοποιείται παρά μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις σε εδάφη με ισχυρή νατρίωση. Στις περιπτώσεις αυτές το CaCO_3 χρησιμοποιείται επιφανειακά υπό μορφή λεπτής σκόνης. Τα εδάφη κατακλύζονται με νερό (όπως στις περιπτώσεις καλλιέργειας ρυζιού) όπου η αύξηση της πίεσης του CO_2 επιφέρει και αύξηση της διαλυτότητας του CaCO_3 .

Βεβαίως η ταχύτητα βελτίωσης στην περίπτωση αυτή είναι μικρή γιατί η συγκέντρωση του Ca^{2+} παραμένει σε χαμηλά επίπεδα ακόμα και σε πίεση 10 mbar. Ένα άλλο στοιχείο αυτής της διεργασίας είναι ότι η βελτίωση προχωρεί μόνο στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους.

Η συνηθέστερη πηγή ιόντων ασβεστίου για τη βελτίωση των εδαφών είναι η γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Η γύψος αποτελεί ένα υλικό φθινό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ευκολία στη βελτίωση των εδαφών. Σχετικά με τη γύψο που προέρχεται από βιομηχανίες λιπασμάτων θα πρέπει να εξετάζεται αν οι τιμές του περιεχομένου συνήθως Cd, As, F ή άλλων στοιχείων υπερβαίνουν τα όρια που έχει καθορίσει η αντίστοιχη οδηγία της ευρωπαϊκής ένωσης.

Η γύψος χρησιμοποιείται ως το κατεξοχήν εδαφοβελτιωτικό. Η διαλυτότητά της στο νερό είναι σχετικά μικρή και δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις σε ορισμένες περιπτώσεις βελτιώσεως. Στα βαριά π.χ. εδάφη με υψηλό ESP, τα οποία έχουν μεγάλες ποσότητες εναλλακτικού νατρίου, η γύψος ενεργεί με πολύ βραδύ ρυθμό. Η δράση της εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των παραγόντων οι οποίοι ευνοούν τη διόγκωση του εδάφους. Η μικρή συγκέντρωση της γύψου που συνεπάγεται χαμηλή τιμή EC, ευνοεί τη διόγκωση. Έτσι όταν χρησιμοποιείται νερό με μικρή EC και γύψος για τη βελτίωση, το μεν επιφανειακό στρώμα βελτιώνεται, τα κατώτερα όμως στρώματα, επειδή σε αντικατάσταση του αλατούχου εδαφικού τους διαλύματος, δέχονται το νερό από τη στράγγιση των ανωτέρων στρωμάτων, διογκώνονται και εμποδίζουν την περαιτέρω στράγγιση. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστώνται πιο ευδιάλυτα άλατα του ασβεστίου, όπως το CaCl_2 ή ο $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Στις περιπτώσεις όπου πρέπει να χρησιμοποιηθεί γύψος προστίθενται και άλατα νατρίου για να υπάρχει αύξηση της EC του εδαφικού διαλύματος και αποφυγή διόγκωσης της αργίλου.

Πριν από κάθε βελτίωση απαιτείται, όπως και για τα αλατούχα εδάφη, ισοπέδωση της περιοχής και δημιουργία λεκανών με αναχώματα. Η βελτίωση πρέπει να ξεκινά με δοκιμαστικές λεκάνες διαστάσεων 6*6 περίπου μέτρων. Μετά την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου βελτίωσης καθώς και του κατάλληλου εδαφοβελτιωτικού, η περιοχή διαμορφώνεται σε λεκάνες με διαστάσεις που ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή, το έδαφος και τους άλλους τοπικούς παράγοντες (Παξινός, 1968).

2.10.1 Για τη μεθοδική επιλογή εδαφοβελτιωτικού διακρίνουμε τα αλκαλιωμένα εδάφη σε τρεις κατηγορίες

- A)** Εδάφη με ανθρακικά άλατα αλκαλικών γαιών (Ca, Mg).
- B)** Εδάφη χωρίς ανθρακικά αλκαλικών γαιών και $\text{pH} > 7,5$.
- Γ)** Εδάφη χωρίς ανθρακικά άλατα αλκαλικών γαιών και $\text{pH} < 7,5$.

Για την πρώτη κατηγορία συνιστάται η συνδυασμένη χρήση εδαφοβελτιωτικών με διαλυτά άλατα του Ca και παραγόντων οξύισης. Έτσι επιτυγχάνεται μετατόπιση του

ανταλλάξιμου Νατρίου και διάσπαση των ανθρακικών όπως περιγράφονται με τις αντίστοιχες χημικές αντιδράσεις.

Για την δεύτερη κατηγορία αλκαλιωμένων εδαφών χρησιμοποιούμε τους παράγοντες οξύνισης που εκτός από τη μετατόπιση του ανταλλάξιμου Na^+ μειώνουν και το pH όμως υπάρχει φόβος ισχυρής οξύνισης χρησιμοποιούμε και διαλυτά άλατα του Ca^{++} .

Για την τρίτη κατηγορία αλκαλιωμένων συνιστώνται τα άλατα Ca^{++} μικρής διαλυτότητας όπως το CaCO_3 , που ενώ γίνονται διαλυτά σε χαμηλά pH δε χειροτερεύουν την οξύτητα του εδάφους (Χουλιάρης, 2002).

2.10.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Στις κλασσικές μεθόδους λαμβάνεται υπόψη κυρίως το ESP του εδάφους που πρόκειται να βελτιωθεί. Στη συνέχεια το ESP στο οποίο θεωρείται ότι πρέπει να καταλήξει η βελτίωση, εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας που θα αναπτυχθεί μετά τη βελτίωση και από τις αντιδράσεις του εδάφους στις διαφορετικές τιμές του ESP. Η τιμή του ESP συνδέεται με το SAR του εδαφικού διαλύματος με τη σχέση:

$$\text{ESP} / (100 - \text{ESP}) = 0.015 \cdot \text{SAR} \quad 6$$

Το SAR του εδαφικού διαλύματος ταυτίζεται με το SAR του νερού αρδεύσεως που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για βελτίωση. Έχοντας λοιπόν δεδομένα την τιμή του ESP στην οποία υποτίθεται ότι θα καταλήξει η βελτίωση, υπολογίζουμε την τιμή του SAR που χρειάζεται να έχει το νερό που θα χρησιμοποιηθεί. Από τη σχέση του SAR με τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος είναι δυνατόν να υπολογιστεί η ποσότητα της γύψου που θα πρέπει να προστεθεί στο νερό αρδεύσεως από την εξίσωση:

$$\text{SAR} = \text{Na} / (\text{Ca} + \text{Mg} + x) / 2 \quad 6$$

Όπου : x = η ποσότητα του Ca^{2+} σε me/l. Οι συγκεντρώσεις του Ca και Mg σε me/l επίσης.

Η συνολική ποσότητα των δισθενών κατιόντων, που χρειάζεται ένα έδαφος για τη βελτίωσή του με το νερό άρδευσης, δίνεται από την εξίσωση:

$$(\text{Ca} + \text{Mg}) = (\text{ESP}_1 - \text{ESP}_2) \cdot \text{CEC} \cdot \text{p.D} \quad 7$$

όπου : ESP_1 και ESP_2 = η αρχική και τελική τιμή του ESP του εδάφους,

CEC = η συνολική εναλλακτική ικανότητα του εδάφους σε me/100g,

ρ = το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους (g/cm^3)

D = το βάθος του εδάφους που θέλει κανείς να βελτιώσει σε cm.

Όταν είναι γνωστή η ποσότητα των δισθενών κατιόντων που απαιτείται για ένα συγκεκριμένο βάθος και επιφάνεια, καθώς και η ποσότητα των κατιόντων αυτών ανά μονάδα νερού αρδεύσεως τότε μπορεί κανείς να υπολογίσει και την ποσότητα του νερού αρδεύσεως σε mm από την εξίσωση:

$$Dva=10*(Ca+Mg)/(Ca+Mg+x)*m \quad 8$$

Όπου : (Ca + Mg) σε Kg/ha και (Ca +Mg +x) σε me/ml .

Η ποσότητα της γύψος που θα προστεθεί στο νερό αρδεύσεως θα πρέπει να διορθώνονται πάντοτε για την ποσότητα της γύψου που πιθανόν να υπάρχει στο έδαφος.

Από την ποσότητα του νερού αρδεύσεως που απαιτείται για τη βελτίωση είναι δυνατόν να υπολογισθεί και ο χρόνος βελτιώσεως αν ληφθεί υπόψη η ετήσια ποσότητα νερού που μπορεί να διαθέσει κανείς ανάλογα με τη μέθοδο αρδεύσεως. Προτιμάται η μέθοδος με συνεχή κατάκλιση γιατί η διήθηση είναι ταχύτερη από ότι με διακοπτόμενη άρδευση.

Οι κλασσικές μέθοδοι είναι σχεδόν αδύνατο να εφαρμοστούν σε εδάφη με βαριά μηχανική και κυρίως σε εκείνα που περιέχουν μοντμοριλλονιτική άργιλο, λόγω της διόγκωσης της άργιλου και της παρεμπόδισης της κίνησης του νερού προς βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Σε αυτές τις περιπτώσεις βελτιώνεται μόνο ένα λεπτό επιφανειακό στρώμα. Πολλές φορές για την διευκόλυνση της κίνησης του νερού διαμέσου του εδάφους προστίθενται άλατα νατρίου (Μισσοπολινός,1991).

2.10.3 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΑΛΑΤΟΥΧΟ ΝΕΡΟ

Την τελευταία εικοσαετία προτάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι βελτιώσεως, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν και εδάφη με βαριά μηχανική σύσταση που περιέχουν μοντμοριλλονιτική άργιλο. Στις μεθόδους αυτές χρησιμοποιούν για τη βελτίωση νερό αλατούχο με πολύ μεγάλη EC. Λόγω της μεγάλης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού διευκολύνεται η κίνηση του νερού στο έδαφος γιατί διατηρείται

η άργιλος σε κατάσταση θρόμβωσης. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα στο νερό αρδεύσεως να βελτιώσει το έδαφος σε μεγάλο βάθος.

Οι μέθοδοι στηρίζονται στη θεωρία σθένους – αραιώσεως. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, σε ένα έδαφος η δυνατότητα μεταβολής της ισορροπίας των προσροφημένων κατιόντων και των κατιόντων του διαλύματος εξαρτάται από το είδος των διαλυμένων κατιόντων στο νερό που προστίθεται. Αν τα κατιόντα είναι του ίδιου σθένους τότε η εναλλαγή θα είναι μικρή ή μηδενική. Αν τα κατιόντα είναι διαφορετικού σθένους τότε τα κατιόντα με χαμηλότερο σθένος τείνουν να αντικατασταθούν από τα κατιόντα με μεγαλύτερο σθένος όταν το διάλυμα είναι πυκνό. Έτσι λοιπόν αν χρησιμοποιηθεί για βελτίωση νερό με μεγάλη συγκέντρωση αλάτων, αλλά με μεγάλη αναλογία Ca + Mg ως προς την ολική συγκέντρωση, τότε με διαδοχικές αραιώσεις είναι δυνατόν αφενός να επιτευχθεί εναλλαγή του Na⁺ και αφετέρου να διατηρηθεί η διηθητικότητα σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Δυο κυρίως θεωρίες υπάρχουν σήμερα σχετικά με τις μεθόδους αυτές. Η πρώτη είναι των Reene και Doering από το 1966 και η δεύτερη του N. Μισοπολινού το 1985 (Μισοπολινός, 1991).

2.10.4 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ Ν. ΜΙΣΟΠΟΛΙΝΟΥ (1985)

Οι μεγάλες ποσότητες που απαιτούνται κατά τα τελευταία στάδια της βελτίωσης, καθώς και η δυσκολία εξερεύνησης νερού με υψηλό R υπήρξαν η αφορμή αναζήτησης νέας μεθόδου για τη βελτίωση με βαριά μηχανική σύσταση.

Η έρευνα του θέματος αυτού κατέληξε σε μια θεωρητική ανάλυση της βελτίωσης κατά στάδια λαμβάνοντας υπόψη ότι, έπρεπε να διατηρηθεί ο παράγοντας R σε υψηλές τιμές και να μειωθούν οι διαρκώς μεγαλύτερες ποσότητες νερού κατά την πρόοδο της βελτίωσης. Παράλληλα έπρεπε να διατηρηθεί η διηθητικότητα του εδάφους σε ικανοποιητικά επίπεδα

Έτσι λοιπόν η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί αλατούχο νερό με R περίπου 2 στο πρώτο στάδιο της βελτίωσης. Στη συνέχεια κατά τις διαδοχικές αραιώσεις του νερού διαλύεται μια σταθερή ποσότητα άλατος του Ca²⁺ σε συγκέντρωση ως 25 mg/l. Με αυτόν τον τρόπο σε κάθε διαδοχικό στάδιο αραιώσεως, το ποσό του Ca + Mg αυξάνεται

έναντι του συνόλου των κατιόντων στο διάλυμα, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη διαδοχική αύξηση του R.

Οι υπολογισμοί του ESP καθώς και των ποσοτήτων νερού που απαιτούνται για κάθε στάδιο βελτίωσης γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή λόγω της πολυπλοκότητας των αντιδράσεων που προκύπτουν.

Το R_n , το ESP_n καθώς και οι ποσότητες του νερού για κάθε στάδιο είναι συνάρτηση των ιδιοτήτων του νερού το οποίο χρησιμοποιείται κατά την έναρξη της βελτίωσης καθώς και της εκάστοτε προστιθέμενης ποσότητας του Ca^{2+} .

Η ποσότητα του νερού, που απαιτείται στα διάφορα στάδια αραιώσεως και για διαφορετική ποσότητα προστιθέμενου Ca^{2+} , είναι σχεδόν σταθερή για κάθε στάδιο αραιώσεως. Αντίθετα η μη χρησιμοποίηση πρόσθετης ποσότητας Ca^{2+} όπως γίνεται στη μέθοδο των Reeve και Doering, μετά την Τρίτη αραιώση, έχει ως συνέπεια την εξαιρετικά μεγάλη αύξηση των ποσοτήτων του νερού.

Από τα αναφερθέντα συνάγεται ότι, η μέθοδος που περιγράφηκε έχει τη δυνατότητα να παρακάμπτει τα μειονεκτήματα όλων των προηγούμενων μεθόδων α) τη διηθητικότητα του εδάφους σε ικανοποιητικά επίπεδα κατά τη διάρκεια της βελτίωσης, β) το R σε υψηλές τιμές και γ) την ποσότητα του νερού που απαιτείται σε χαμηλά επίπεδα. Η μέθοδος δίνει ιδιαίτερα εντυπωσιακά αποτελέσματα στις περιπτώσεις των εδαφών με βαριά μηχανική σύσταση που περιέχουν μοντμοριλλονική άργιλο (Μισσοπολινός, 1991).

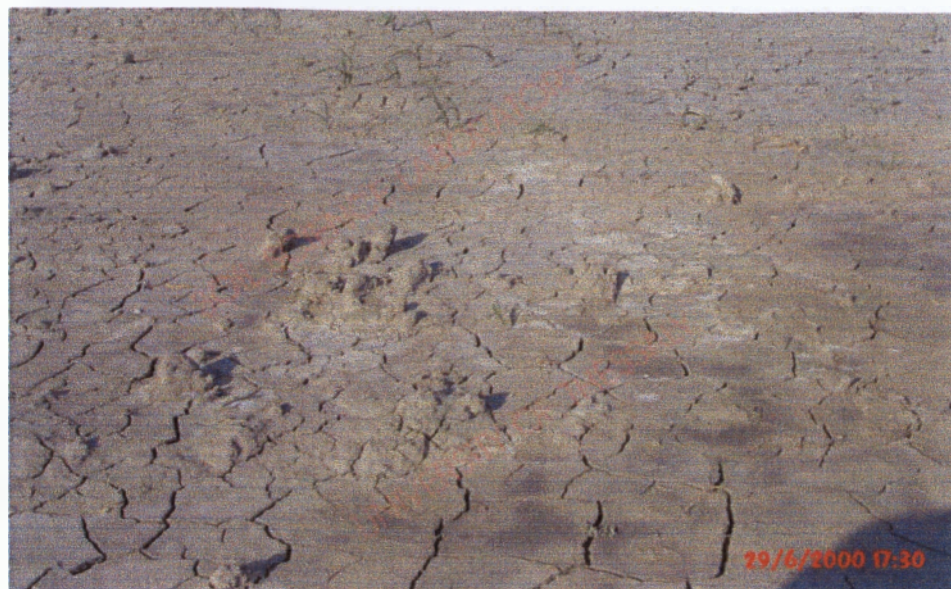
2.11 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

(Εργαστήριο εδαφολογίας ,πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Καταστροφή της δομής του εδάφους εξαιτίας της νατρίωσης στα εδάφη της περιοχής της πρώην λίμνης Κάρλας.



Αλκαλιωμένα με νάτριο εδάφη στην περιοχή Στεφανοβικείου.



Καταστροφή της δομής του εδάφους σε αλκαλιωμένα εδάφη της περιοχής της πρώην λίμνης Κάρλας.



Καταστροφή της δομής του εδάφους σε αλκαλιωμένα εδάφη της περιοχής της πρώην λίμνης Κάρλας.



Τοξική δράση νατρίου σε καλλιέργεια αραβοσίτου σε εδάφη της περιοχής της πρώην λίμνης Κάρλας.



2.11.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΠΟΥ ΕΥΔΟΚΙΜΟΥΝ ΣΕ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

flora





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Οι προϋποθέσεις για την δημιουργία αλκαλιωμένων εδαφών αρχίζει όταν αρχίζουν και οι διεργασίες της βελτίωσης της αλατότητας. Βέβαια χρειάζεται ένα μεγάλο σχετικά χρονικό διάστημα.

2) Μεγάλη σημασία στο σχηματισμό των αλκαλιωμένων εδαφών έχει η αυξημένη συγκέντρωση των κατιόντων του Na^+ . Ένα άλλο κατιόν που έχει μεγάλη σημασία είναι το K^+ .

3) Τα αλατούχα-αλκαλιωμένα εδάφη, πάντοτε περιέχουν γύψο και όταν τα διαλυτά άλατα εκπλυθούν, τότε το Ca της γύψου διαλύεται και ανταλλάσσεται με το ανταλλάξιμο νατρίου, το οποίο μετατρέπεται σε Na_2SO_4 , δηλαδή σε διαλυτό άλας.

4) Τα μη αλατούχα εδάφη συνήθως εμφανίζονται σε υπόξηρες και ξηρές περιοχές υπό μορφή μικρών ακανόνιστων εκτάσεων.

5) Όταν στο έδαφος δεν περιέχεται γύψος, τότε τα αλατούχα αλκαλιωμένα εδάφη με αποστραγγίσεις και εκπλύσεις μετασχηματίζονται σε αλκαλιωμένα μη αλατούχα εδάφη.

6) Εάν η χρήση των νερών άρδευσης είναι ακατάλληλη τότε οι αποδόσεις των καλλιεργειών μειώνονται, τα φυτά καταστρέφονται και τα εδάφη υποβαθμίζονται.

7) Το νάτριο είναι ένα από τα σημαντικότερα αλκαλικά στοιχεία στο έδαφος.

8) Τα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη είναι λίαν φτωχά σε μικροοργανισμούς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ

3.1 ΠΟΙΑ ΕΔΑΦΗ ΟΝΟΜΑΖΟΝΤΑΙ ΟΞΙΝΑ ΚΑΙ ΜΕ ΠΟΙΟΝ ΤΡΟΠΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ

Τα εδάφη τα οποία το pH τους είναι μικρότερο από 7 και μέχρι 4 τότε τα εδάφη αυτά είναι όξινα. Αυτό σημαίνει στην μη καλή ανάπτυξη των περισσότερων από τα καλλιεργούμενα φυτά και τη μείωση της παραγωγής σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Όταν το pH στα όξινα εδάφη είναι ποιο χαμηλό από το 7 τα προβλήματα που προκύπτουν για ορισμένες καλλιέργειες είναι μεγάλα. Η οξίνιση των εδαφών οφείλεται στις αντιδράσεις μεταφοράς πρωτονίων από την στερεά, την υγρή ή την αέρια φάση του εδάφους. Οι κυριότερες πηγές πρωτονίων είναι οι αντιδράσεις πρόσληψης κατιόντων από τα φυτά, η προσρόφηση κατιόντων από την στερεά φάση καθώς και τη διάσπαση του CO₂ και των οργανικών οξέων του εδάφους.

Η πτώση του pH του εδάφους επηρεάζει τη διαλυτότητα, επομένως διαθεσιμότητα ορισμένων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Η μεγάλη διαλυτότητα κάποιων θρεπτικών στοιχείων όπως Mn, Fe, Cu και Zn είναι δυνατόν να προκαλέσει τοξικά φαινόμενα στα φυτά ή την ταχεία έκπλυση και απομάκρυνσή τους από το έδαφος. Σε πολλές περιπτώσεις είναι δυνατόν να παρουσιαστεί στο έδαφος έλλειψη Mg ιδιαίτερα σε όξινα εδάφη, αμμοπηλώδη, πηλοαμμώδη και αμμώδη επιφανειακά και βαθύτερα. Η έλλειψη Mg στα εδάφη δημιουργεί προβλήματα σε ορισμένα ευαίσθητα φυτά όπως το λάχανο, το σέλινο, την τομάτα, το σιτάρι, την πατάτα, το κριθάρι και τη σίκαλη (Μισσοπολινός, 1991).

3.2 ΑΙΤΙΑ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

3.2.1 ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Μητρικό υλικό από το οποίο σχηματίζεται το έδαφος, μπορεί να αποτελείται από όξινα μητρικά πετρώματα, όπως γρανίτες, μαρμαριγιακοί σχιστόλιθοι, φυλίτες κ.α. Περιοχές στις οποίες συναντώνται τέτοια πετρώματα είναι η Ήπειρος, η Δυτική Πελοπόννησος Ευρυτανία, η Μακεδονία και η Θράκη.

3.2.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Ένας από τους πιο σημαντικούς κλιματολογικούς παράγοντες που επηρεάζει την οξύτητα των εδαφών, αποτελεί το ύψος και η ένταση της βροχόπτωσης.

Με το νερό της βροχής που διαπερνά κάθε φορά το έδαφος, τα άλατα και οι βάσεις μετακινούνται σταδιακά στα βαθύτερα στρώματα, με αποτέλεσμα το έδαφος να καθίσταται όξινο. Η πορεία αυτή επιταχύνεται στα καλλιεργούμενα εδάφη, αφού ένα μέρος των βάσεων απομακρύνεται από το έδαφος με τη συγκομιδή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Το βάθος έκπλυσης των ανθρακικών βάσεων σε συνάρτηση με τις βροχοπτώσεις.

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΕ cm	ΒΑΘΟΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΣΕ cm
50,0	30-60
62,5	90-110
75,0	180-190

Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος της βροχόπτωσης σε τόσο μεγαλύτερο βάθος εκπλύνονται οι βάσεις.

Σε έκπλυση υπόκεινται όχι μόνο οι ανθρακικές βάσεις αλλά και αυτές που είναι προσροφημένες στο εδαφικό σύμπλοκο. Εκτός από τη βροχόπτωση, σημαντικό ρόλο παίζει και η θερμοκρασία. Γενικά στα υγρά και ψυχρά κλίματα διαμορφώνονται εδάφη περισσότερο όξινα από ότι στα θερμά και ξηρά, γεγονός που αποδεικνύεται από

πειράματα που έκαναν αμερικανοί ερευνητές στη Nebraska των ΗΠΑ, οι παρατηρήσεις των οποίων φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 9: Περιεκτικότητα σε βάσεις και P2O5 σε ξηρές, μεταβατικές και υγρές περιοχές.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΘΕΝΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	CaO %	MgO %	K2O %	P2O5 %
ΞΗΡΕΣ	318	2,65	1,20	0,71	0,21
ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ	215	1,09	0,51	0,43	0,18
ΥΓΡΕΣ	743	0,41	0,37	0,37	0,16

Πίνακας 10: Το ύψος της βροχόπτωσης σε σχέση με την περιεκτικότητα, σε ανταλλάξιμες βάσεις και ανταλλάξιμο H των εδαφών:

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ	ΟΛΙΚΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΕΣ ΒΑΣΕΙΣ (meq)	ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ H ⁺ meq
25-50	24,0	5,5
50-75	15,9	10,3
75-100	8,2	14,7
100-125	5,4	16,9
125-150	4,9	16,0

Από τα δεδομένα του πίνακα επιβεβαιώνεται ότι αυξανόμενη η υγρασία μειώνεται η περιεκτικότητα των εδαφών σε ανταλλάξιμες βάσεις, ενώ αντίθετως αυξάνει αντίστοιχα η περιεκτικότητα αυτών σε ανταλλάξιμο H⁺.

Οι εποχιακές μεταβολές μπορούν να επηρεάσουν το pH του εδάφους μόνο κατά 0,5 ή 1 μονάδα. Γενικά υπό φυσικές συνθήκες και σε υγρές περιοχές, η οξύτητα του εδάφους είναι δυνατό να φτάσει σε PH = 3 και σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις να γίνει όξινο. Συνήθως τα περισσότερα όξινα εδάφη σε σημείο ισορροπίας με pH= 4-5 (Μοσχούλας, 2002).

3.2.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η ανάγλυφος μορφή της επιφάνειας του εδάφους σχετίζεται με την αποστράγγιση, την υποστράγγιση, την διάβρωση και τον βαθμό ανυψώσεως της στάθμης των υπόγειων υδάτων, παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το φαινόμενο της εκπλύσεως των βάσεων του εδάφους και συνεπώς τη μεταβολή της αντίδρασης αυτού.

Έτσι σε περιοχές ικανοποιητικώς στραγγιζόμενες της ίδιας προελεύσεως εδάφους και υπό την επίδραση του ίδιου κλίματος εμφανίζεται μεγαλύτερη πυκνότητα ιόντων H^+ , από εκείνες οι οποίες υποστραγγίζουν ασθενώς.

Εκτός αυτού που σχηματίζονται σε κατωφερείς περιοχές, όπου η έκπλυση και η διάβρωση είναι έντονη και εφόσον διαμορφώνονται από φτωχά σε βάσεις μητρικά υλικά, εμφανίζουν κατά κανόνα μεγαλύτερη πυκνότητα ιόντων H^+ , από τα εδάφη που σχετίζονται σε επίπεδες ή συγκλίνεις περιοχές, αφού αυτά εμπλουτίζονται από τις βάσεις οι οποίες εκπλύνονται από τις κατωφερείς και υψηλότερες περιοχές. Το φαινόμενο αυτό είναι αρκετά συνηθισμένο στη χώρα μας (Μοσχούλας, 2002).

3.2.4 ΑΝΑΠΝΟΗ – ΕΚΚΡΙΜΑΤΑ ΤΩΝ ΡΙΖΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Κατά τις διεργασίες του μεταβολισμού και συγκεκριμένα με την αναπνοή των ριζών των φυτών, παράγεται CO_2 το οποίο αντιδρά με το νερό προς σχηματισμό H_2CO_3



Το παραγόμενο H^+ μετακινούνται με το νερό και αντικαθιστούν βασικά κατιόντα τα οποία απομακρύνονται με έκπλυση από τη ζώνη των ριζών. Όσο περισσότερο CO_2 έχουμε στον εδαφικό αέρα τόσο περισσότερο διαλυτοποιείται στην εδαφική υγρασία και τόσο περισσότερο όξινο γίνεται το διάλυμα.

Επίσης κατά τις διεργασίες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων όταν οι ρίζες των φυτών απορροφούν βάσεις, δίνουν ως αντάλλαγμα, υδρογόνα και οργανικά οξέα με αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας του εδάφους.

Έχει παρατηρηθεί ότι στην περιοχή της ριζόσφαιρας οι τιμές του pH είναι κατά 1.2 φορές μικρότερες από ότι στην υπόλοιπη μάζα του εδάφους (Μοσχούλας, 2002).

3.3 ΑΙΤΙΑ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

3.3.1 Χρήση χημικών λιπασμάτων

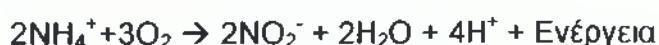
Τα χημικά λιπάσματα που προστίθενται στο έδαφος συμβάλλουν θετικά, αφού βελτιώνουν τη θρέψη και συνεπώς την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών, αλλά και αρνητικά όταν αυτά επηρεάζουν την αντίδραση του εδάφους.

Από τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται τα οξινίζοντα είναι αυτά που μετά τη χρήση τους, αφήνουν οξύ ή ρίζα, με αποτέλεσμα να προκαλούν αύξηση της οξύτητας του εδάφους.

Τέτοια λιπάσματα είναι το χλωριούχο αμμώνιο (NH_4Cl), το νιτροθειικό αμμώνιο, το KCl , το K_2SO_4 , το φωσφορικό οξύ, το υπερφωσφορικό, το νιτροθειικό κάλιο, τα αμμωνιωμένα υπερφωσφορικά, το αποξηραμένο αίμα.

Γενικά τα λιπάσματα που κυρίως χρησιμοποιούνται στη γεωργία και που είναι υπεύθυνα για την οξίνιση του εδάφους είναι τα αζωτούχα – αμμωνιακά.

Τα αμμωνιακά (NH_4^+) ιόντα δεσμεύονται από τους μικροοργανισμούς και οξειδώνονται προς νιτρικά (NO_3^-).



Παρατηρούμε ότι στο πρώτο στάδιο της νιτροποίησης παράγονται 4 πρωτόνια τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της οξύτητας του εδάφους.

Αζωτούχα λιπάσματα είναι το $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ η άνυδρη και υγρή NH_3 , η ουρία, NH_4NO_3 κ.α.

Πίνακα 11: Η επίδραση της συνεχούς χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων στην οξίνιση ενός ουδέτερου εδάφους

ΕΙΔΟΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ	PH (σε βάθος 2,5cm)
Χωρίς λίπανση	6,7
Λίπανση με ουρία	5,9
Λίπανση με νιτρική	5,5

αμμωνία	
Λίπανση με θεική αμμωνία	4,7

Άλλα λιπάσματα που συμβάλλουν σημαντικά στη μεταβολή της αντίδρασης του εδάφους είναι:

- A) Το φωσφορικό μονοασβέστιο
- B) Ο θειούχος Σίδηρος
- Γ) Το θείο

(Κατράκης, 1956)

3.3.2 Όξινη βροχή

Είναι γνωστό ότι τα αέρια CO, NO_x, SO_x, που ελευθερώνονται καθημερινά στον ατμοσφαιρικό αέρα, από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, τα καυσαέρια των εργοστασίων, τις πυρκαγιές των δασών και γενικά την καύση των ξύλων, άνθρακα και παραγώγων πετρελαίου, είναι ιδιαίτερα βλαβερά για το περιβάλλον, την ανάπτυξη των φυτών και κατ' επέκταση για την υγεία του ανθρώπου.

Το CO είναι πολύ τοξικό για τον άνθρωπο και τα ζώα, αφού αντικαθιστά το οξυγόνο της αιμογλοβίνης και μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο.

Η όξινη βροχή που πέφτει στο έδαφος, προκαλεί έκπλυση των βάσεων ενώ τα H₂SO₄ και HNO₃ διαλυτοποιούν το Al₃⁺ και αυξάνουν τη συγκέντρωση των ιόντων H⁺, με αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας του εδάφους (Μοσχούλας, 2002).

3.3.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η κατεργασία του εδάφους αφορά τους ανώτερους εδαφικούς ορίζοντες, αφού αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών.

Πολλοί εδαφολόγοι υποστηρίζουν ότι καλλιεργούμενα εδάφη δεν πρέπει να οργώνονται, αλλά πρέπει να παραμένουν όσο το δυνατόν στη φυσική τους κατάσταση, διότι υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής της οργανικής ουσίας, μεταβολή της δομής και συνεπώς ο κίνδυνος αδυναμίας ανάπτυξης των καλλιεργούμενων φυτών. Υπάρχει όμως και η αντίθετη άποψη που υποστηρίζει ότι, προκειμένου το έδαφος να αναμοχλεύεται και

να ανακατεύεται, ώστε να ανέρχεται στην επιφάνεια θετικά στοιχεία που βρίσκονται στα κατώτερα στρώματα, να καθίστανται πιο αφράτο και να δραστηριοποιούνται οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί κρίνεται σκόπιμο να οργανώνεται.

Τελικά όμως όσο αφορά την οξύτητα, μεγαλύτερη πηγή αποτελούν τα μη κατεργασμένα εδάφη σε σχέση με τα κατεργασμένα, διότι σε αυτά τα οργανικά υπολείμματα είναι συσσωρευμένα στην επιφάνεια του εδάφους με αποτέλεσμα να διασπώνται και να παράγονται οργανικά και ανόργανα οξέα (Μοσχούλας, 2002).

3.3.4 ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η εναπόθεση των αποβλήτων από τις ακαθαρσίες των υπονόμων, στις αγροτικές και δασικές περιοχές είναι μια μεγάλη ανθρώπινη δραστηριότητα που επηρεάζει την εδαφική αντίδραση.

Καθώς οι ποσότητες των απόβλητων είναι τεράστιες, όταν αυτά αποσυντίθεται, συντελούν στην παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων οργανικών και ανόργανων οξέων, ικανών να προκαλέσουν αύξηση της οξύτητας του εδάφους.

Σε πολλές χώρες, οι κυβερνήσεις διαθέτουν κανονισμούς που να εξασφαλίζουν την επεξεργασία των απόβλητων με ασβέστιο, προτού αυτά εναποτεθούν στο έδαφος.

Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί ότι ασβεστωμένα απόβλητα καταλήγουν να έχουν τελικό pH = 7,5-8,5 με αποτέλεσμα όχι μόνο να μην είναι επιβλαβή αλλά και να καθίσταται χρήσιμα για την εξουδετέρωση της εδαφικής οξύτητας.

Έλεγχος του εδαφικού pH συσχετίζεται επίσης, με την ελαχιστοποίηση της σταθερότητας των τοξικών μετάλλων που βρίσκονται στα απόβλητα, μειώνοντας έτσι την τοξική τους δράση, επί φυτών (Μοσχούλας, 2002).

3.3.5 ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΜΕΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΥΓΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Αυτή η πρακτική έχει καταλήξει στο σχηματισμό όξινων θειούχων εδαφών. Μεταξύ των περιοχών που εμφανίζεται έντονο το φαινόμενο είναι η Νοτιανατολική Αμερική, Νοτιανατολική Ασία και Δυτική Αφρική. Τα εδάφη σε αυτές τις περιοχές περιέχουν μεγάλες ποσότητες θειούχου σιδήρου (FeS) και στοιχειώδους θείου (S), που έχουν

σχηματιστεί από την μικροβιακή αποσύνθεση των μητρικών πετρωμάτων, τα οποία περιέχουν S. Όταν αυτά οι περιοχές στραγγίζουν τα FeS και S οξειδώνονται και καταλήγουν στο σχηματισμό θειικών οξέων.

Στη συνέχεια ανάλογα με το επιθυμητό pH υπολογίζουμε την ανάλογη ποσότητα Ca^{2+} ως CaCO_3 που απαιτείται για κάθε στρέμμα και για ανάλογο βάθος εδάφους. Οι ποσότητες CaCO_3 που υπολογίζονται εργαστηριακά πρέπει να διπλασιάζονται για τις συνθήκες του χωραφιού (Μοσχούλας, 2002).

3.4 Η ΟΞΥΤΗΤΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ

Η οξύτητα του εδάφους η οποία οφείλεται α) στην παρουσία των θετικών φορτισμένων κατιόντων υδρογόνου. β) Στο εδαφικό διάλυμα, γ) Στην επιφάνεια της αργίλου. δ) Στην οργανική ουσία του εδάφους. Τα κατιόντα υδρογόνου του εδάφους θεωρούνται ως ενεργός όξινα. Με το pH μπορεί να μετρηθεί η ενεργός αυτή οξύτητα.

Τιμές του pH μικρότερες από 7,0 ανήκουν σε όξινη περιοχή στην ουδέτερη περιοχή το pH είναι 7,0 και αλκαλική περιοχή όταν το pH είναι μεγαλύτερη από 7,0.

Η συγκέντρωση των ενεργών υδρογόνων στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται σε συνάρτηση με την ποσότητα των κατιόντων υδρογόνου που είναι προσροφημένη στην επιφάνεια της αργίλου και της οργανικής ουσίας. Τα κατιόντα υδρογόνου στις επιφάνειες αυτές μπορούν να αντικατασταθούν εύκολα από κατιόντα ασβεστίου, μαγνησίου ή καλίου. Τα κατιόντα υδρογόνου αποτελούν μέρος της δυναμικής ή αποταμιευμένης οξύτητας του εδάφους και η διαδικασία εξασφάλισης ουδέτερου PH μπορεί εύκολα να προχωρήσει γιατί τα ιόντα αυτά είναι ανταλλάξιμα.

Πολλά όξινα εδάφη περιέχουν σημαντικές ποσότητες θετικώς φορτισμένων ιόντων αργιλίου. Τα ιόντα αυτά στο εδαφικό διάλυμα παράγουν κατιόντα υδρογόνου. Έτσι το αργίλιο αποτελεί μια δεύτερη πηγή της δυναμικής οξύτητας (Μισοπολινός, 1991).

3.4.1 ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η διαπίστωση της οξύτητας του εδάφους μπορεί να γίνει είτε βασιζόμενη σε εργαστηριακές αναλύσεις, είτε στην εμπειρία του παραγωγού.

Η εργαστηριακή ανάλυση του εδάφους, αποτελεί το πιο έγκυρο και ασφαλές μέσο διάγνωσης της οξύτητας και επιτυγχάνει είτε ηλεκτρικός, δηλαδή με μέτρηση της πολύ μικρής διαφοράς δυναμικού, που αναπτύσσεται μεταξύ του αιωρήματος, μιας ποσότητας εδάφους, σε ορισμένο όγκο νερού και ενός ζεύγους κατάλληλων ηλεκτροδίων, είτε χρωματομερικώς, με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων δεικτών και σύγκριση των παραγόμενων χρωματισμών με τους χρωματισμούς τους οποίους παράγουν οξύτητας ρυθμιστικά διαλύματα.

Για την ηλεκτρική μέθοδο χρησιμοποιείται το πεχάμετρο, το οποίο μετράει τη συγκέντρωση των ιόντων H^+ στο διαλυτό μέρος του δείγματος εδάφους- νερού, δηλαδή την ενεργό οξύτητα και όχι τη συνολική οξύτητα του δείγματος.

Σημαντικές είναι και οι διαπιστώσεις που μπορεί να κάνει ο γεωργός, βασιζόμενος στην προσωπική του εμπειρία.

Η μακροσκοπική εξέταση του εδάφους, τον καθιστά ικανό να διεξάγει κάποια συμπεράσματα ως προς την οξύτητά του.

Έτσι αν για παράδειγμα η κοπριά, ένα χρόνο μετά την ενσωμάτωσή της στο έδαφος, παραμένει ανέπαφη, αυτό αποτελεί ένδειξη οξύτητας.

Επίσης πολύ καλό δείκτη όξινου εδάφους, αποτελεί η παρουσία ορισμένων φυτών της αυτοφυούς βλάστησης, όπως τα λάπατα, τα ξινόχορτα ή ήμερα τριφύλλια και οι ραπανίθρες (Μοσχούλας, 2002).

3.5 ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ

Το ασβέστιο χρησιμοποιείται για την ασβέστωση των όξινων εδαφών, είναι χημικώς το CaO ή και το $CaCO_3$. Γενικά στη Γεωργία ο όρος ασβέστης χρησιμοποιείται για πολλά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν το PH του εδάφους. Τα υλικά συνήθως για ασβέστωση είναι οι ασβεστόλιθοι, οι μάργες και το $CaCO_3$ που προκύπτει ως προϊόν της βιομηχανίας ζαχάρεως (Ένωση παραγωγών, 1972).

3.5.1 ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CaCO₃) ΣΤΑ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ

Η δράση του CaCO₃ στα όξινα εδάφη περιλαμβάνει την αντίδραση του με την εναλλακτική οξύτητα καθώς και με τις άλλες πηγές οξύτητας του εδάφους. Βεβαίως η δράση του CaCO₃ στην κατηγορία αυτή των εδαφών, αποτελεί ένα σύμπλοκο μηχανισμού και πολλά από τα προϊόντα των αντιδράσεων αυτών δεν είναι γνωστά. Η ανάλυση της δράσεως του CaCO₃ όπως θα αναπτυχθεί στη συνέχεια αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση του θέματος .

Το ανθρακικό ασβέστιο διαλύεται στο νερό σύμφωνα με την επόμενη αντίδραση:



Η ταχύτητα της αντιδράσεως εξαρτάται από την ύπαρξη πρωτονίων στο εδαφικό περιβάλλον καθώς και από την απομάκρυνση των ιόντων OH⁻ από το διάλυμα. Η αύξηση των πρωτονίων αυξάνει και τη συγκέντρωση του Ca²⁺ και HCO₃⁻ στο διάλυμα, ενώ η μείωση των πρωτονίων δημιουργεί ελάττωση της διαλυτότητας του CaCO₃.

Η συγκέντρωση πρωτονίων (H⁺) στα όξινα εδάφη είναι συνάρτηση της ταχύτητας υδρολύσεως των ιόντων Al ή υδροξύ - Al ή υδροξύ- Fe³⁺. Η υδρόλυση του Al και των υδροξυλιωμένων μορφών Al αυξάνεται με την ύπαρξη διαλυτών αλάτων στο έδαφος και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας διαλυτοποίησεως του CaCO₃. Αντίθετα η προσρόφηση των ενδιάμεσων προϊόντων της υδρολύσεως π.χ. Al (OH²⁺)_n μειώνει την ταχύτητα διαλυτοποίησεως του και η αύξηση του pH του εδάφους γίνεται με πολύ βραδύ ρυθμό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Ποσότητα CaCO₃ που απαιτείται για την εξουδετέρωση της οξύτητας που δημιουργείται από 1Kg N διαφόρων πηγών (Μισσοπολνός, 1991).

ΠΗΓΗ N	ΠΟΣΟΤΗΤΑ CaCO ₃ /Kg N
Νιτρική αμμωνία	1,8
Ανυδρη αμμωνία	1,8
Ουρία	1,9
Φωσφορική αμμωνία	1,9

3.5.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Ο προσδιορισμός της τιμής του pH μας πληροφορεί για το αν πρέπει να γίνει ασβέστωση, δεν μας πληροφορεί όμως για την απαιτούμενη ποσότητα ασβεστούχων υλικών, η οποία όπως διαπιστώσαμε μέχρι τώρα, δεν πρέπει να βρίσκεται σε έλλειψη αλλά ούτε και σε περίσσεια.

Η καλύτερη και πιο ακριβής μέθοδος προσδιορισμού, στηρίζεται σε απλούς χημικούς υπολογισμούς σε συνδυασμό με τις κατάλληλες εργαστηριακές αναλύσεις, κατά τις μετρήσεις των οποίων λαμβάνονται υπόψη αρκετοί παράγοντες μερικοί από τους οποίους είναι η επιθυμητή τιμή pH για την εκάστοτε καλλιέργεια, η εναλλακτική ικανότητα, τα χημικά συστατικά των υλικών ασβέστωσης που χρησιμοποιούνται και η λεπτότατη των υλικών ασβέστωσης.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να αναφέρουμε ότι η εξουδετέρωση της οξύτητας έχει άμεση σχέση με ισοδύναμο της οξύτητας.

Ισοδύναμο οξύτητας είναι ο αριθμός των μερών βάρους του ανθρακικού ασβεστίου που είναι απαραίτητο για την εξουδετέρωση της οξύτητας, προκαλείται από τη χρησιμοποίηση 100 μέτρων λιπάσματος. Τα ποίο συνηθισμένα υλικό ασβέστωσης είναι οι διάφοροι ασβεστόλιθοι οι οποίοι περιέχουν διαφορετικά μεταξύ τους ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου, ως μέτρο σύγκρισης λαμβάνεται το καθαρό ανθρακικό ασβέστιο.

Το καθαρό ανθρακικό ασβέστιο έχει τιμή εξουδετέρωσης 100. Κατά συνέπεια ένας ασβεστόλιθος με περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο 98% έχει τιμή εξουδετέρωσης 98.

Έχει καθιερωθεί να βάζουμε συμβατικά στο καθαρό ανθρακικό ασβέστιο την τιμή εξουδετέρωσης και συγκριτικά με την τιμή αυτή, να εξαγάγουμε τις ποσότητες που απαιτούνται, από τα βελτιωτικά του ασβέστη για την εξουδετέρωση της οξύτητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Σχετικές τιμές εξουδετέρωσης των καθαρών βελτιωτικών του ασβέστη.

ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΟ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣ ΗΣ	ΚΙΛΑ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΟΥ ΜΕΙΤΟΝΟΑΝΘΡ ΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ
Ανθρακικό ασβέστιο	100	1000	1785
Ανθρακικό μαγνήσιο	119	840	1500
Οξείδιο του ασβεστίου	178	560	1000
Οξείδιο του μαγνησίου	250	400	715
Υδροξείδιο του ασβεστίου	135	580	1320
Δολομίτης	108	572,5	1665
Δολομιτική υδράσβεστος	175		1020

(Μοσχούλας, 2002).

3.5.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΥΛΙΚΑ ΑΣΒΕΣΤΩΣΕΩΣ

Όταν δεν υφίστανται στοιχεία για την απαίτηση σε ασβέστιο που να είναι βασισμένα σε μεθόδους που χρησιμοποιούν ρυθμιστικά διαλύματα, οι ανάγκες σε ανθρακικό ασβέστιο μπορούν να υπολογιστούν κατά προσέγγιση από το pH του εδάφους και τη μηχανική σύσταση. Ο τρόπος αυτός δεν είναι ικανοποιητικός όπως οι εργαστηριακές μετρήσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Ασβεστόλιθοι που έχουν υπολογιστεί από το pH και τη μηχανική σύσταση.

Εύρος PH				
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4
ΑΡΓΙΛΩΔΗ, ΙΛΥΟΑΡΓΙΛΩΔΗ	1500	1250	1000	625
ΑΡΓΙΛΩΠΗΛΩΔΗ, ΠΗΛΩΔΗ	1250	1000	750	500
ΑΜΜΟΠΗΛΩΔΗ	1000	750	625	375
ΠΗΛΟΑΜΜΩΔΗ	750	625	500	250

ΑΜΜΩΔΗ	625	500	375	125
---------------	-----	-----	-----	-----

(Μισοπολινός, 1991).

3.5.4 Η ΑΣΒΕΣΤΟΠΕΤΡΑ ΚΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ

Προτού περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούμε τα ασβεστούχα υλικά, κρίνεται σκόπιμο να εξετάσουμε το μέγεθος και την μορφή, με τα οποία αυτά πρέπει να προστίθεται στο έδαφος.

Κατ' αρχήν πρέπει να γνωρίζουμε ότι για να δράσει αποτελεσματικά η ασβεστόπετρα, θα πρέπει να αντιδράσει με τα οξέα του εδάφους, και ότι η ταχύτητα αυτής της αντίδρασης εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της επιφάνειας των σωματιδίων της ασβεστόπετρας. Όσο πιο λεπτά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνειά τους που εκτίθεται στο διάλυμα και συνεπώς τόσο πιο γρήγορα θα διαλυθούν και θα αναμειχθούν με το έδαφος.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι όσο πιο λεπτοδιαμερισμένα είναι τα υλικά ασβέστωσης, τόσο πιο πολύ κοστίζουν και τόσο λιγότερο διαρκούν οι μονιμότερες επιδράσεις τους.

Γενικά συνιστάται σαν το πιο οικονομικό και εμπορεύσιμο, το υλικό το οποίο έχει μια μέση κατάσταση λεπτοδιαμερισμού, διότι από τη μια πλευρά περιέχει αρκετές ποσότητες λεπτόκοκκων υλικών που συνεισφέρουν στην σχετικά γρήγορη εξουδετέρωση της οξύτητας αλλά από την άλλη και αρκετές χονδρόκοκκων αποβλέπουν σε ένα πιο μακρόχρονο αποτέλεσμα (Μισοπολινός, 1991).

3.5.5 ΜΟΡΦΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟΥ ΑΣΒΕΣΤΗ

Όσον αφορά τη μορφή με την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ασβέστης υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις, μερικές από τις οποίες είναι :

A) Κονιορτοποιημένος ασβέστης, που αποτελεί το πιο οικονομικό υλικό ασβέστωσης. Σκορπίζεται εύκολα στον αγρό και δεν παρουσιάζει τις καυστικές ιδιότητες των άλλων υλικών επί του δέρματος.

Β) Υδράσβεστος η οποία είναι λεπτότερα κονιορτοποιημένη από ότι η ασβεστόπετρα, διαλύεται πιο εύκολα και δρα ταχύτερα. Συνήθως προτιμάται έναντι άλλων υλικών ασβέστωσης σε περιπτώσεις καλλιεργειών λαχανικών υψηλής αξίας.

Γ) Υπερψημένος ασβέστης ο οποίος δρα πιο γρήγορα από ότι η κονιορτοποιημένη ασβεστόπετρα γι' αυτό και πολλοί καλλιεργητές τον προτιμούν, αφού έτσι επιταχύνουν την αύξηση των φυτών και κατ' επέκταση των κερδών τους. Αν τελικά συμφέρει η χρήση υπερψημένου ασβέστη αυτό εξαρτάται από την ικανότητα εξουδετέρωσης, την τιμή αγοράς και τα μεταφορικά.

Δ) παραπροϊόντα ασβέστη, τα οποία είναι στη διάθεση των καλλιεργειών, για τη βελτίωση εδαφών και προέρχονται από διάφορες βιομηχανίες, όπως βιομηχανία σακχάρων, χαρτοβιομηχανίας, εργοστάσια ακετυλενίου, τα οποία όμως περιέχουν μεγάλα ποσά νερού που καθιστούν δύσκολα το σκόρπισμα στον αργό. Επίσης ασβεστούχο παραπροϊόν είναι η στάχτη που προέρχεται από την καύση των ξύλων, που μπορεί να περιέχει μέχρι 50% CaCO_3 και μέχρι 5% K_2CO_3 όλα κατάλληλα για εξουδετέρωση οξέων.

Γενικά, η χρήση όλων αυτών των προϊόντων πρέπει να γίνεται με περίσκεψη, διότι μπορεί να περιέχουν και τοξικές προσμίξεις (Μισσοπολινός, 1991).

3.5.6 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ

Για να έχουμε σίγουρα και καλά αποτελέσματα για τη βελτίωση του εδάφους είναι απαραίτητο να ακολουθούμε κάποιους βασικούς κανόνες, για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χρησιμοποιούμε τα υλικά ασβέστωσης:

1) Τα ασβεστούχα υλικά μπορούν να διασπείρονται με λιπασματοδιανομείς και να ενσωματώνονται στον επιφανειακό ορίζοντα του εδάφους σε πάχος 20-30 cm.

2) Τα υλικά προκειμένου να ανακατεύονται καλά και να επιτυγχάνεται η πλήρης και ομοιόμορφη διανομή τους θα πρέπει μετά την προσθήκη τους στο έδαφος, αυτό να οργώνεται και να σβαρνίζεται.

3) Στην περίπτωση υλικών που περιέχουν CaO αυτά πρέπει να προστίθενται στο έδαφος αφού μετασχηματιστούν σε Ca(OH)_2 με την επίδραση της ατμόσφαιρας ή εδαφικής υγρασίας.

4) Προκειμένου να εξασφαλίσουμε την ασβέστωση του υπεδάφους, που είναι αρκετά χρήσιμο για καλλιέργειες με βαθύ ριζικό σύστημα οι οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν τα θρεπτικά συστατικά και την υγρασία του υπεδάφους, αλλά και γενικότερα χρήσιμο για την βελτίωση του επιφανειακού ορίζοντα.

5) Ερευνητές υποστηρίζουν τη χρήση της γύψου ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Υποστηρίζουν ότι ο γύψος διαλύεται αργά και εκπλύνεται στο υπέδαφος, μειώνοντας την τοξικότητα του Al^{3+} και αυξάνοντας την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών μέσα σε διάστημα ενός έτους (Ένωση παραγωγών, 1972).

3.5.7 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ

Η μέγιστη συνισταμένη ποσότητα ασβέστη σε κάθε καλλιεργητική περίοδος είναι 1,5 τόνος ανά στρέμμα στα ανόργανα εδάφη. Το έδαφος θα πρέπει να επανελέγχεται για πρόσθετη ασβέστωση στη διετία εάν ο δείκτης ασβέστωσης είναι 1 τόνος το στρέμμα λόγω της δυσκολίας τέλειας ανάμειξης μεγαλύτερων ποσοτήτων με το έδαφος. Όταν απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες θα πρέπει να διασκορπιστεί και να αναστραφεί με όργωμα. Στη συνέχεια το υπόλοιπο μισό θα πρέπει να διασκορπιστεί και να ενσωματωθεί στο έδαφος.

Τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να διασκορπίζουν το ανθρακικό ασβέστιο ισότοπα στην επιφάνεια του εδάφους. Το ανθρακικό ασβέστιο ενσωματώνεται στο έδαφος καλύτερα με δισκόσβαρνα ή φρέζα πριν από την άροση. Εάν είναι δυνατόν το ανθρακικό ασβέστιο πρέπει να ενσωματωθεί στο έδαφος ένα χρόνο πριν, ιδιαίτερα για καλλιέργειες που απαιτούν μεγάλες ποσότητες ασβεστίου. Για μηδική ή άλλα χορτοδοτικά ψυχανθή η εφαρμογή θα πρέπει να γίνεται μετά την τελευταία κοπή και πριν το όργωμα. Καλύτερη εποχή για τη χρησιμοποίηση του ανθρακικού ασβεστίου είναι πολύ αργά το καλοκαίρι και από τα φθινοπωρινά οργώματα, γιατί αν γίνει την άνοιξη υπάρχει ο κίνδυνος να συμπιεστεί το έδαφος (Μισσοπολινός, 1991).

3.5.8 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ

Στη γεωργική πρακτική η επιλογή του κατάλληλου υλικού ασβέστωσης καθορίζεται από το κόστος του υλικού και τη δυνατότητα εξεύρεσής του σε κοντινές αποστάσεις. Οι μαρμαροβιμηχανίες μη έχοντας πηγές να διαθέτουν δημιουργούν γύρω από τα εργοστάσια εστίες εναπόθεσης της μαρμαρόσκονης και βρίσκονται σε διαρκείς προστριβές με την πολιτεία λόγω ρύπανσης του περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό τη διαθέτουν εντελώς δωρεάν συχνά δε τη φορτώνουν δωρεάν με δικά τους μηχανήματα στα οχήματα μεταφοράς.

Στις περιπτώσεις που έχουμε να διαλέξουμε ανάμεσα σε διάφορα υλικά τα οποία διατίθενται υπό τις ίδιες περίπου προϋποθέσεις, η επιλογή θα εξαρτηθεί από τον τύπο της ασβέστωσης, αν πρόκειται δηλαδή για ασβέστωση ανόρθωσης ή για ασβέστωση συντήρησης.

Στην πρώτη μορφή, γνωστή και με τον όρο βασική, η οποία αποσκοπεί στην ανόρθωση του pH ενός εδάφους στο επιθυμητό επίπεδο, επιλέγουμε υλικά ταχείας δράσης όπως CaO_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ενώ στη δεύτερη μορφή, η οποία εφαρμόζεται περιοδικά για να αναπληρώνει τις απώλειες του Ca, επιλέγουμε υλικά που ενεργούν βραδύτερα όπως το CaCO_3 (Μοσχούλας, 2002).

3.5.9 Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ

Τα υλικά ασβέστωσης έχουν διαφορετική ταχύτητα αντιδράσεως λόγω της διαφορετικής χημικής τους σύνθεσης, της σκληρότητας τους και του μεγέθους των τεμαχιδίων στα οποία είναι λειοτριβημένα. Το υλικό όσο λεπτότερο είναι τόσο ποιο μεγάλη δράση έχει. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη επιφάνεια του λεπτού κλάσματος του υλικού. Οι ασβεστόλιθοι θα πρέπει να λειοτριβηθούν ώστε όλο το υλικό να περάσει από κόσκινο 250μ. Για τη σύγκριση υλικών διαφορετικής κοκκομετρικής σύστασης και τιμής εξουδετέρωσης υπολογίζεται ένας νέος αριθμός που ονομάζεται ανθρακικό ασβέστιο. (Μισσοπολινός, 1991).

3.5.10 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΕΩΝ

Οι επιδράσεις των ασβεστούχων υλικών πάνω στα όξινα εδάφη είναι:

1) Η προσθήκη ασβεστίου μειώνει την ενεργότητα των ιόντων Αργιλίου και Μαγνησίου με το σχηματισμό αδιάλυτων υδροξειδίων με αποτέλεσμα να μειώνεται η τοξικότητα αργιλίου στα φυτά, η οποία ως γνωστό είναι πολύ έντονη σε $\text{pH} < 5$.

2) Εάν η άσβεστος είναι δολομιτική, προστίθεται στο έδαφος ασβέστιο και μαγνήσιο, θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στα όξινα εδάφη.

3) Προσθήκη ασβέστη σε όξινα εδάφη, προκαλεί εξουδετέρωση των δυσδιάλυτων ενώσεων που σχετίζουν το Al και ο Fe με τον P των προστιθέμενων λιπασμάτων, με αποτέλεσμα ο φώσφορος να καθίσταται περισσότερο διαθέσιμος στα φυτά.

4) Η ασβέστωση καθιστά το κάλιο πιο αποτελεσματικό στη θρέψη των φυτών. Όταν υπάρχει διαθέσιμο κάλιο τα φυτά προσλαμβάνουν περισσότερο από ότι χρειάζεται. Η ασβέστωση μειώνει την προσρόφηση αυτή του καλίου.

5) Αυξάνεται η διαθεσιμότητα του αζώτου, δημιουργώντας περισσότερο κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη μικροοργανισμών που προκαλούν αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

6) Αυξάνει τη διαθεσιμότητα του μολυβδαινίου (Mo)

7) Ασβέστωση εδαφών πάνω από $\text{pH} = 6,5$ μειώνει τη διαλυτότητα και προσρόφηση από τα φυτικά τοξικά βαρέων μετάλλων όπως Cd, Cu, Ni, Pb, Zn. Επίσης από εδάφη πλούσια σε ασβέστιο τα φυτά προσλαμβάνουν λιγότερο ραδιενεργό ^{90}Sr , διότι προτιμάται η προσρόφηση ασβεστίου.

8) Προκαλεί βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Με την ασβέστωση τα εδάφη καθίστανται πιο αφράτα. Αυτό βοηθά μεγαλύτερα ποσά ρίζας και άλλων φυτικών στελεχών να εισχωρούν στο έδαφος. Η χουμική ύλη που σχετίζεται από την αποσύνθεση των φυτικών αυτών καταλοίπων, αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Παράλληλα αποτελεί συνδετικό κρίκο για την κροκίδωση του εδάφους, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της δομής των λεπτόκοκκων εδαφών.

9) Ενεργοποιούνται οι μικροοργανισμοί του εδάφους καθώς επίσης τα βακτηρίδια που δεσμεύουν το άζωτο και παράγουν νιτρικά ιόντα.

10) Καθώς τα ασβεστωμένα εδάφη παράγουν μεγαλύτερες σοδιές, περισσότερη οργανική ουσία παραμένει πάνω και μέσα στο έδαφος, με αποτέλεσμα να αυξάνει η τροφή των σκουληκιών και συνεπώς ο αριθμός τους.

11) Η διατήρηση του ασβέστη σε υψηλά επίπεδα, εξασφαλίζει καλή ανάπτυξη των ψυχανθών και αν τέτοιου είδους καλλιέργειες παρεμβάλλονται μεταξύ των κυρίως καλλιεργειών, τότε οι ανάγκες για αζωτούχα λιπάσματα, μπορεί να ελαττωθούν (Μοσχούλας, 2002).

3.5.11 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΑΙΩΡΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΤΗΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥΣ

Τα αιωρήματα ασβέστωσης έχουν την ίδια συμπεριφορά στο έδαφος με αυτή των ξηρών υλικών ασβέστωσης.

Ο ασβεστόλιθος που χρησιμοποιείται για αιώρημα συνήθως είναι λεπτότερος από 250μ. Το αιώρημα γίνεται σε νερό ή σε υγρό λίπασμα σε συνδυασμό με ένα διαμεριστικό και άργιλο προκειμένου να παραμένει σε αιώρηση. Τα αιωρήματα περιέχουν συνήθως 50% ως 70% υλικό ασβέστωσης, 0,5 ως 5,0% άργιλο και μικρή ποσότητα διαμεριστικού. Το υπόλοιπο είναι υγρό λίπασμα ή νερό. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαλύματα αζωτούχων λιπασμάτων, όπως και διαλύματα αζωτοκαλιούχων λιπασμάτων. Λιπάσματα που περιέχουν φώσφορο θα πρέπει να αποφεύγονται. Υλικά ασβέστωσης που περιέχουν μεγάλες ποσότητες CaO δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με αζωτούχα διαλύματα λόγω απωλειών αζώτου.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΙΩΡΗΜΑΤΩΝ

- 1)** Πρέπει να εφαρμόζονται κάθε χρόνο.
- 2)** Το κόστος μακροπρόθεσμα μπορεί να είναι μεγάλο.
- 3)** Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με φωσφορικά λιπάσματα.
- 4)** Δεν μπορούμε να επιτύχουμε μεγάλη διαφοροποίηση με μικρές ποσότητες
- 5)** Δεν συνιστάται σύγχρονη εφαρμογή τους με ζιζανιοκτόνα.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΙΩΡΗΜΑΤΩΝ

- 1) Έχουν ταχύτερη αντίδραση με το έδαφος από ότι τα χονδρόκοκα υλικά.
- 2) Μπορούν να συνδυαστούν στο αυτό αιώρημα με διαλύματα λιπασμάτων N, K και S.
- 3) Δεν δημιουργούνται προβλήματα σκόνης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους.
- 4) Μπορεί να γίνει ομοιόμορφη κατανομή τους στο έδαφος (Μισοπολινός, 1991).

3.5.12 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η ασβέστωση του εδάφους έχει ως στόχο να βελτιώσει την απόδοση των καλλιεργειών. Πλεονεκτήματα της ασβέστωσης :

A) Με την ασβέστωση λόγω οξύτητας του PH μειώνεται το υδατοδιαλυτό αργίλιο και το μαγγάνιο του εδάφους σε επίπεδα τα οποία δεν είναι τοξικά για τις καλλιέργειες.

B) Η ασβέστωση αυξάνει τη διαθεσιμότητα του αζώτου, του φωσφόρου, του καλίου, του μαγνησίου, του ασβεστίου, του θείου, του βορίου και του μολυβδαινίου.

Γ) Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για ασβέστωση εμπλουτίζουν το εδαφικό διάλυμα με ασβέστιο, στοιχείο απαραίτητο για τα φυτά. Αυτά προέρχονται από δολομιτικούς ασβεστόλιθους εμπλουτίζουν τόσο το ασβέστιο με ασβέστιο και με μαγνήσιο.

Δ) Η ασβέστωση προωθεί τη μικροβιακή δραστηριότητα και έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη διαθεσιμότητα του αζώτου για τα φυτά και τη μικρότερη απώλεια αζώτου υπό μορφή αέριων από το έδαφος.

Ε) Βοηθά στη δημιουργία καλύτερης δομής του εδάφους και στην καλύτερη κατεργασία λόγω της αυξημένης μικροβιακής δραστηριότητας με την αύξηση εν μέρει των φυτικών υπολειμμάτων λόγω της αυξημένης φυτικής μάζας και εν μέρει λόγω των χημικών αποτελεσμάτων με την μείωση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου και την αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου.

Στ) Η ασβέστωση βοηθά στο να μη πλαγιάζουν τα ψυχανθή, ιδιαίτερα η μηδική λόγω της μεγάλης ανάγκης τους σε ασβέστιο. Επίσης αυξάνει τη δέσμευση του αζώτου από τα φυτά αυτά (Μισοπολινός, 1991) (Μοσχούλας, 2002).

3.6 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΟΞΙΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Δεν θα μπορούσαμε να παραβλέψουμε το γεγονός ότι υπάρχουν φυτά που όχι μόνο παρουσιάζουν ανθεκτικότητα, αλλά επιθυμούν όξινες συνθήκες για την ανάπτυξή τους. Οι περιπτώσεις αυτές, αφορούν κυρίως τις υδροπονικές καλλιέργειες, όπου τα φυτά αναπτύσσονται κανονικά σε θρεπτικά διαλύματα με $\text{PH} = 4$ αλλά και φυτά τα οποία εξελίχτηκαν σε όξινο έδαφος, που παρουσίαζε έλλειψη ασβεστίου, αναπτύσσοντας την ικανότητα να μην το έχουν ανάγκη. Ανέπτυξαν δηλαδή μια προσαρμοστικότητα στις υπάρχουσες συνθήκες. Επίσης υπάρχουν φυτικά κυρίως καλλωπιστικά, στα οποία προστίθενται όξινα υλικά, όξινα τύρφη, πριονίδια και όξινα αντιδραστήρια όπως S , H_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ και $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ αφού επιθυμούν υψηλή οξύτητα για την ανάπτυξή τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15: *Ενδεικτική κατάταξη των φυτών σε σχέση με την ανθεκτικότητά τους στην εδαφική οξύτητα.*

A) Φυτά μη ανθεκτικά στην οξύτητα:

1. Μηδική
2. Ερυθρό τριφύλλι
3. Ζαχαρότευτλα
4. Κουκιά
5. Κοκκινογούλια
6. Σπαράγγι
7. Λάχανα
8. Κουνουπίδι
9. Σπανάκι

B) Φυτά μέτρια ανθεκτικά

1. Βίκος
2. Βαμβάκι
3. Κριθάρι

4. Σόγια
5. Σιτάρι
6. Πεπόνι

Γ) Φυτά ανθεκτικά

1. Λούπινα
2. Βρώμη
3. Καλαμπόκι
4. Σίκαλη
5. Πολύγωνο
6. Σόργο
7. Καπνός
8. Ροδακινιά

Δ) Φυτά πολύ ανθεκτικά

1. Καλλωπιστικά
2. Βατόμουρα
3. Φράουλα
4. Καρπούζι

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: Κατώτατα όρια και τις βέλτιστες περιοχές τιμών pH για διάφορα είδη φυτών.

<i>ΕΙΔΟΣ ΦΥΤΟΥ</i>	<i>ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ PH</i>	<i>ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ PH</i>
Αγγουράκι	5,6	5,2-7,2
Άμπελος	5,5	6,2-8,0
Αμυγδαλιά	5,5	6,1-8,1
Αντίδια	5,6	5,8-7,4
Αραβόσιπος	5,2	5,4-6,8
Αχλαδιά	5,4	5,6-7,5

Βάμβαξ	4,5	6,5-8,2
Γεώμηλα	4,8	5,0-6,5
Γογγύλια	5,2	5,4-6,8
Κερασιά	5,5	6,0-8,0
Καπνός	4,8	5,8-6,2
Καρότα	5,6	5,8-7,0
Καρπούζια	4,5	4,6-6,0
Κολοκύθια	5,4	5,7-7,0
Κριθάρι	5,0	5,2-6,8
Κρεμμύδια	6,0	6,2-7,4
Κουνουπίδι	5,8	6,0-7,2
Λάχανο	5,6	5,8-7,2
Λεμονιά	5,5	5,8-7,2
Λεύκη	2,8	6,0-8,2
Μαρούλια	6,2	6,4-7,6
Μελιτζάνες	5,2	6,2-7,8
Μηδική	6,2	6,0-7,5
Μηλιά	5,2	6,0-7,5
Μπιζέλια	5,6	6,5-8,2
Όρυζα	5,0	5,8-7,8
Πεπόνια	5,6	6,0-7,0
Πορτοκάλια	5,5	5,5-8,0
Πιπεριές	5,2	6,2-7,4
Ρεπάνια	6,0	6,0-7,5
Ροδακινιά	5,0	6,2-7,2
Σέλινο	6,0	6,2-7,4
Σίτος	5,2	5,2-7,0
Σπανάκι	6,2	6,5-7,6
Σπαράγγι	6,2	6,5-8,0

Τομάτες	4,0	5,5-7,5
Φασόλια	5,6	6,5-7,5
Φράουλα	4,8	7,0-8,0
Κτην. Τριφύλλι	6,0	6,2-7,6
Ζαχαρότευτλα	3,5	6,2-7,2
Τεύτλα	4,0	7,0-8,0

(Μοσχούλας, 2002).

3.7 ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1) ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Είναι δυνατόν να υπάρξει έλλειψη μαγνησίου σε αμμοπηλώδη, πηλώδη και σε αμμώδη στρώση άροσης με υπέδαφος αμμώδες ή με χονδρότερα υλικά και σε παρόμοια με τα προηγούμενα εδάφη τα οποία έχουν ασβεστωθεί με μη δολομητικό ασβεστόλιθο ή μάργα. Τα φυτά που αντιδρούν στην έλλειψη μαγνησίου είναι τα λάχανα, το σέλινο, η ντομάτα, η πατάτα, το σπάρρι, το κριθάρι και η σίκαλη.

Τα εδαφικά κριτήρια ενδεικτικά είναι : α) εάν το εναλλακτικό μαγνήσιο είναι λιγότερο από 8,5Kg το στρέμμα ή β) εάν το ποσοστό του εναλλακτικού καλίου υπερβαίνει αυτό του μαγνησίου ή γ) εάν το ποσοστό του εναλλακτικού μαγνησίου είναι μεγαλύτερο από 3% των συνολικών βάσεων. Όταν υπάρχουν ελλείψεις μαγνησίου θα πρέπει να διασπείρονται τουλάχιστον 120Kg το στρέμμα δολομιτικού ασβεστόλιθου (Μοσχούλας, 2002).

2) ΑΖΩΤΟ

Όσον αφορά το άζωτο έχει ήδη ειπωθεί ότι η υψηλή οξύτητα του εδάφους, δεν βοηθά την ενεργοποίηση των βακτηρίων και των μικροοργανισμών να απορροφήσουν και να μετατρέψουν το N σε αφομοιώσιμη για τα φυτά μορφή.

Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό πολλών οργανικών ενώσεων του φυτικού κυττάρου, όπως πρωτεΐνες, νουκλεϊνικών οξέων, χλωροφύλλης, αμινοξέων, αλκαλοειδών, μερικών ορμονών και συμμετέχει στην πρωτεϊνοσύνθεση και στη δομή της χλωροφύλλης.

Εύλογα είναι ότι έλλειψή του, προκαλεί σοβαρά προβλήματα, όπως χλωρώσεις, στα ηλικιωμένα κυρίως φύλλα, τα οποία κιτρινίζουν και πέφτουν καθώς επίσης και αναστολή της αύξησης των μερών του φυτού και κυρίως των πλευρικών κλάδων διότι αδρανοποιούνται οι πλευρικοί οφθαλμοί (Μοσχούλας,2002).

3) ΚΑΛΙΟ

Η επίδραση της υψηλής οξύτητας του εδάφους στην παρουσία ιόντων K^+ είναι ανάλογη με αυτές των Ca^{+2} και Mg^{+2} . Το K^+ είναι απαραίτητο στοιχείο για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Ως προς την φυσιολογία του φυτού αποτελεί ένα από τα πιο βασικά κατιόντα, αφού περιέχεται σε μεγάλα σχετικά ποσοστά στους φυτικούς ιστούς, συμμετέχοντας ενεργά σε όλες τις φυσιολογικές και βιοχημικές του λειτουργίες. Έλλειψη K^+ προκαλεί μείωση της σπαργής, του κυτταρικού μεγέθους και των επιφανειών των φύλλων των φυτών. Στην προσθήκη ιόντων K^+ θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή αφού τυχόν περίσσεια αυτών, προκαλεί δυσμενή επίδραση στην απορρόφηση ιόντων Mg^{++} (Μοσχούλας 2002).

4) ΒΟΡΙΟ

Παρόλο που τα φυτά χρειάζονται Β για την κανονική τους ανάπτυξη, οι ποσότητες αυτές πρέπει να είναι πολύ μικρές, επειδή η άριστη συγκέντρωση για την ανάπτυξη πλησιάζει πάρα πολύ τα τοξικά επίπεδα για αρκετά φυτά.

Σε όξινες συνθήκες η διαλυτή μορφή των ελάχιστων αλλά απαραίτητων ποσοτήτων βορίου που υπάρχει στο έδαφος υφίσταται έκπλυση με αποτέλεσμα, την τροφοπενία αυτού του στοιχείου και κατ' επέκταση τις δυσμενείς επιδράσεις επί των φυτών όπως, αναστολή της επιμήκυνσης της ρίζας, του βλαστού αλλά και της ανθοφορίας (Μοσχούλας,2002).

5) ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ο φώσφορος είναι ένα στοιχείο που βρίσκεται σε πολλές οργανικές φυτικές ενώσεις όπως στους υδατάνθρακες, στα νουκλεϊνικά οξέα, στα φωσφολιπίδια.

Καθιστά τα σάκχαρα πιο ενεργά ενώ οι φωσφορικοί δεσμοί που υφίστανται στα νουκλεοτίδια, διαδραματίζουν βασικό ρόλο, αφού μετέχουν στην μεταφορά ενέργειας με τη φωσφορυλίωση. Ο φώσφορος παίζει σπουδαίο ρόλο στον ενεργειακό μεταβολισμό και κατά συνέπεια έλλειψη φωσφόρου, η οποία πραγματοποιείται σε όξινες συνθήκες, επηρεάζει όλα τα στάδια του φυτικού μεταβολισμού και της ανάπτυξης (Μοσχούλας,2002).

6) ΔΟΛΟΜΙΤΙΚΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ

Ο δολομιτικός ασβεστόλιθος περιέχει σημαντικές ποσότητες ανθρακικού μαγνησίου. Μπορεί να εφαρμοσθεί και σε περιπτώσεις μη ελλείψεως μαγνησίου γιατί δεν έχει αρνητικά αποτελέσματα.

Η συγκέντρωση του Μαγνησίου εκφράζεται ως ποσοστό ανθρακικού μαγνησίου στις αναλύσεις δολομιτικών υλικών, αλλά στις συστάσεις λίπανσης και αναλύσεις εδαφών ως στοιχείο μαγνησίου. Για τη μετατροπή σε Mg πολλαπλασιάζεται το ποσοστό Mg CO₃ επί 2,29 (Μισοπολινός, 1991).

7) ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ

Οι περισσότεροι ασβεστόλιθοι περιέχουν συνήθως μαγνήσιο σε ποσοστό μικρότερο από 5% (Μισοπολινός, 1991).

8) ΜΑΡΓΕΣ Ή ΣΒΗΣΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ

Οι μάργες και ο σβησμένος ασβέστης αποτελούν ικανοποιητικά υλικά ασβέστωσης και περιέχουν και ένα ποσοστό μαγνησίου το οποίο όμως δεν υπερβαίνουν το 3,5%. Οι της μάργας ποικίλουν ανάλογα με την περιεκτικότητα της σε ανθρακικό ασβέστιο. (Μισοπολινός, 1991).

9) ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Από τις απώλειες του ασβεστίου λόγω διαλυτοποίησης και απομάκρυνσης του με βαθιά διήθηση, τις ανάγκες των φυτών και την εξουδετέρωσή του από λιπάσματα είναι δυνατόν να υπολογίσουμε την χρονική διάρκεια της ασβέστωσης που θα εφαρμόσουμε. Έτσι απώλειες της τάξεως των 50 ως 300Kg ασβεστίου ανά έτος το στρέμμα είναι φυσιολογικό να αναμένονται στα εδάφη. Σε προγράμματα εντατικής λίπανσης οι απώλειες μπορεί να είναι και μεγαλύτερες και η πτώση του PH μεγάλη. Ασβεστωμένα χωράφια θα πρέπει να ελέγχονται ανά 3-4 χρόνια (Μοσχούλας, 2002).

3.8 ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Από παλιά ήταν γνωστό στην πράξη η προσθήκη ασβεστίου σε ορισμένα εδάφη που αποβαίνουν επωφελής για πολλές καλλιέργειες. Η προσθήκη του ασβεστίου αποκτήθηκε κυρίως από περιοχές με υψηλή βροχόπτωση και συνήθως από εύκρατα ή ψυχρά κλίματα, στα οποία τα εδάφη αυτά υπόκεινται σε έντονη έκπλυση των βάσεων εκ των οποίων καθίστανται ισχυρώς όξινα.

Η συνύπαρξη στο έδαφος του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και μαγνησίου και όξινων αντιδράσεων δεν είναι δυνατή. Απεναντίας στα εδάφη που είναι αναπτυσσόμενα επί σκληρών ασβεστόλιθων και τα οποία εντός της μάζας του χαλαρού υλικού που περιέχουν τεμάχια ασβεστόλιθου, είναι δυνατόν να επηρεάζουν το εδαφικό υλικό το οποίο το περιβάλλει μόνο στη ζώνη επαφής με αυτό. Οι αντιδράσεις του συνόλου της μάζας του εδαφικού υλικού είναι δυνατόν να είναι λίαν ισχυρώς όξινα. Σε πολλά ορεινά εδάφη της χώρας μας με σκληρούς ασβεστόλιθους αποτελούνται από συμπαγές ορεινούς όγκους τα εδάφη.

Γενικώς η παρουσία ελεύθερου CaCO_3 στο έδαφος και ανεξαρτήτως του ποσοστού που περιέχεται, σημαίνει ότι οι αντιδράσεις του εδάφους είναι ελαφρώς αλκαλικές και συνεπώς δεν υφίσταται πρόβλημα οξύτητας.

Η οξύτητα του εδάφους μπορεί να διορθωθεί με την προσθήκη ασβεστίου. Επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί επαρκώς λειοτριβημένος ασβεστόλιθος ή ακόμα και σβησμένος άσβεστος (Μοσχούλας, 2002).

3.9 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥΣ

1) Στη Δυτική Ελλάδα λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων, των υπερβολικών αρδεύσεων, της μονοκαλλιέργειας και της υπερβολικής χρήσης αμμωνιακών λιπασμάτων έχουμε σχηματισμό όξινων εδαφών. Τα προβλήματα που παρατηρούνται στα καλλιεργούμενα φυτά είναι τοξικότητες αργιλίου και μαγνησίου αλλά και τροφωπενίες μαγνησίου και ασβεστίου. Η βελτίωση των εδαφικών ιδιοτήτων με σκοπό τη μείωση των προβλημάτων που εμφανίζονται στα καλλιεργούμενα φυτά και τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων επιτυγχάνεται με την ασβέστωση. Η προσθήκη ουσιών στο έδαφος που περιέχουν ασβέστιο ή ασβέστιο και μαγνήσιο σε ποσότητες ικανές να μειώσουν την οξύτητά του καλείται ασβέστωση και τα υλικά που προστίθενται άσβεστος.

2) Τα όξινα εδάφη καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις σε όλη την Βόρεια Ελλάδα. Η οξύτητα του εδάφους επηρεάζει άμεσα τη χημική κατάσταση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η τοξικότητα του Al αλλά και του Mn και η ανεπάρκεια θρεπτικών στοιχείων στα όξινα εδάφη περιορίζουν την ανάπτυξη των εδαφών. Η βελτίωση της τοξικότητας του εδάφους με την προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου

αποτελεί κλασική προσέγγιση του προβλήματος. Αυξάνοντας το ΡΗ με την ασβέστωση βελτιώνονται στο έδαφος οι συνθήκες ανάπτυξης και αύξησης των φυτών. Κάτω από ορισμένες συνθήκες η ασβέστωση μπορεί να προκαλέσει και τη δέσμευση θρεπτικών στοιχείων και κατά συνέπεια τη μείωση της παραγωγής .

3) Η διόρθωση της οξύτητας με υλικά ασβέστωσης που περιέχουν μόνο Ca όπως στην προκειμένη περίπτωση η χρήση ασθεστολίθου προκαλεί υψηλή συγκέντρωση Ca στο έδαφος η οποία μπορεί να δράσει ανταγωνιστικά στην πρόσληψη άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως N, K, Mg κ.λ.π. με συνέπεια τη μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών(*Κατακουζηνός, 1964*).

3.10 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΑΥΤΕΣ.

3.10.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ Cu , Mn ΣΕ ΦΥΤΕΙΕΣ ΛΕΥΚΗΣ , ΑΚΑΚΙΑΣ , ΚΑΡΥΔΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ

Η τοξικότητα των Cu και Mn προκαλεί σε φυτείες ψευδακακίας, καρυδιάς, ευκαλύπτου και λεύκης αμέσως μετά τη φύτευσή τους χλώρωση σε νεαρή ηλικία, φύλλα που με την πάροδο του χρόνου εξελίχθηκαν σε νεκρωτικές κηλίδες. Παράλληλα παρατηρήθηκε μικρή συστροφή των φύλλων, μικρά μεσογονάτια διαστήματα, θυσανόμορφη ανάπτυξη και μικροφυλλία και τελικά παρατηρήθηκε ξήρανση ολόκληρων κλαδιών και σε ορισμένες περιπτώσεις ολόκληρων φυτών.

Η τοξικότητα αντιμετωπίσθηκε με ασβέστωση εδάφους η οποία έγινε το έτος 1999. Η ασβέστωση επαναλήφθηκε και το 2000. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την ασβέστωση, έδειξε ότι τα επίπεδα των συγκεντρώσεων του εκχυλισμού με DTPA ελαττώθηκαν από 776,5%ως 336,8% και για το Mn και από 304,8% ως 2349,49%. Από τις αναλύσεις των φυτικών ιστών μετά την ασβέστωση του εδάφους προέκυψε ότι τα φυτά που παρουσιάζουν συμπτώματα τοξικότητας Cu, Mn δεν είχαν απαραίτητα και μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στα φύλλα τους. Τέλος όλα τα

ιχνοστοιχεία με εξαίρεση Fe παρουσιάζουν μείωση των συγκεντρώσεών τους στα φύλλα των φυτικών ειδών μετά από την ασβέστωση. Ο Fe αντίθετα παρουσίασε αύξηση λόγω πιθανότητας της μείωσης του ανταγωνισμού μεταξύ αυτού και των Cu , Mn στην πρόσληψη του από τα φυτά (Κατσαλήρου, 1998).

3.10.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΟΞΙΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΙΛΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΙΤΟΥ

Η οξύτητα δημιουργείται στα εδάφη λόγω των διαδικασιών της εδαφογένεσης και λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Όταν η οξύτητα υπερβεί ορισμένα όρια, τα οποία σχετίζονται με το είδος του φυτού η απόδοση των φυτών μειώνεται.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού με βάση την παραπάνω μελέτη μπορεί να γίνει με την προσθήκη υποπροϊόντων που περιέχουν ασβέστιο, όπως υπολείμματα από εργοστάσια παραγωγής υδρασβέστων.

Με τα υλικά αυτά διαπιστώθηκε ότι μπορούν να μειώσουν την οξύτητα των όξινων εδαφών ή να αυξήσουν την αλκαλικότητα.

Οι παραγωγοί παρά το γεγονός ότι διαπίστωσαν την βελτίωση στην απόδοση της καλλιέργειας με την χρησιμοποίηση υποπροϊόντων είναι επιφυλακτικοί στη χρησιμοποίησή τους για το λόγω του απαιτούμενου κόστους (Βακάλης, 2002).

3.10.3 ΕΔΑΦΟΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΣΕ ΑΣΒΕΣΤΟ, ΟΞΙΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων, των υπερβολικών αρδεύσεων, της μονοκαλλιέργειας και της υπερβολικής χρήσης αμμωνιακών λιπασμάτων, ειδικά στις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας έχουμε σχηματισμό όξινων εδαφών. Τα προβληματικά εδάφη που παρατηρούνται στα καλλιεργούμενα φυτά είναι τοξικότητες αργιλίου και

μαγγανίου αλλά και τροφοπενίες μαγνησίου και ασβεστίου. Η βελτίωση του προβλήματος αυτού επιτυγχάνεται με την ασβέστωση. Το ποσό της ασβέστου που απαιτείται για να αυξηθεί το ΡΗ ενός εδάφους σε μια δεδομένη τιμή ή το ποσό της ασβέστου που απαιτείται για να απομακρυνθούν ή να μειωθούν οι περιοριστικοί παράγοντες ανάπτυξης των φυτών καλείται απαιτούμενο ποσό ασβέστου. Το απαιτούμενο ποσό ασβέστωσης ποικίλλει όχι μόνο μεταξύ των εδαφών και των φυτών αλλά και μεταξύ των ποικιλιών και εξαρτάται από τη μεταβολή του ΡΗ που επιδιώκεται και τη ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους. Επομένως το ανταλλάξιμο αργίλιο, ή ανταλλάξιμη οξύτητα, η οργανική ουσία και η περιεκτικότητα σε άργιλο των εδαφών σαν παράγοντες που επηρεάζουν τη ρυθμιστική ικανότητα ενός εδάφους θα καθορίζουν και το απαιτούμενο ποσό ασβέστωσης. και είναι δυνατόν με συναρτήσεις που περιλαμβάνουν τους παράγοντες αυτούς να υπολογίσουμε το απαιτούμενο ποσό ασβέστωσης (Κατσαλήρου,1998).

3.10.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΕ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ ΠΟΥ ΑΣΒΕΣΤΩΘΗΚΑΝ

Η οξύτητα του εδάφους επηρεάζει άμεσα τη χημική κατάσταση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η τοξικότητα του ΑΙ αλλά και του Μn και η ανεπάρκεια θρεπτικών στοιχείων στα όξινα εδάφη περιορίζουν την ανάπτυξη των φυτών. Η βελτίωση της οξύτητας του εδάφους γίνεται με την ασβέστωση. Αυξάνοντας το ΡΗ με την ασβέστωση βελτιώνονται στο έδαφος οι συνθήκες ανάπτυξης και αύξησης των φυτών. Ωστόσο όμως κάτω από ορισμένες συνθήκες η ασβέστωση μπορεί να προκαλέσει και τη δέσμευση θρεπτικών στοιχείων και κατά συνέπεια τη μείωση της παραγωγής. Εάν η ασβέστωση περιέχει μόνο Ca όπως στην προκειμένη περίπτωση η χρήση ασβεστοίλυος προκαλεί υψηλή συγκέντρωση Ca στο έδαφος, η οποία μπορεί να δράσει ανταγωνιστικά στην πρόσληψη άλλων θρεπτικών στοιχείων, όπως Ν, Κ, Mg κλπ. Με συνέπεια τη μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών (Τσακελίδου,2006).

3.11 Μέθοδοι βελτίωσης όξινων εδαφών

Οι δυσμενείς επιπτώσεις του όξινου περιβάλλοντος πάνω στις εδαφικές ιδιότητες και κατ' επέκταση στις αποδόσεις των καλλιεργούμενων φυτών, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη βελτίωσης αυτών των συνθηκών.

Η πρακτική βελτίωση μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας σε ένα συγκεκριμένο έδαφος, που γίνεται με την προσθήκη ουσιών που περιέχουν ασβέστιο ή ασβέστιο και μαγνήσιο, στον κατάλληλο χρόνο και σε τέτοιες ποσότητες, που να ενδείκνυται για την μείωση της οξύτητας του εδάφους, στις επιθυμητές, για την καλλιέργεια τιμές σε συνδυασμό με το βέλτιστο οικονομικό αποτέλεσμα, που καλείται ασβέστωση και τα υλικά που προστίθενται άσβεστος (Παπαδόπουλος, 1995).

Η εξουδετέρωση της οξύτητας ενός εδάφους προϋποθέτει τη γνώση και τη μέτρηση της οξύτητας αυτής με διάφορες μεθόδους .

Οι ποιο συνηθισμένες μεθόδους είναι :

A) Ογκομέτρηση του εδάφους με μια βάση ή εξισορρόπηση με CaCO_3 . Η μέθοδος της Ογκομέτρηση θεωρείται απλούστερη από τις άλλες μεθόδους.

B) Έκπλυση του εδάφους με ρυθμιστικό διάλυμα και στη συνέχεια ανάλυση του διηθήματος για τον προσδιορισμό του ποσού της βάσης που έχει αντιδράσει με το έδαφος.

Γ) Αφαίρεση του συνόλου των εναλλακτικών βάσεων (Ca, Mg, Na, k) από την CEC.

Η μέθοδος της Ογκομέτρησης θεωρείται απλούστερη από τις άλλες δύο και δεδομένου ότι και οι τρεις δίνουν παραπλήσια αποτελέσματα κρίνεται σκόπιμη η ανάπτυξη μόνο της μεθόδου αυτής.

Σε αιώρημα γνωστής ποσότητας εδάφους προστίθεται σταδιακά μικρές ποσότητες $\text{Ca}(\text{OH})_2$ με σύγχρονη μέτρηση του pH του αιωρήματος. Η διαδικασία είναι δυνατόν να συνεχιστεί μέχρι το $\text{pH} = 8,5$ που θεωρείται ως σημείο κορεσμού του εδάφους με ιόντα ασβεστίου. Βεβαίως είναι δυνατόν η Ογκομέτρηση να διακοπεί και σε χαμηλότερο pH ανάλογα με το επιθυμητό pH του εδάφους (Μισοπολινός, 1991).

3.12 ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΠΑΙΖΟΥΝ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΟ ΡΟΛΟ ΓΙΑ ΝΑ ΞΑΝΑΓΙΝΕΙ ΕΝΑ ΕΔΑΦΟΣ ΟΞΙΝΟ ΜΕΤΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ.

Το χρονικό διάστημα που περνά από τη στιγμή της βελτίωσης μέχρι το έδαφος να ξαναγίνει εκ νέου όξινο εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

3.12.1) Κλιματολογικές συνθήκες (όσο μεγαλύτερη είναι η βροχόπτωση τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων και συχνής χρήσης ασβέστη).

3.12.2) Μηχανική σύσταση, δομή, κλίση επιφάνειας, υδατοχωρητικότητα, ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους. Για παράδειγμα τα αμμώδη εδάφη χρειάζονται συχνότερα και σε μικρές ποσότητες ασβέστη σε σχέση με τα βαριά εδάφη.

3.12.3) Σύστημα καλλιέργειας. Όσο πιο εντατική είναι η καλλιέργεια του εδάφους και όσο πιο πολλά λιπάσματα χρησιμοποιούνται τόσο πιο συχνά θα πρέπει να ασβεστώνεται το έδαφος. Η συντήρηση του εδάφους απαιτεί χρήση ασβέστη κάθε τέσσερα περίπου χρόνια. Για να εντοπίζεται ακριβώς ο χρόνος θα πρέπει να γίνεται συχνός προσδιορισμός του ΡΗ του εδάφους.

3.12.4) Η σωστή εποχή. Η καλύτερη εποχή για μια επιτυχημένη ασβέστωση στη χώρα μας είναι πολύ αργά το Καλοκαίρι και το Φθινόπωρο. Γιατί οι βροχοπτώσεις του Χειμώνα που ακολουθούν βοηθούν και προάγουν την οξύτητα (Μοσχούλας, 2002).

3.13 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΕΥΔΟΚΙΜΟΥΝ ΣΕ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ

tamarix_pentadra_rubra



azalea_japonica



abelia



pittosporum_tobira



3.14 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Στα όξινα εδάφη η τιμή του pH ξεκινάει από 4 και μπορεί να φτάσει έως και 7. Αυτό σημαίνει την μη καλή ανάπτυξη των περισσότερων από τα καλλιεργούμενα φυτά και στη μείωση της παραγωγής σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

2) Οι κλιματολογικοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στην οξύτητα των εδαφών.

3) Το ασβέστιο χρησιμοποιείται για την ασβέστωση των όξινων εδαφών. Η ασβέστωση έχει μεγάλη σημασία γιατί βοηθάει στην βελτίωση αυτών των εδαφών. Η τιμή του pH μας δίνει την πληροφορία εάν πρέπει να γίνει η ασβέστωση ή όχι.

4) Για να έχουμε σίγουρα αποτελέσματα στη χρησιμοποίηση των υλικών ασβέστωσης για την βελτίωση των όξινων εδαφών πρέπει να ακολουθούμε πιστά κάποιους βασικούς κανόνες.

5) Η ασβέστωση πρέπει να γίνεται την κατάλληλη στιγμή και την κατάλληλη εποχή. Επίσης σημαντικό είναι και η επιλογή του κατάλληλου υλικού ασβέστωσης.

6) Παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στα όξινα εδάφη είναι:

α) Οι κλιματολογικές συνθήκες

β) Η μηχανική σύσταση

γ) Τα συστήματα καλλιέργειας

δ) Η σωστή εποχή.

7) Επίσης πρέπει να καταλάβουμε πόσο απαραίτητη είναι η βελτίωση αυτών των εδαφών και πως μόνο μετά από καλή μελέτη, σύνεση και προσεκτικούς χειρισμούς είναι επιτυχής η πραγματοποίηση της βελτίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

4. ΓΕΝΙΚΑ

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη θρέψη των φυτών. Βρίσκεται άφθονο στα περισσότερα ελληνικά εδάφη και η περιεκτικότητά του εδάφους σε ολικό ασβέστιο μπορεί να κυμαίνεται από 0,1% σε αμμώδη εδάφη, έως 30% ή και πολύ περισσότερο στα ασβεστούχα (Τσίτσια, 1997).

4.1 ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το ασβέστιο του εδάφους προέρχεται από τα ασβεστούχα ορυκτά όπως ο ασβεστίτης, ο δολομίτης, ο απατίτης κ.α.

Με την αποσάθρωση των ορυκτών αυτών, το ασβέστιο ελευθερώνεται ως διαλυτή μορφή, οπότε είτε προσροφάται από τα κolloειδή του εδάφους, είτε καταβυθίζεται πάλι ως δευτερογενές CaCO_3 ή CaSO_4 κυρίως όταν έχουμε ξηρό κλίμα.

Το ασβέστιο είναι το μοναδικό ιόν, που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία από όλα τα ανταλλάξιμα κατιόντα του εδαφικού συμπλόκου. Έτσι ο κορεσμός του συμπλόκου σε ένα υγιές έδαφος είναι περίπου 80%.

Γενικά εδάφη που το pH τους κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 8,4 και που δεν έχουν πολύ μικρή εναλλακτική ικανότητα, περιέχουν αξιόλογα ποσά ανταλλάξιμου Ca^{**} στο εδαφικό διάλυμα, ακόμα και ελεύθερο CaCO_3 που σχηματίστηκε, σύμφωνα με το παραπάνω, δευτερογενώς στις ξηρές κυρίως περιοχές.

Εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε ελεύθερο CaCO_3 δεν αποτελούν καλό υπόστρωμα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών (Τσίτσια, 1997).

4.2 ΠΟΙΑ ΕΔΑΦΗ ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ

Ασβεστούχα εδάφη θεωρούνται τα εδάφη που περιέχουν CaCO_3 σε ποσοστό μεγαλύτερο από 10%. Η μεγάλη περιεκτικότητα σε CaCO_3 επηρεάζει καθοριστικά τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των φυτών αυτών, όπως τις σχέσεις εδάφους νερού και τη δυνατότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων. Περιεκτικότητα μικρότερη από 10% συνήθως δεν επηρεάζουν αρνητικά τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν να ενταχθούν στην κατηγορία των προβληματικών εδαφών.

Η κατηγορία αυτή αποτελεί ένα μεγάλο τμήμα περιοχών με χαμηλή βροχόπτωση και μεγάλη εξατμισοδιαπνοή. Οι παράγοντες αυτοί σε συνάρτηση με το μητρικό υλικό δημιουργούν την κατανομή των ασβεστούχων εδαφών.

Τα ασβεστούχα εδάφη διακρίνονται σε δυο κατηγορίες :

A) στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται τα εδάφη τα οποία δεν έχουν αναπτυγμένη κατανομή, όπως π.χ. σκελετικά ή προσχλωσιγενή εδάφη και κατανομή του CaCO_3 δεν παρουσιάζει χαρακτηριστικά σχηματισμού *clasic* ορίζοντα.

B) στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται τα εδάφη με λιγότερο ή περισσότερο αναπτυγμένη κατανομή και ύπαρξη *calcic* ορίζοντα. Ο ορίζοντας *calcic* βρίσκεται συνήθως στο μέσο της κατανομής, στον *Bca* ορίζοντα, όπου το CaCO_3 λόγω της συγκέντρωσής του, είναι εν μέρει ορατό. Στον ορίζοντα *A* το CaCO_3 βρίσκεται σε μικρότερες ποσότητες ή λείπει τελείως, ενώ στον *C* ορίζοντα το ποσοστό του CaCO_3 ακολουθεί το ποσοστό του μητρικού υλικού ή λείπει τελείως αν το μητρικό υλικό δεν είναι ασβεστούχο.

Ο *Bca* ορίζοντας είναι αυτός που έχει τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα στη μελέτη των ασβεστούχων εδαφών.

Διακρίνονται ανάλογα με τη μορφολογία του τρεις κυρίως τύποι εδαφοκατανομής:

A) ασβεστούχα εδάφη με μικρή διαφοροποίηση. Το πάχος του *Bca* ορίζοντα είναι 20-25εκ. και η ανάπτυξή του μικρή. Η περιεκτικότητα σε CaCO_3 είναι μόλις 10% μεγαλύτερη από του *A* και *C* ορίζοντα.

B) Ασβεστούχα εδάφη με μέση διαφοροποίηση. Η συγκέντρωση του CaCO_3 είναι μεγαλύτερη και ο ορίζοντας *Bca* μπορεί να είναι σκληρός ή μαλακός και τα όριά του είναι

ασαφή. Το CaCO_3 είναι μέχρι 60% περισσότερο από του Α και C ορίζοντα και το πάχος του κυμαίνεται από 20 έως 100εκ.

Γ) Ασβεστούχα εδάφη με ισχυρή διαφοροποίηση. Ο Βca ορίζοντας σε ένα τμήμα του είναι πολύ σκληρός και ονομάζεται *retrocalcic*. Το CaCO_3 υπερβαίνει το 60% των Α και C (Μισσοπολινός, 1991).

4.3 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Οι φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες των εδαφών αυτών έχουν ως συνέπεια την εμφάνιση ορισμένων προβλημάτων σχετικών με την καλλιέργεια και την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

Τα προβλήματα αυτά είναι:

A) Σχηματισμός κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους.

B) Δημιουργία σκληρού στρώματος στο υπέδαφος.

Γ) Μικρή διαθεσιμότητα του φωσφόρου.

Δ) Προβλήματα σχετικά με την διαθεσιμότητα του Mg και K λόγω της ύπαρξης μεγάλων ποσοτήτων ασβεστίου στο έδαφος.

Ε) Μικρή διαθεσιμότητα ιχνοστοιχείων.

ΣΤ) Προβλήματα σχετικά με τη διαθέσιμη υγρασία των εδαφών αυτών, δεδομένου ότι τα εδάφη αυτά έχουν μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας.

Η μικρή διαθεσιμότητα της υγρασίας στα ασβεστούχα εδάφη οφείλεται στο σχηματισμό σταθερών συσσωματωμάτων και την κανονική κατανομή των μικρών και μεγάλων πόρων στο έδαφος. Ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 15% στο έδαφος δημιουργεί μεγαλοπορώδες, ενώ αύξηση του CaCO_3 στο 25%, με την καθίζηση του CaCO_3 μέσα στους μεγάλους πόρους, δημιουργεί μικροπορώδες. Όταν το ποσοστό του CaCO_3 υπερβαίνει το 25% τότε το μέγεθος των πόρων σχετίζεται με το μέγεθος των τεμαχιδίων του CaCO_3 και όσο μεγαλύτερα τα τεμαχίδια, τόσο μεγαλύτεροι και οι πόροι.

Μεταξύ των ασβεστούχων εδαφών συμπεριλαμβάνονται και τα ασβεστούχα εδάφη που περιέχουν μεγάλο ποσοστό οργανικής ουσίας, όπως είναι ορισμένα εδάφη παλαιών πυθμένων λιμνών οι οποίες έχουν αποστραγγιστεί. Τα προβλήματα στα εδάφη αυτά εξαρτώνται από το μικρό ή μεγάλο ποσοστό της οργανικής ουσίας. Όσο το ποσοστό της οργανικής ουσίας παραμένει υψηλό τόσο και τα προβλήματα είναι σχεδόν ανύπαρκτα.

Όσο το ποσοστό της οργανικής ουσίας μειώνεται και πλησιάζει ή ξεπερνά το 2% τόσο τα προβλήματα, λόγω της παρουσίας μεγάλου ποσοστού CaCO_3 στο επιφανειακό στρώμα καθώς και στο υπέδαφος, γίνονται έντονα έως καθοριστικά.

Τα προβλήματα σχετικά με τα μεγαλοστοιχεία και μικροστοιχεία οφείλονται στους εξής παράγοντες:

A) Τη μη διαθεσιμότητα του φωσφόρου που υπάρχει στο έδαφος και οφείλεται στο υψηλό pH των εδαφών αυτών.

B) Στην ίδια αιτία οφείλεται και η μικρή διαθεσιμότητα σε ψευδάργυρο και σίδηρο.

Γ) Στο μικρό ποσοστό σε οργανική ουσία των εδαφών αυτών που συνεπάγεται μικρή διαθεσιμότητα σε άζωτο.

Όλα τα προηγούμενα προβλήματα σχετικά με τα θρεπτικά στοιχεία μπορούν να εξουδετερωθούν με την παροχή στα εδάφη αυτά των αντίστοιχων ποσοτήτων τους με τους εξής περιορισμούς:

A) Οι ποσότητες αζώτου πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας και μόνο, διότι είναι δυνατόν η παρουσία ενός αδιαπέρατου στρώματος να οδηγήσει σε συγκέντρωση του $\text{NO}_3\text{-N}$ στην περιοχή των ριζών. Τα αμμωνιακά λιπάσματα και η ουρία θα πρέπει να ενσωματώνονται στο έδαφος για τον κίνδυνο της απώλειας τους από την επιφάνεια.

B) Οι ποσότητες του P θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες κάθε καλλιέργειας, διότι περίσσεια φωσφόρου στο έδαφος θα έχει ως αποτέλεσμα έλλειψη Zn ή Fe.

Γ) Σχετικά με τις απαιτούμενες ποσότητες Mg, K, SO_4^{2-} , Cl^- , B στα ασβεστούχα εδάφη θεωρείται ότι παρέχονται σε ικανοποιητικές ποσότητες με το νερό αρδεύσεως.

Δ) Οι ελλείψεις Zn και Fe μπορούν να αντιμετωπιστούν στην κατάλληλη εποχή και με μεγάλη επιτυχία με τη χρήση διαφυλλικών χηλικών ενώσεων των στοιχείων αυτών.

(Μισοπολινός, 1991).

4.4 Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Η βελτίωση των ασβεστούχων εδαφών συνεπάγεται τη μελέτη και αντιμετώπιση ορισμένων σοβαρών προβλημάτων, όπως την ισοπέδωση την κατάλληλη μέθοδο

αρδεύσεως, τις καλλιεργητικές εργασίες, την ανάπτυξη των κατάλληλων καλλιεργειών και τα προβλήματα των θρεπτικών στοιχείων.

Η μικρή ικανότητα των εδαφών αυτών να συγκρατήσουν υγρασία οφείλεται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του CaCO_3 είναι στο μέγεθος της ιλύος. Αυτό συνεπάγεται και τη χαλαρή συγκράτηση του νερού στο έδαφος και την άμεση μείωσή του. Το νερό της άρδευσης θα πρέπει να παρέχεται σε μικρές ποσότητες και σε μικρά χρονικά διαστήματα έχοντας υπόψη στους υπολογισμούς τους κινδύνους αλάτωσης του εδάφους.

Η δημιουργία κρούστας λόγω συνήθως του μικρού ποσοστού της ουσίας των εδαφών αυτών, είναι συνήθης σε ένα αρδευόμενο έδαφος. Η διάλυση του CaCO_3 και η καθίζηση του με την ξήρανση του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σκληρής επιφανειακής κρούστας η οποία εκτός της ξήρανσης είναι συνάρτηση και της μηχανικής σύστασης όπως επίσης και της ύπαρξης άλλων αλάτων εκτός του CaCO_3 . Η ύπαρξη αλάτων δημιουργεί μια εύθρυπτη επιφανειακή κρούστα. Η στάγδην άρδευση και οι κατάλληλες καλλιεργητικές εργασίες είναι δυνατόν να μειώσουν τη δυνατότητα δημιουργίας της κρούστας.

Το πρόβλημα της υγρασίας και της κρούστας μπορεί να βελτιωθεί αισθητά, μέχρι την πλήρη αποκατάστασή του, με την προσθήκη ικανής ποσότητας κοπριάς, όμως αυτή η λύση αντιμετωπίζει πάντοτε το πρόβλημα ανεύρεσης μεγάλων ποσοτήτων κοπριάς για αυτό και συνήθως δεν είναι εφικτή.

Η επιλογή των καλλιεργειών στα ασβεστούχα εδάφη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη προσοχή διότι μόνο οι ανθεκτικές σε μεγάλα ποσοστά CaCO_3 μπορούν να αποδώσουν. Τέτοιες καλλιέργειες είναι τα ψυχανθή και η μηδική όταν υπάρχει διαθέσιμη ικανή ποσότητα νερού για άρδευση. Ο ηλιάνθος είναι από τις καλλιέργειες που αναπτύσσονται ικανοποιητικά στα ασβεστούχα εδάφη. Από τις δενδρώδεις καλλιέργειες το αμπέλι με κατάλληλο υποκείμενο, η ελιά και ορισμένα άλλα οπωροφόρα όπως δαμασκηλιά, βερικοκιά εμβολιασμένα στο κατάλληλο υποκείμενο μπορούν να αναπτυχθούν πολύ ικανοποιητικά στα ασβεστούχα εδάφη (Μισοπολινός, 1991).

4.5 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΕΥΔΟΚΙΜΟΥΝ ΣΕ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

gardeinia-jasminoides



viburnum



viburnum_opulus



buddleia_davidii



4.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για το έδαφος και για τη θρέψη των φυτών.

Το ασβέστιο του εδάφους προέρχεται από ασβεστούχα ορυκτά.

Εδάφη που το pH είναι 5.5 με 8.4 και δεν έχουν πολύ καλή εναλλακτική ικανότητα περιέχουν αξιόλογα ποσά ανταλλάξιμου Ca^{++} στο εδαφικό διάλυμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μισοπολινός, Ν. (1991). Προβληματικά εδάφη, μελέτη, πρόβλεψη, βελτίωση. Θεσσαλονίκη.
2. Τσίτσια, Κ. (1997). Εδαφολογία. Αθήνα.
3. Τσίτσια, Κ. (1997). Λιπασματολογία. Αθήνα.
4. Μοσχούλας, Φ. (2002). Βελτίωση όξινου εδάφους. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Πτυχιακή Μελέτη. Καλαμάτα.
5. Παπαδόπουλος, Γ. (1995). Βελτίωση όξινων εδαφών Πτυχιακή Μελέτη. Άρτα.
6. Κατακουζηνός, Δ. (1964). Τα εδάφη της Ελλάδος. Αθήνα.
7. Η χρήση του ασβέστη στη Γεωργία, (1972). Ένωση παραγωγών ασβέστη.
8. Κατράκης, Ι. (1986). Καθορισμός αναγκών των καλλιεργειών εις λιπάσματα. Αθήνα.
9. Χουλιάρης, Ν. (2002). Μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας. Εκδόσεις ΙΩΝ Λάρισα.
10. Παξινός, Σ. (1968). Εδαφολογία. Θεσσαλονίκη.
11. Πολυζόπουλος, (1976). Εδαφολογία. Αθήνα.
12. Κακουζηνός, (1958). Το έδαφος. Θεσσαλονίκη.
13. Νικολάου, Μ. (1997). Τα προβλήματα της αλατότητας στο νομό Αργολίδος, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Πτυχιακή Μελέτη. Καλαμάτα.
14. Μαλεφάκης, Ι. (1981). Η εναλάτωση και αλκαλίωση εδαφών θερμοκηπίων. Αθήνα.
15. Υπουργείο Γεωργίας, (1984). Ποιότητα αρδευτικών νερών τεύχος 1, Σίνδος- Θεσσαλονίκη
16. Λάμπρου, Κ. (1987) βελτιώσεις παθογενών εδαφών. Αθήνα.
17. Κατσαλήρου, Ε., Σακελλαριάδης, Σ. (1998). 7^ο
18. Κουκουλάκης, Χ. Σιμώνης, κ. Γκέρτσης, Α. Πασχαλίδης, Χ. Ρήγας, Γ. (2002). 8^ο Πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο. Καβάλα.
19. Βακάλης, Π. Τσαντήλας. Χ. (2002). 9^ο Πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, Λάρισα.
20. Χατζηγιαννάκης, Ε. Μάτση, Θ. Αραμπατζής, Γ. Ηλίας, Α. (2004). 10^ο Πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

21. Τσακελίδου, Κ. Παρούσης, Η. (2006). 11^ο Πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, Άρτα.

Πηγές από Internet

Documents and settings, Εργαστήριο εδαφολογίας, πανεπιστήμιο Θεσσαλίας