

III. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

3.1. Σχέση νερού και φυτού

Η σημασία του νερού. Κάθε εκδήλωση της ζωής είναι συνδεδεμένη με το νερό. Η μεγάλη του σπουδαιότητα είναι απόρροια του σοβαρού ρόλου που παίζει στις φυσιολογικές λειτουργίες κάθε οργανισμού. Έτσι το νερό είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος των κυττάρων, όπου εκεί εξελίσσονται όλες οι βιοχημικές διεργασίες. Μείωση της περιεκτικότητας των φυτών σε νερό προκαλεί σοβαρές αλλαγές στη δομή του πρωτοπλάσματος, οι οποίες οδηγούν στη νέκρωση των κυττάρων. Επίσης το νερό είναι ένας άριστος διαλύτης όπου σ' αυτόν διαλύονται ανόργανα, οργανικά συστατικά και αέρια τα οποία εισέρχονται στα φυτικά κύτταρα και μετακινούνται από κύτταρο σε κύτταρο. Το νερό ακόμη, συμμετέχει σε πάρα πολλές αντιδράσεις ως αντιδραστήριο. Για παράδειγμα στη φωτοσύνθεση χρησιμοποιείται σαν πηγή ηλεκτρονίων των οποίων η απώλεια οδηγεί στη διάσπασή του και την απελευθέρωση οξυγόνου.

Η διατήρηση της «σπαργής» των κυττάρων (διάταση των κυττάρων λόγω απορρόφησης νερού), οφείλεται στο νερό. Η σπαργή είναι απαραίτητη για τη διαίρεση και την αύξηση των κυττάρων. Από το άλλο μέρος, το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματίων οφείλεται στη μεταβολή της σπαργής των καταφρακτικών κυττάρων.

Στις διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες που συμμετέχει το νερό δεν είναι καθαρό, αλλά διάλυμα οργανικών και ανόργανων ενώσεων. Και είναι γνωστό ότι μια διαλυτή ουσία στο νερό προκαλεί μείωση της πίεσης των ατμών, αύξηση του σημείου βρασμού, μείωση του χημικού του δυναμικού. Αυτές οι αλλαγές στη συμπεριφορά του νερού έχουν τεράστια σημασία για τη φυσιολογία των φυτών.

Κίνηση του νερού. Η συνεχής απορρόφηση του νερού από τα φυτά είναι εντελώς απαραίτητη για την επιβίωσή τους και οι απώλειες του νερού εάν δεν αναπληρώνονται, τα φυτά νεκρώνονται.

Η διαδικασία της κίνησης του νερού χωρίζεται σε δύο στάδια:

- 1) Η μετακίνηση του νερού μέσα στο έδαφος ως την επιφάνεια της ρίζας.
- 2) Η μετακίνηση του νερού από την επιφάνεια της ρίζας μέχρι τα αγγεία του ξύλου και από εκεί ως τα κύτταρα των φύλλων.

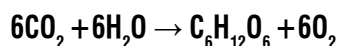
Η μετακίνηση του νερού έχει πάντα σχέση με το «χημικό δυναμικό» του που

λέγεται και υδατικό δυναμικό. Αυτό για το καθαρό νερό είναι μηδέν (0) και όταν προστίθεται κάποιος ηλεκτρολύτης μειώνεται. Είναι γνωστό όμως ότι το νερό μετακινείται από σημεία όπου το δυναμικό του είναι μεγάλο προς τα σημεία όπου το δυναμικό του μειώνεται. Επίσης το δυναμικό του νερού μειώνεται συνεχώς από σημεία του εδάφους πλησίον των ριζών προς στις ρίζες και από εκεί ακόμη περισσότερο μέχρι τα αγγεία. Από τα αγγεία των ριζών προς το υπέργειο τμήμα και μέχρι τα φύλλα το υδατικό δυναμικό μειώνεται δραματικά λόγω της έντονης εξάτμισης του νερού που συμβαίνει στα φύλλα. Έτσι εξασφαλίζεται μια συνεχής ροή νερού από το περιβάλλον του ριζικού συστήματος μέχρι τα φύλλα.

3.2. Φωτοσύνθεση

Είναι η πιο σπουδαία φυσιολογική λειτουργία των φυτών και βασική λειτουργία της ζωής διότι με αυτή, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική και μάλιστα με υψηλό συντελεστή απόδοσης. Στη γλώσσα της χημείας πρόκειται για απόσπαση υδρογόνου από το νερό με απελευθέρωση οξυγόνου. Το υδρογόνο μεταφέρεται στο διοξείδιο του άνθρακα για την δημιουργία μιας οργανικής ενώσεως.

Η συνολική εξίσωση που εκφράζει την φωτοσύνθεση είναι η ακόλουθη:



Το νερό που χρησιμοποιείται προέρχεται από το έδαφος απ' όπου απορροφάται από το ριζικό σύστημα. Το διοξείδιο του άνθρακος λαμβάνεται άμεσα από την ατμόσφαιρα. Αυτό εισέρχεται στα φύλλα από τα στομάτια δια της διαχύσεως, δεδομένου ότι στο περιβάλλον η συγκέντρωσή του είναι μεγαλύτερη απ' ότι στο εσωτερικό των στοματιών όπου εκεί καταναλώνεται με τη φωτοσύνθεση και ενσωματώνεται σε οργανικά μόρια. Για να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση θα πρέπει τα στομάτια να είναι ανοικτά. Οι παράγοντες που προκαλούν το κλείσιμο των στοματιών, όπως π.χ. η έλλειψη νερού, αναστέλλουν την φωτοσύνθεση.

Η φωτοσύνθεση καταλήγει στο σχηματισμό σακχάρων, από τα οποία προκύπτουν άλλες οργανικές ενώσεις.

3.3. Αναπνοή

Στα κύτταρα εξελίσσεται συνεχώς η οικοδόμηση διαφόρων οργανικών ενώσεων και παράλληλα οργανικές ενώσεις διασπώνται σε απλούστερες. Αυτές οι διαδικασίες απαιτούν ενέργεια. Επίσης η μεταφορά ορισμένων ουσιών και κυρίως το πέρασμά τους μέσα από τις κυτταρικές μεμβράνες απαιτεί επίσης ενέργεια. Η ενέργεια αυτή εξασφαλίζεται με την αναπνοή. Κατά την αναπνοή τα σάκχαρα μετατρέπονται σε απλούστερες ενώσεις και αποδίδεται ενέργεια.

3.4. Πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων

Τα στοιχεία που εισέρχονται στις ρίζες των φυτών θα πρέπει να είναι διαλυμένα στο νερό. Εισέρχονται πρώτα από τα επιδερμικά κύτταρα και τα ριζικά τριχίδια.

Είναι γνωστό ότι η συγκέντρωση των στοιχείων μέσα στα κύτταρα των φυτών είναι πολύ μεγαλύτερη απ' ό τι στο εδαφικό διάλυμα. Για παράδειγμα το κάλιο στους ιστούς των φυτών είναι σε περιεκτικότητα 1% ή 10.000ppm (μέρη στο εκατομμύριο) και στο εδαφικό διάλυμα είναι μόνο 50ppm. Τα διάφορα ιόντα κινούνται ελεύθερα, σύμφωνα με τους νόμους της διάχυσης και της εναλλαγής στους μεσοκυττάριους χώρους και τα κυτταρικά τοιχώματα της επιδερμίδας και του φλοιού, μέχρι την ενδοδερμίδα της ρίζας. Η ενδοδερμίδα σαν σημαντικό εμπόδιο στην κίνηση του νερού προς τους εσωτερικούς ιστούς περιορίζει τη μετακίνηση των ιόντων. Τα ιόντα για να εισέλθουν σε κάποιο κύτταρο θα πρέπει να περάσουν διαμέσου μιας κυτταρικής μεμβράνης και αυτό γίνεται με κατανάλωση ενέργειας. Εφόσον τα ιόντα περάσουν διαμέσου μιας κυτταρικής μεμβράνης κινούνται ελεύθερα μέσω των πλασμοδεσμικών δικτύων των κυττάρων και φθάνουν μέχρι την περιοχή των αγγείων του ξύλου. Εκεί «εκκρίνονται» εκτός των κυτταρικών μεμβρανών. Στη συνέχεια παρασύρονται από το ρεύμα του νερού προς το υπέργειο τμήμα και τα φύλλα. Οι λεπτότερες διακλαδώσεις των νεύρων των φύλλων οδηγούν το νερό στους εσωτερικούς ιστούς των φύλλων και η είσοδος των στοιχείων στα κύτταρα των φύλλων, γίνεται πάλι με κατανάλωση ενέργειας.

3.5. Ο ρόλος των σπουδαιότερων ανόργανων στοιχείων

Άζωτο

Είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία δεδομένου ότι συμμετέχει σε ενώσεις τεράστιας σημασίας για το φυτό, όπως οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα καθώς επίσης και σε άλλες σημαντικές ενώσεις. Το στοιχείο αυτό προσλαμβάνεται από το φυτό κυρίως υπό την νιτρική του μορφή και δευτερευόντως υπό την αμμωνιακή του μορφή.

Το νιτρικό άζωτο για να αξιοποιηθεί από το φυτό και να ενσωματωθεί σε ενώσεις υψηλής βιολογικής σημασίας (πρωτεΐνες) θα πρέπει να καταναλωθούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας (περισσότερη από 100Kcal/mole) η οποία εξασφαλίζεται από την φωτοσύνθεση. Είναι επίσης γνωστό ότι η αναγωγή του νιτρικού σε νιτρώδες απαιτεί ένα mole NADH το οποίο είναι ισοδύναμο με 3 mole ATP και η αναγωγή του νιτρώδους σε αμμωνία απαιτεί 6 ηλεκτρόνια τα οποία προέρχονται από την ανηγμένη φερρεδοξίνη που είναι ισοδύναμο με 12 mole ATP. Έτσι λοιπόν αναπόφευκτα κατά την αναγωγή των νιτρικών καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Σε συνθήκες μειωμένης πρόσληψης των νιτρικών παρατηρείται μια μείωση των επιπέδων των οργανικών οξέων στα φύλλα. Από το άλλο μέρος η διατήρηση της σπαργής των κυττάρων έχει ανάγκη από τέτοιες ενώσεις καθώς

επίσης και ζάχαρα και ανόργανα άλατα τα οποία για να σχηματιστούν χρειάζονται και ανιόντα. Και τα κυριότερα εκτός των νιτρικών ανιόντα είναι τα θειικά, τα οποία απορροφώνται αργά, τα φωσφορικά τα οποία πολλές φορές είναι σε μικρές ποσότητες στο έδαφος, και τα χλωριούχα τα οποία υπάρχουν σε ποσότητες μόνο σε αλατούχα εδάφη. Έτσι λοιπόν το νιτρικό ανιόν είναι εκείνο το οποίο μπορεί να εξασφαλίσει και μια ικανοποιητική σπαργή στα φυτά.

Επιδράσεις του αζώτου στην αύξηση και την ανάπτυξη

Η επάρκεια του αζώτου στο έδαφος σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές θερμοκρασίες και την επάρκεια νερού, προσδίδει στα φυτά υπερβολική ζωηρότητα, η οποία εκδηλώνεται με τα εξής χαρακτηριστικά:

- **μεγάλη ταχύτητα αύξησης των βλαστών**
- **αυξημένο πάχος και μήκος βλαστών**
- **αυξημένο μέγεθος φύλλων και φυλλικής επιφάνειας**
- **καθυστέρηση της διακοπής της αύξησης των βλαστών και της ωρίμανσης των καρπών**
- **σχετική καθυστέρηση της εκβλάστησης**
- **αυξημένος αριθμός βλαστανόντων οφθαλμών.**

Οι αυξημένες επεμβάσεις με άζωτο προκαλούν αύξηση του ρυθμού επιμήκυνσης των βλαστών της αμπέλου, καθυστέρηση στην ανάσχεση της αύξησης κατά τον περκασμό, καθώς επίσης και αύξηση της ζωηρότητας των βλαστών. Η ζωηρότητα της βλάστησης επηρεάζει την ποσότητα παραγωγής με έμμεσο τρόπο. Είναι γνωστό ότι αυξάνει τον αριθμό των ανθικών καταβολών στους οφθαλμούς και επίσης τον αριθμό των βλαστανόντων οφθαλμών καθώς επίσης και το επίπεδο καρπόδεσης. Το αντίθετο μπορεί να συμβεί σε ποικιλίες που έχουν την τάση να ανθοροούν, καθώς επιτείνεται η ανθόρροια και μειώνεται η παραγωγή.

Στις περιπτώσεις έλλειψης αζώτου τα φύλλα εμφανίζονται στην αρχή να χάνουν το τυπικό τους πράσινο χρώμα, γίνονται ωχρά και στη συνέχεια κίτρινα, συμπεριλαμβανομένων και των νευρώσεων. Οι μίσχοι πολλές φορές αποκτούν ερυθρωπό χρώμα. Οι κληματίδες έχουν μειωμένη ζωηρότητα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η αυξημένη ανθόρροια. Εμφανίζεται ως γενικευμένη κατάσταση στον αμπελώνα, συνήθως λίγο πριν την ανθοφορία, και κατά ζώνες πιο έντονα.

Αζωτο και υδατικές σχέσεις

Η αύξηση της πρόσληψης του αζώτου και συνεπώς της ζωηρότητας επηρεάζει τις υδατικές σχέσεις ως εξής:

Αφ' ενός μεν αυξάνει την ποσότητα του διαπνεομένου νερού από τα φύλλα, αφ' ετέρου δε αυξάνει τη δύναμη με την οποία απορροφάται το νερό από το έδαφος.

Ανεξάρτητα από αυτά, η αυξημένη ζωηρότητα έχει ως αποτέλεσμα, σε περιόδους ξηρασίας, τα φυτά να υποφέρουν περισσότερο από τις μεγάλες απώλειες νερού και να εκδηλώνουν συμπτώματα ξηρασίας.

Η ενσωμάτωση του αζώτου στο φυτό και οι κυριότερες αγρονομικές επιπτώσεις

Γενικώς το υπό την μορφή νιτρικών προσλαμβανόμενο άζωτο, μετατρέπεται γρήγορα σε αμμωνιακό με τη βοήθεια ενός κατάλληλου ενζυμικού συστήματος. Το αμμωνιακό ιόν και μερικοί υδαάνθρακες που συντίθενται στα φύλλα μετατρέπονται σε αμινοξέα κυρίως στα πράσινα φύλλα. Έτσι όσο ο εφοδιασμός των φύλλων με μεγάλες ποσότητες αζώτου αυξάνει, συγκρινόμενος με αυτόν άλλων στοιχείων και η επιπλέον πρωτεΐνη που συντίθεται επιτρέπει στα φύλλα να αναπτύσσονται γρήγορα και να αυξάνουν σε μέγεθος, αυξάνοντας συνολικά και τη φωτοσυνθετική επιφάνεια. Αυτή η αύξηση της πρωτεϊνικής σύνθεσης προκαλεί γρήγορη μετατροπή των υδατανθράκων σε πρωτεΐνες και κατά συνέπεια αυξημένη παραγωγή κυτοπλάσματος και μειωμένες ποσότητες διαθεσίμων υδατανθράκων για την οικοδόμηση των δομικών στοιχείων των κυτταρικών τοιχωμάτων, με αποτέλεσμα τα κυτταρικά τοιχώματα να παραμένουν πιο λεπτά (πυκτινικό, ασβέστιο, κυτταρίνες κλπ).

Η αύξηση της αναλογίας κυτοπλάσματος /τοιχωμάτων στα κύτταρα, αυξάνει το μέγεθος των κυττάρων τα οποία έχουν λεπτά κυτταρικά τοιχώματα και δημιουργεί φύλλα περισσότερο χυμώδη και λιγότερο σκληρά και ανθεκτικά. Αυξάνεται επίσης η αναλογία νερού και μειώνεται η περιεκτικότητα σε ασβέστιο σε σχέση με την ξηρά ουσία. Έτσι τα φύλλα αυτά προσβάλλονται ευκολότερα από μύκητες και έντομα και υφίστανται περισσότερες ζημιές από αντίξοες καιρικές συνθήκες όπως ξηρασία, παγετοί κλπ.

Σε ότι αφορά την ποιότητα της παραγωγής, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αυξημένες αζωτούχες λιπάνσεις έχουν ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ωρίμανσης με σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων. Επίσης έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση των ανθοκυανών των σταφυλιών καθώς επίσης και μείωση της εκχυλισματικότητάς τους κατά την παραγωγή ερυθρών οίνων.

Η ζωηρότητα η οποία προκαλείται από την αυξημένη αζωτούχο λίπανση, έχει ως συνέπεια τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης των μυκητολογικών ασθενειών που προσβάλλουν την άμπελο και κυρίως του βοτρυτή. Εκτός αυτού βέβαια, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι αυξημένες αζωτούχες λιπάνσεις μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ισταμίνης και θειαμίνης στα αμπελοοινικά προϊόντα σε ποσότητες που μπορούν να προκαλούν πολλές φορές και αλλεργικά φαινόμενα.

Έχει αναφερθεί ότι η πρόσληψη αυξημένων ποσοτήτων αζώτου από τα φυτά αυξάνει την περιεκτικότητα του νερού των αγγείων σε κυττοκινίνες και ταυτόχρονα προκαλεί μείωση του αμπισικού οξέος των φύλλων. Αυτό συσχετίζεται άμεσα

με την καθυστέρηση της ωρίμανσης αλλά και του γηρασμού των κυττάρων της σάρκας των ραγών και ενισχύει την άποψη της ορμονικής βάσης της καθυστέρησης της ωρίμανσης, που παρατηρείται σε περιπτώσεις υπερβολικής ζηροτότητας των φυτών. Όμως η έλλειψη αζώτου, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ανθοφορίας η οποία αποτελεί και το πλέον κρίσιμο στάδιο της αζωτούχου θρέψης, έχει επίσης δυσμενείς επιπτώσεις δεδομένου ότι προκαλεί μείωση της καρπόδεσης. Η μείωση αυτή εντείνεται ιδιαίτερα σε συνθήκες μειωμένης ηλιοφάνειας.

Ανάγκες των φυτών σε άζωτο

Έχει διαπιστωθεί ότι η ποσότητα του αζώτου που προσλαμβάνεται από τα φυτά κάθε χρόνο ανέρχεται σε 4 - 7 κιλά αζώτου το στρέμμα, ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας και την ποικιλία. Κάποιες ποσότητες από αυτό επιστρέφουν στο έδαφος με τα φύλλα, η ακόμη επενδύονται σε νέους μόνιμους ιστούς (αύξηση του πάχους του κορμού και των βραχιόνων καθώς και του ριζικού συστήματος). Επίσης σημαντικές ποσότητες του αζώτου του εδάφους χάνονται με τη στράγγιση του νερού στην υπόγεια στάθμη. Οι ποσότητες αυτές ανάλογα με το βροχομετρικό ύψος της περιοχής μπορεί να κυμαίνονται από 2 - 26 κιλά αζώτου ανά στρέμμα.

Προέλευση του αζώτου

Το άζωτο του εδάφους προέρχεται από τις εξής πηγές:

- **ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας του εδάφους**
- **δέσμευση του αζώτου της ατμόσφαιρας από τα μη συμβιωτικά βακτήρια**
- **μεταφορά αζώτου από την ατμόσφαιρα με τη βροχή.**

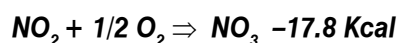
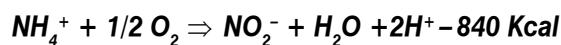
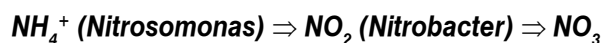
Οι ποσότητες αυτές συνολικά και εάν προσθέσουμε το άζωτο των φύλλων τα οποία πέφτουν στο έδαφος, κυμαίνονται από 4 - 17 κιλά το στρέμμα. Λίγο - πολύ γνωρίζουμε τις ποσότητες που απομακρύνονται με την παραγωγή και το ξύλο του κλαδέματος, όμως δεν είναι δυνατόν να υπολογίζουμε εύκολα το άζωτο που απομακρύνεται με το νερό της στράγγισης καθώς και τις μικρές ποσότητες του αμμωνιακού αζώτου που δεσμεύονται από τα ορυκτά της αργίλου ή αυτές που εκλύονται στην ατμόσφαιρα.

Οργανική ουσία του εδάφους

Η οργανική ουσία του εδάφους προέρχεται κυρίως από τα φυτικά υπολείμματα και δευτερευόντως από τους ζωικούς οργανισμούς. Η αποικοδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων με τη βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του χούμου, ο οποίος αποτελείται από άμορφες οργανικές ενώσεις κολλοειδών διαστάσεων σχετικά μεγάλου μοριακού βάρους και διαφορετικής χημικής σύστασης, σκοτεινού έως μελανού χρωματισμού.

Η ποσότητα του εδάφους σε οργανική ουσία κυμαίνεται συνήθως από 1 - 2 %. Η οργανική ουσία βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους όπως τη δομή

και την σταθερότητά της. Προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση και εφοδιάζει το εδαφικό διάλυμα με ανόργανα θρεπτικά συστατικά και κυρίως με άζωτο. Κάθε χρόνο μια μικρή ποσότητα οργανικής ουσίας (0.1 - 3 %) ανοργανοποιείται και εφοδιάζει το έδαφος με άζωτο καθώς και με άλλα ανόργανα στοιχεία. Η ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου του εδάφους είναι μια διαδικασία η οποία εξελίσσεται με την βοήθεια των βακτηρίων *Nitrosomonas* τα οποία μετατρέπουν την αμμωνία σε νιτρώδη και τα *Nitrobacter* τα οποία μετατρέπουν τα νιτρώδη σε νιτρικά. Η μετατροπή αυτή απελευθερώνει την απαιτούμενη ενέργεια για την αναγωγή του CO_2 από τα βακτήρια και εξελίσσεται κατά το σχήμα:



Εφόσον λοιπόν η ανοργανοποίηση είναι μια διαδικασία οξειδωσης, επηρεάζεται από την επάρκεια οξυγόνου. Έτσι λοιπόν ο καλός αερισμός του εδάφους, οι περιορισμένες βροχοπτώσεις και η ευνοϊκή θερμοκρασία προωθούν την ανοργανοποίηση. Αντίθετα, παρατεταμένες βροχοπτώσεις κατά το χειμώνα και χαμηλές θερμοκρασίες την επιβραδύνουν.

Στο έδαφος η ποσότητα της οργανικής ουσίας κυμαίνεται από 5 - 30 τόνους ανά στρέμμα και αυτή μπορεί να αντιστοιχεί σε ποσότητα αζώτου από 300 έως 1500 κιλά. Από αυτό, μόνο το 1 - 3 % κάθε χρόνο μπορεί να μετατρέπεται σε νιτρικό άζωτο το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί από τα φυτά. Επομένως, ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και το ρυθμό ανοργανοποίησης η συμβολή της οργανικής ουσίας είναι σημαντική.

Σε περιόδους όπως το χειμώνα και την άνοιξη που επικρατούν πολλές βροχές, οι απώλειες με την έκπλυση είναι μεγάλες και θα πρέπει να αυξάνονται οι αζωτούχες λιπάνσεις. Αντίθετα σε περιόδους ξηρασίας θα πρέπει να μειώνονται.

Υπολογίζεται ότι από την οργανική ουσία παρέχονται 2 - 10 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα. Οι ποσότητες αυτές πέραν από την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, εξαρτώνται σημαντικά από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Λίπανση με άζωτο

Η θρέψη του αζώτου είναι αποτέλεσμα σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συνθηκών του εδάφους και των κλιματικών παραμέτρων, αλλά και του φυτού καθώς και των καλλιεργητικών μεθόδων. Οποιοσδήποτε τροποποιήσεις της πρακτικής των λιπάνσεων και των παρεμβάσεων του εδάφους επιδρούν στα αναλυτικά χαρακτηριστικά των φυτών και την εμφάνισή τους, η οποία αφορά τη ζωηρότητα των φυτών και την ένταση του πράσινου χρωματισμού των φύλλων. Η διάγνωση λοιπόν της θρεπτικής κατάστασης των φυτών βασίζεται σε παρατηρήσεις που

αφορούν την συμπεριφορά των φυτών, οι οποίες μπορεί να συμπληρώνονται και με αναλυτικά δεδομένα. Εάν η σύνθετη αυτή διάγνωση δείχνει μια ισορροπημένη κατάσταση, είναι πολύ πιθανόν να διατηρηθούν οι λιπαντικές πρακτικές της προηγούμενης χρονιάς. Σε ότι αφορά τα αναλυτικά δεδομένα θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν θα πρέπει να λαμβάνονται κατά μόνας, αλλά να συνεκτιμώνται μαζί με τα άλλα κριτήρια που προαναφέραμε.

Μια κανονική αζωτούχος θρέψη συσχετίζεται με ένα εύρος τιμών συγκεντρώσεων αζώτου στα φύλλα από 2 – 2.5 % σε ξηρά ουσία και μια περιεκτικότητα αζώτου στο γλεύκος, 400mg/L.

Σε περιπτώσεις πάλι όπου παρατηρείται έλλειψη ή υπερβολική διαθεσιμότητα θα πρέπει να διαπιστώσουμε τις αιτίες και να σχεδιάζονται τα μέσα παρέμβασης.

Γενικά, ανάλογα με τη ζωηρότητα των φυτών και τις κλιματολογικές συνθήκες πρέπει να παρέχονται κάθε χρόνο 8 - 12 μονάδες αζώτου σε αμπέλους με μειωμένη ζωηρότητα. Στις περιπτώσεις με επαρκή ζωηρότητα προσθέτουμε τη μισή περίπου ποσότητα. Για μεγαλύτερες παραγωγές ανά στρέμμα και κυρίως σε επιτραπέζιες ποικιλίες που ξεπερνούν τα 1500 - 2000 κιλά παραγωγής ανά στρέμμα, οι ποσότητες αυτές αυξάνονται ανάλογα.

Οι κλιματικές συνθήκες οι οποίες ευνοούν την ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου και δεν προκαλούν έκπλυση των νιτρικών (ξηρό φθινόπωρο και χειμώνας), θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και ενδεχομένως σε κάποιους αμπελώνες με ικανοποιητική ζωηρότητα να μη χρειάζεται λίπανση. Άλλοτε πάλι σε αμπελώνες παραγωγής οίνων ποιότητας με μικρές παραγωγές ανά στρέμμα, εάν η ζωηρότητα εκτιμηθεί ως επαρκής και το έδαφος περιέχει ικανοποιητικά επίπεδα οργανικής ουσίας (>2%), ενδεχομένως να μην χρειαστεί λίπανση.

Ένας πρακτικός τρόπος εκτίμησης των αναγκών των αμπελώνων σε άζωτο, σε σχέση με το ύψος της παραγωγής είναι η αντιστοίχιση 150 – 220 Kg σταφυλιών ανά Kg αζώτου.

Εποχή εφαρμογής αζωτούχων λιπασμάτων

Οι ανάγκες της αμπέλου σε άζωτο είναι σχετικά μικρές σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Όμως αυτές οι ανάγκες σε κάποια συγκεκριμένα στάδια είναι αυξημένες λόγω της αυξημένης πρόσληψης του στοιχείου αυτού. Από την εκβλάστηση μέχρι το στάδιο των 5-6 φύλλων το άζωτο το οποίο απαιτείται για τις ανάγκες του μεταβολισμού προέρχεται κυρίως από τα αποθέματα του φυτού (ρίζες, παλαιό ξύλο). Οι κρίσιμες φάσεις κατά τις οποίες υπάρχει μεγάλη ανάγκη αζώτου από τα φυτά της αμπέλου είναι η περίοδος της ανθοφορίας, της ταχείας αύξησης των βλαστών και της γρήγορης αύξησης των ραγών, η οποία καλύπτει μια περίοδο περίπου 2 μηνών γύρω από την εποχή της ανθοφορίας, με ένα

μέγιστο κατά το δέσιμο των ραγών και την περίοδο της αύξησης. Ένα δεύτερο μέγιστο απορρόφησης παρατηρείται μετά τον περκασμό και κατά την πρώτη περίοδο της ωρίμανσης των ραγών. Κατά το τέλος της βλαστικής περιόδου παρατηρείται μια μετακίνηση αζώτου από τα φύλλα προς τα μόνιμα μέρη του φυτού.

Το ζητούμενο πάντα λοιπόν κατά τη λίπανση, είναι το νιτρικό άζωτο μετά την εφαρμογή του στο έδαφος, να φθάσει στο ριζικό σύστημα 15 - 20 ημέρες μετά την εκβλάστηση. Η μετακίνηση του αζώτου σε βάθος είναι διαφορετική ανάλογα με την ταχύτητα στράγγισης του νερού του εδάφους και επομένως ανάλογα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους και κυμαίνεται ενδεικτικά, από 2.5mm ανά mm βροχής σε βαριά εδάφη, έως 6 mm σε αμμώδη. Θα πρέπει λοιπόν οι νιτρικές λιπάνσεις να γίνονται περίπου στα τέλη Φεβρουαρίου και οι αμμωνιακές ένα μήνα νωρίτερα. Σε περιπτώσεις όμως ελαφρών εδαφών και σε περιοχές με μεγάλο σχετικά βροχομετρικό ύψος κατά την άνοιξη, η αζωτούχος λίπανση θα πρέπει να εφαρμόζεται αργότερα.

Τρόπος εφαρμογής

Για να αποφεύγεται η εκμετάλλευση του αζώτου από τα ζιζάνια θα πρέπει το άζωτο να τοποθετείται στο κέντρο, μεταξύ και κατά μήκος των γραμμών φύτευσης. Η τοποθέτησή του σε βαθύτερο αυλάκι απομακρύνει τον κίνδυνο να παρασυρθεί από τα νερά των βροχών σε κεκλιμένα εδάφη και το φέρνει πιο κοντά στο ριζικό σύστημα.

Οργανικά λιπάσματα

Η ευκινησία των νιτρικών του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες αζώτου, ανάλογα με το βροχομετρικό ύψος και των ποσοτήτων των νιτρικών που προστίθενται στο έδαφος υπό τη μορφή λιπασμάτων. Η σωστή εκτίμηση των συνθηκών αυτών έχει μεγάλη σημασία. Για την καλύτερη εκμετάλλευση των αζωτούχων λιπασμάτων στο έδαφος, θα πρέπει αυτά να προστίθενται όχι με μια επέμβαση αλλά σταδιακά. Βεβαίως αυτό δεν είναι πάντα δυνατόν και οι απώλειες είναι αναπόφευκτες.

Η χρησιμοποίηση οργανικών λιπασμάτων μπορεί να αντικαθιστά την ανόργανη λίπανση με ευνοϊκά αποτελέσματα, όχι μόνο στη βελτίωση της δομής του εδάφους αλλά και σε μια σταδιακή απόδοση νιτρικών στο εδαφικό διάλυμα, δια μέσου της ανοργανοποίησης. Τα οργανικά λιπάσματα επηρεάζουν την οργανική ουσία, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει στη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους (δομή, περατότητα, δυνατότητα κατακράτησης νερού κλπ). Επίσης βελτιώνει τις χημικές ιδιότητες του εδάφους αυξάνοντας την C.E.C., καθώς επίσης και τη βιολογική δραστηριότητα. Τα επίπεδα της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι γνωστό ότι μειώνονται χρόνο με το χρόνο λόγω της ανοργανοποίησης. Αυτή η ποσότητα που κάθε χρόνο ανοργανοποιείται υπολογίζεται σε 100 - 150 κιλά το

στρέμμα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ποσότητες του ξύλου κλαδέματος αν ενσωματωθούν στο έδαφος με ειδικό καταστροφέα μπορούν να συμβάλλουν κατά το 1/3 - 1/2 στην αναπλήρωση των απωλειών της οργανικής ουσίας. Τα διάφορα φυτικά υπολείμματα, η αποικοδόμηση των οποίων σε πρώτη φάση συνιστά τον ελεύθερο χούμο, παρουσιάζουν μια αναλογία C/N μεγαλύτερη από το 15/1. Η παραπέρα αποικοδόμηση του χούμου και η σταθεροποίησή του από τα εδαφικά μόρια συνιστά τον σταθεροποιημένο χούμο και η αναλογία C/N είναι περίπου 10/1. Στα διάφορα οργανικά σκευάσματα όταν η αναλογία C/N είναι μικρότερη του 14, εξασφαλίζουν μια γρήγορη απελευθέρωση αζώτου στο εδαφικό διάλυμα. Όταν η αναλογία αυτή κυμαίνεται μεταξύ 14 και 19 η απελευθέρωση του αζώτου είναι αργή. Μεταξύ 19 και 50 η απελευθέρωση του αζώτου σχεδόν δεν επηρεάζει τα επίπεδα του στοιχείου αυτού στο εδαφικό διάλυμα.

Μια αναλογία C/N μεταξύ 10 και 5 θεωρείται πολύ ικανοποιητική για τα οργανικά λιπάσματα και το άζωτο απελευθερώνεται με ικανοποιητικό ρυθμό. Ο ρυθμός ανοργανοποίησης δεν θα πρέπει να είναι έντονος όχι μόνο για να αποφεύγονται οι απώλειες σε άζωτο, αλλά κυρίως να μετριάζεται η ζηρότητα των φυτών της αμπέλου. Βέβαια κάθε φορά θα πρέπει να σταθμίζεται και το κόστος των προϊόντων αυτών, έτσι ώστε να είναι συμβατό με την πρόσοδο ανά στρέμμα, δεδομένου ότι πρόκειται για σκευάσματα υψηλού κόστους.

Επίσης υπάρχουν και άλλα προβλήματα που άπτονται της χρησιμοποίησης τέτοιων οργανικών σκευασμάτων όπως η περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα, η μικροβιακή τους σύνθεση, καθώς και τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε αυτά που είναι φυτικής προέλευσης.

Άλλοτε πάλι η υψηλή αναλογία C/N μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα έλλειψης αζώτου όπως π.χ. το άχυρο, το οποίο για την αποικοδόμησή του από τους μικροοργανισμούς χρησιμοποιεί το άζωτο του εδάφους εις βάρος της καλλιέργειας. Πολλές φορές το άχυρο προστίθεται επιφανειακά στο έδαφος με σκοπό να το προστατεύσει από απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Αντίθετα η χρησιμοποίηση «χωνεμένης» ζωϊκής κόπρου πολλές φορές απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες αζώτου με αποτέλεσμα η άμπελος να αποκτά μεγάλη ζηρότητα με δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων.

Παρόμοια φαινόμενα παρουσιάζονται σε αμπελώνες που έχουν εγκατασταθεί σε τοποθεσίες όπου κατά το παρελθόν μαντρίζονταν ζώα. Στις τοποθεσίες αυτές λόγω πολύ υψηλών επιπέδων οργανικής ουσίας στο έδαφος τα φυτά της αμπέλου αποκτούν υπερβολική ζηρότητα με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων.

Στους αμπελώνες αυτούς πολλές φορές η φυλλοδιαγνωστική μας δίνει εσφαλμένα αποτελέσματα σε ότι αφορά το άζωτο δεδομένου ότι αυτό λόγω αραιώσης, εμφανίζεται αραιωμένο στους ιστούς.

Καταστροφή και ενσωμάτωση του ξύλου κλαδέματος

Το ξύλο του κλαδέματος, το οποίο κατά κανόνα απομακρύνεται από τους αμπελώνες και τις περισσότερες φορές καίγεται θα μπορούσε να συμβάλλει εν μέρει στην αποκατάσταση μέρους της οργανικής ουσίας του εδάφους. Σήμερα υπάρχουν κατάλληλα μηχανήματα, προσαρμοσμένα σε γεωργικό ελκυστήρα, τα οποία καταστρέφουν τις κληματίδες μετά το χειμερινό κλάδεμα και ταυτόχρονα τις ενσωματώνουν επιφανειακά στο έδαφος. Το υλικό αυτό το οποίο ενσωματώνεται κατ' αυτόν τον τρόπο είναι πολύτιμο, δεδομένου ότι συμβάλλει στη μερική αναπλήρωση της οργανικής ουσίας του εδάφους αλλά και επιστρέφει στο έδαφος σημαντικές ποσότητες ανοργάνων θρεπτικών στοιχείων. Έχουν υπολογιστεί ότι οι ποσότητες αυτές ανάλογα με τη ζωηρότητα των φυτών και την ποικιλία, μπορεί να κυμαίνονται από 0.5 – 6Kg αζώτου το στρέμμα, από 0.2 – 0.65 Kg φωσφόρου, από 1 – 5 Kg καλίου από 2 – 5 Kg ασβεστίου, από 0.5 – 2 Kg μαγνησίου καθώς επίσης και από μικρότερες ποσότητες ιχνοστοιχείων της τάξεως των δεκάδων g ανά στρέμμα.

Κάλιο

Το κάλιο είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο δεδομένου ότι επηρεάζει την οικονομία του νερού στα φυτά. Συμμετέχει στην εξουδετέρωση των οργανικών οξέων, και τη μετακίνηση των ενεργειακών αποθεμάτων στα διάφορα μέρη του φυτού. Προσθήκη καλίου στο έδαφος ευνοεί την αύξηση με την προϋπόθεση να υπάρχει επάρκεια αζώτου. Όταν στο έδαφος υπάρχουν μικρές ποσότητες μαγνησίου, τότε η υπερβολική ποσότητα καλίου προκαλεί έλλειψη μαγνησίου λόγω του έντονου ανταγωνισμού που παρατηρείται μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων. Από το άλλο μέρος, σε ότι αφορά τις οινοποιήσιμες ποικιλίες, οι αυξημένες καλιούχες λιπάνσεις προκαλούν μερικές φορές αύξηση του pH στο γλεύκος και τον οίνο, πράγμα το οποίο επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των προϊόντων οινοποίησης.

Οι ελλείψεις καλίου διαπιστώνονται από τα χαρακτηριστικά συμπτώματα καθώς και αναλυτικά.

Η έλλειψη καλίου εμφανίζει εντελώς τυπικά συμπτώματα στην άμπελο. Παρατηρείται μεταχρωματισμός και στη συνέχεια ξήρανση της παρυφής του ελάσματος, το οποίο στην αρχή παρουσιάζει γυαλιστερό χρώμα και ελαφρά αναδίπλωση, καθώς επίσης και μεγάλο πάχος. Το φθινόπωρο τα φύλλα λαμβάνουν καφετί χρωματισμό. Η εκδήλωση αυτή των συμπτωμάτων παρατηρείται στα νέα φύλλα. Τα φυτά καθίστανται πιο ευαίσθητα στη ξηρασία και η συσσώρευση των σακχάρων στις ράγες επιβραδύνεται. Το φαινόμενο εμφανίζεται ως μια γενικευμένη κατάσταση στους αμπελώνες από την εποχή της ανθοφορίας και μετά, και κατά ζώνες μέσα στον αμπελώνα είναι περισσότερο έντονο.

Σε ότι αφορά τα αναλυτικά χαρακτηριστικά των φύλλων, θα πρέπει τα επίπεδα του καλίου στα φύλλα, κατά την άνθηση και τον περκασμό (άνθηση + περκασμός / 2) να είναι μεγαλύτερα από 1,2 % σε ξηρά ουσία. Λαμβανομένου υπόψη ότι το κάλιο δέχεται έντονο ανταγωνισμό από το μαγνήσιο, ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3 και 7. Η ξηρασία, η περίσσεια αζώτου η οποία προκαλεί αυξημένη ζωηρότητα, καθώς και ο όγκος της παραγωγή, είναι παράγοντες που επιτείνουν τα συμπτώματα έλλειψης καλίου.

Το κάλιο του εδάφους

Από το κάλιο του εδάφους μόνο μια μικρή ποσότητα (1 - 2 %) είναι διαθέσιμη στα φυτά. Αυτή η ποσότητα αναφέρεται στο εναλλακτικό κάλιο το οποίο είναι προσροφημένο στα ορυκτά της αργίλου και καταλαμβάνει ένα μέρος της εναλλακτικής ικανότητας κατιόντων (C.E.C). Ένα μεγάλο μέρος του καλίου εδάφους δεσμεύεται στα φύλλα της αργίλου κυρίως του τύπου μοντμοριλλονίτη και ιλλίτη και δεν μπορεί να αποδοθεί εύκολα στο εδαφικό διάλυμα. Αυτή η αδρανοποίηση του καλίου στα ορυκτά της αργίλου ευνοείται από την άνοδο του pH, το ασβέστιο ή την ξηρασία. Αντίθετα, το εναλλακτικό κάλιο, ανάλογα με το ποσοστό με το οποίο συμμετέχει στο σύνολο των εναλλακτικών κατιόντων, αποδίδεται στο εδαφικό διάλυμα περισσότερο ή λιγότερο εύκολα. Έτσι εάν η σχέση K/C.E.C. είναι χαμηλή (μικρότερη του 1 %) τότε το κάλιο συγκρατείται έντονα από την άργιλο και μειώνεται ο εφοδιασμός του εδαφικού διαλύματος με επαρκείς ποσότητες ιόντων καλίου. Εάν η ποσότητα αυτή είναι μεγαλύτερη του 4% τότε το εδαφικό διάλυμα εφοδιάζεται ικανοποιητικά με ιόντα καλίου. Ένα μικρό μέρος του καλίου του εδαφικού διαλύματος, ανάλογα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους χάνεται με το νερό της στράγγισης. Κατά την προσθήκη του καλίου μέσω των λιπάνσεων και ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο ένα μέρος του δεσμεύεται από τα φύλλα της αργίλου.

Στις εδαφικές συνθήκες της μεσογείου, συμπτώματα έλλειψης καλίου παρατηρούνται όταν η σχέση K/C.E.C. είναι μικρότερη του 2 % για ελαφρά εδάφη και του 3 % για βαριά. Σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του εδάφους σε εναλλακτικό κάλιο, μια ενδεικτική περιεκτικότητα που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως όριο είναι 130 - 150 ppm (0.13 - 0.15 %). Βέβαια θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη και η σχέση K/C.E.C. η οποία για ένα αργιλώδες έδαφος στο οποίο έχει υπολογιστεί C.E.C. μεταξύ 100 και 180 meq /Kg μια ποσότητα K/C.E.C = 4 %, θεωρείται ικανοποιητική για τον εφοδιασμό των φυτών με κάλιο. Για ένα αμμώδες έδαφος του οποίου η C.E.C. έχει υπολογιστεί περίπου 50 meq /Kg η ποσότητα K/C.E.C. μπορεί να κατέρχεται μέχρι το 2 %.

Η μεγάλη ποσότητα αζώτου στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα έλλειψης καλίου σε αμπελώνες όπου τα φυτά δεν εφοδιάζονται κανονικά με κάλιο.

Το κάλιο στα φυτά της αμπέλου

Ο καλύτερος δείκτης για τη θρεπτική κατάσταση των φυτών είναι τα επίπεδα του καλίου στα φύλλα. Εκτός του ανταγωνισμού που δέχεται το κάλιο από το μαγνήσιο, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι τα διάφορα υποκείμενα προσλαμβάνουν με διαφορετικό τρόπο το στοιχείο αυτό. Επίσης τα επίπεδα του καλίου επηρεάζονται ακόμη από τις ιώσεις, την τοξικότητα χλωρίου, τη χλώρωση κλπ. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητο να γίνονται σωστές παρατηρήσεις των συμπτωμάτων και να λαμβάνεται υπόψη η φυτοϋγεία και οι ιδιαιτερότητες της ποικιλίας, καθώς επίσης και η απουσία συμπτωμάτων από ολόκληρο τον αμπελώνα. Για τη διαπίστωση της θρεπτικής κατάστασης του φυτού, συνήθως πραγματοποιείται μια δειγματοληψία κατά το στάδιο του περκασμού. Κατά το στάδιο αυτό, η περιεκτικότητα του ελάσματος δεν θα πρέπει να κατέρχεται κάτω από 0.8 % σε ξηρά ουσία και των μίσχων κάτω από 1.5. Σε ότι αφορά δε την ανάλυση ολόκληρων των φύλλων η οποία συνήθως εφαρμόζεται στην πράξη ως πιο πρακτική, μια συγκέντρωση μικρότερη του 1.5% σε ξηρά ουσία θεωρείται χαμηλή, όταν αυτή κυμαίνεται μεταξύ 1.5 – 2 % θεωρείται ικανοποιητική και πάνω από 2% υπερβολική. Επιπλέον σε ότι αφορά τη σχέση καλίου και μαγνησίου, ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 για στο έλασμα και 3 - 8 για στους μίσχους ή μεταξύ 2 και 7 για ολόκληρα φύλλα.

Λίπανση με κάλιο

Σε αργιλοασβεστώδη εδάφη και εφόσον προσθέτουμε καλιούχα λιπάσματα κάθε χρόνο θα πρέπει οι ποσότητες του καλίου να αντιστοιχούν περίπου 2 φορές στις ποσότητες που προσλαμβάνονται κάθε χρόνο. Εάν οι επεμβάσεις δεν γίνονται κάθε χρόνο τότε στις περιπτώσεις που παρατηρούνται κάποια συμπτώματα σε μεμονωμένα φυτά θα πρέπει να προσθέτουμε 3 φορές τα ετήσια επίπεδα πρόσληψης.

Σε ελαφρά εδάφη θα πρέπει να μετριάζουμε τις ποσότητες και βέβαια η φυλλοδιαγνωστική καθώς και ο τοπικός πειραματισμός επεμβάσεων καλίου και αζώτου συμβάλλει στο σωστό προσδιορισμό των ποσοτήτων λίπανσης. Σε όξινα εδάφη δεν πρέπει να προχωρούμε σε καλιούχο λίπανση πριν διαπιστώσουμε συμπτώματα ελλείψεων, ή μια αναλογία K/Mg πλησίον του 3. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να φροντίζουμε τα επίπεδα του μαγνησίου στο έδαφος για να αποφεύγονται συμπτώματα έλλειψης καλίου λόγω του ανταγωνισμού.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας πρακτικός τρόπος υπολογισμού της ποσότητας του καλίου που θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος σε σχέση πάντα με την % αναλογία της C.E.C. με το προσροφημένο κάλιο.

Έτσι εάν διαπιστώσουμε μια έλλειψη καλίου ή καλύτερα μια μειωμένη αναλογία σε σχέση με ένα επίπεδο αναφοράς 2 – 4% της C.E.C. τότε χρησιμοποιούμε την εξίσωση:

$$X = C.E.C. \cdot (t - y) \cdot p \cdot d \cdot a$$

όπου:

X: η ποσότητα που θα εφαρμοστεί σε Kg/ha

C.E.C: η εναλλακτική ικανότητα του εδάφους σε meq/100gr

t: το επίπεδο αναφοράς (% K της C.E.C): 3 (2 – 4)

y: η αναλογία υφιστάμενη % K της C.E.C

p: το βάθος λίπανσης (γενικώς 0.5 m)

d: το φαινομενικό ειδικό βάρος εδάφους (π.χ. 1,3)

a: το ισοδύναμο βάρος για το K_2O ($39 \times 2 + 16$) / 2 = 47

Έτσι για παράδειγμα όταν έχουμε:

C.E.C.: 12.9 meq/100g και αναλογία προσροφημένου K 0.5% το X λαμβάνει την τιμή:

$$X = 12,9 \cdot (3 - 0,5) \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 47 = 985 \text{ Kg } K_2O/\text{ha} = 98.5 \text{ Kg } /\text{στρ.}$$

Στην περίπτωση που το λίπασμα δεν ενσωματώνεται σε βάθος εδάφους 0.5m, τότε η παραπάνω σχέση διορθώνεται ανάλογα.

Εποχή εφαρμογής

Η κατάλληλη εποχή εφαρμογής των καλιούχων λιπασμάτων είναι νωρίς τον χειμώνα και από τις διάφορες ενώσεις καλίου το θειικό κάλιο παρουσιάζει τις μικρότερες πιθανότητες να εμφανιστούν συμπτώματα τοξικότητας αλάτων. Επίσης σε περιπτώσεις έλλειψης καλίου συνιστώνται και διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειικό κάλιο 700g ανά 100L. Όμως για την εξαφάνιση των συμπτωμάτων απαιτούνται περισσότερες από μία εφαρμογές.

Τρόπος εφαρμογής

Σε πυκνούς αμπελώνες το λίπασμα τοποθετείται στη μέση μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Σε αραιούς αμπελώνες τοποθετείται δίπλα στη γραμμή φύτευσης. Για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας της καλιούχου λίπανσης και με δεδομένη την ελάχιστη μετακίνηση του στοιχείου αυτού στο έδαφος, θα πρέπει να διερευνάται το ριζικό προφίλ των φυτών με σκοπό την τοποθέτηση του λιπάσματος σε βάθος, πλησίον του ριζικού συστήματος.

Φώσφορος

Ο φώσφορος συμμετέχει στη δομή των νουκλεϊκών οξέων σε διάφορες ενώσεις υψηλής ενέργειας που καταλύουν σημαντικές βιολογικές αντιδράσεις, καθώς επίσης αποτελεί συστατικό των φωσφολιπιδίων και των φωσφορυλιωμένων υδατανθράκων.

Ο φώσφορος του εδάφους προέρχεται από τα μητρικά πετρώματα και την οργανική ουσία. Οι απώλειες από την έκπλυση είναι σχεδόν μηδενικές. Ο φώσφορος στο έδαφος βρίσκεται κυρίως υπό τη μορφή ανοργάνων φωσφορικών ορυκτών. Μικρότερες ποσότητες φωσφόρου απαντώνται στην οργανική ουσία και

πάρα πολύ μικρές έως αμελητέες στο εδαφικό διάλυμα. Τα κυριότερα φωσφορικά ορυκτά είναι ο υδροξυαπατίτης, ο φθοριοαπατίτης, το φωσφορικό μονοασβέστιο, διασβέστιο, τριασβέστιο και οκτασβέστιο. Επίσης σε αρκετά εδάφη είναι πιθανή η ύπαρξη φωσφορικού σιδήρου και φωσφορικού αργιλίου.

Πηγές φωσφόρου διαθέσιμες στα φυτά

Η πλέον πρόσφορη μορφή φωσφόρου στα φυτά προφανώς είναι τα φωσφορικά ιόντα του εδαφικού διαλύματος. Όμως είναι δύσκολη η εκτίμηση της κατάστασης του εδάφους από την άποψη της δυνατότητας να εφοδιάζει τα φυτά. Προφανώς η συγκέντρωση των φωσφορικών στο εδαφικό διάλυμα είναι μικρότερη από την ποσότητα των φωσφορικών που προσλαμβάνονται από τα φυτά. Συνήθως η συγκέντρωση των φωσφορικών στο εδαφικό διάλυμα σε εδάφη τα οποία θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα με φωσφόρο είναι 10^{-5} M και αντιστοιχεί σε 0.3 ppm P στο εδαφικό διάλυμα. Η μικροβιακή δραστηριότητα στη ριζόσφαιρα συμβάλλει πολλές φορές στη διαλυτοποίηση του φωσφόρου από αδιάλυτα φωσφορικά ορυκτά. Είναι γνωστός ο ρόλος των μυκορριζικών μυκήτων οι οποίοι συμβιώνουν με το ριζικό σύστημα της αμπέλου και συμβάλουν στη διαλυτοποίηση του φωσφόρου των αδιάλυτων φωσφορικών ορυκτών και την αύξηση της πρόσληψης του στοιχείου αυτού.

Η εκτίμηση της δυνατότητας του εδάφους να εφοδιάζει το εδαφικό διάλυμα με ικανοποιητικές ποσότητες φωσφορικών παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες. Τα εκχυλιστικά μέσα τα οποία περιέχουν 0.5 M διπτανθρακικό Νάτριο, δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του εδάφους σε φωσφόρο διαθέσιμο στα φυτά. Γενικώς εδάφη από τα οποία εκχυλίζονται πάνω από 15ppm φωσφόρου θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα, αν και βέβαια έχουν παρατηρηθεί εδάφη με μικρότερες ποσότητες στα οποία η άμπελος δεν αντιδρά στην προσθήκη υπερφωσφορικών λιπασμάτων. Μια ικανοποιητική θρέψη φωσφόρου αντανακλάται επίσης στις συγκεντρώσεις του στοιχείου αυτού στα φύλλα.

Έτσι μια συγκέντρωση στα φύλλα που κυμαίνεται μεταξύ 0.20 και 0.25 % σε ξηρά ουσία θεωρείται ικανοποιητική.

Μετακίνηση του φωσφόρου κατά την προσθήκη φωσφορικών λιπασμάτων

Ο φώσφορος των υπερφωσφορικών λιπασμάτων που προστίθενται στο έδαφος μετακινείται ελάχιστα. Το εδαφικό διάλυμα εδαφών τα οποία είναι μετρίως εφοδιασμένα με φώσφορο περιέχει 5×10^{-6} M φωσφόρου. Σύμφωνα με πολλά ερευνητικά δεδομένα, έχει βρεθεί ότι εάν στο έδαφος πέσουν περίπου 300mm βροχής, μια πολύ μικρή ποσότητα φωσφόρου θα μετακινηθεί σε βαθύτερα στρώματα (\approx 50 g). Αυτό σημαίνει ότι ελάχιστη ποσότητα φωσφόρου μεταφέρεται στο υπέδαφος και ξεπλένεται με τα νερά της στράγγισης.

Από το άλλο μέρος το εδαφικό διάλυμα μπορεί να περιέχει ποσότητες οργανικού φωσφόρου ανάλογα με την οργανική ουσία του εδάφους οι οποίες είναι μεγαλύτερες από αυτές του ανοργάνου φωσφόρου. Σε πειράματα μακροχρόνιας εφαρμογής ανοργάνου φωσφορικής λίπανσης και οργανικής αποδείχτηκε ότι κατά την εφαρμογή ανοργάνου, ελάχιστες ποσότητες φωσφόρου μετακινήθηκαν στα νερά της στράγγισης, κάτω των 30 cm από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ αντίθετα μεγαλύτερες ποσότητες μετακινήθηκαν κατά την εφαρμογή της οργανικής. Έτσι κατά τη τοποθέτηση των υπερφωσφορικών λιπασμάτων στην επιφάνεια του εδάφους ελάχιστες ποσότητες μετακινούνται προς τα στρώματα όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος.

Η βροχή κατά την βλαστική περίοδο ή και το πότισμα ευνοούν τη μετακίνηση και την πρόσληψη, δεδομένου ότι διατηρούν ενεργές τις επιφανειακές ρίζες. Αντίθετα κατά την καλοκαιρινή ξηρασία ιδιαίτερα σε μη αρδευόμενους αμπελώνες είναι μάλλον αδύνατη η αξιοποίηση των υπερφωσφορικών λιπασμάτων τα οποία έχουν τοποθετηθεί επιφανειακά.

Η διόρθωση της οξύτητας του εδάφους έχει αποδειχτεί ότι αυξάνει την πρόσληψη του φωσφόρου λόγω καλύτερης ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Από το φώσφορο που θα προστεθεί στο έδαφος ένα μικρό μέρος θα αξιοποιηθεί από τα φυτά. Το υπόλοιπο θα παραμείνει στο έδαφος και ανάλογα με τη μορφή του λιπάσματος θα έχει μια μικρότερη ή μεγαλύτερη υπολειμματική δράση τα επόμενα χρόνια. Έτσι ενώ τα υπερφωσφορικά είναι πιο αποτελεσματικά κατά το έτος εφαρμογής, το φωσφορικό ή μεταφωσφορικό διασβέστιο έχει καλύτερη υπολειμματική δράση.

Ανάγκες της αμπέλου σε φωσφόρο

Τα φυτά της αμπέλου απορροφούν 0,6 – 1,8 κιλά P ανά στρέμμα. Οι ελλείψεις του στοιχείου αυτού είναι σπάνιες και οι ολικές απώλειες το χρόνο είναι 0,5 – 1,5 κιλά P_2O_5 , οι οποίες θα πρέπει να προστίθενται υπό τη μορφή λιπασμάτων. Σε περιπτώσεις ελλείψεων θα πρέπει να προστίθενται 50 κιλά το στρέμμα, ενώ οι συνηθισμένες λιπάνσεις συντήρησης δεν χρειάζεται να ξεπερνούν το 5 κιλά. Η λίπανση σε βάθος ενδείκνυται πάντα ως πιο αποτελεσματική, δεδομένου ότι ο φώσφορος δεσμεύεται εύκολα στο έδαφος και μετακινείται ελάχιστα. Κατά συνέπεια θα πρέπει να τοποθετείται κοντά στο ριζικό σύστημα. Η εποχή εφαρμογής δεν έχει καμιά σημασία. Σε πυκνές φυτεύσεις το λίπασμα τοποθετείται στο κέντρο μεταξύ των γραμμών ενώ σε αραιές φυτεύσεις τοποθετείται κοντά στην γραμμή φύτευσης.

Μαγνήσιο

Είναι σημαντικό στοιχείο διότι συμμετέχει στη δομή της χλωροφύλλης. Οι ελλείψεις του στοιχείου αυτού δεν αναστέλλουν την αύξηση και εμφανίζονται με χαρακτηριστικά συμπτώματα πρώτα στα φύλλα της βάσης του βλαστού αντίθετα

απ' ότι συμβαίνει στις ελλείψεις καλίου που τα χαρακτηριστικά συμπτώματα εμφανίζονται στα φύλλα της κορυφής. Είναι συνηθισμένες σε όξινα εδάφη όπου το μαγνήσιο μετέχει σε πολύ μικρή αναλογία στη C.E.C και εκπλύνεται εύκολα, καθώς επίσης και σε εδάφη που έχουν δεχθεί πλούσιες καλιούχες λιπάνσεις. Στις περιπτώσεις ελλείψεων, οι συγκεντρώσεις του Mg στα φύλλα είναι μικρότερες του 0.15% σε ξηρά ουσία και ο λόγος K/Mg > 10. Μια ικανοποιητική θρέψη Mg αντανακλάται σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0.20 – 0.28 %.

Η έλλειψη Mg, εμφανίζεται στις λευκές ποικιλίες με τα γνωστά χαρακτηριστικά συμπτώματα τα οποία συνίστανται σε μεσονεύριους μεταχρωματισμούς κιτρινωπού χρώματος. Στις ερυθρές ποικιλίες παρατηρούνται μεσονεύριοι μεταχρωματισμοί ερυθρωπού χρώματος. Οι μεταχρωματισμοί παρατηρούνται στα φύλλα της βάσης των βλαστών. Το φαινόμενο εμφανίζεται γενικευμένα μέσα στον αμπελώνα κατά τον Ιούλιο-Αύγουστο και πιο συχνά παρουσιάζεται σε νεαρούς αμπελώνες. Σε συνθήκες έντονης έλλειψης μπορεί να εμφανίζεται και νωρίτερα.

Οι πιθανές αιτίες εμφάνισης των συμπτωμάτων είναι η ανεπάρκεια Mg ή η περίσσεια K στο έδαφος. Το βροχερό κλίμα επιτείνει τα συμπτώματα λόγω εκτεταμένης έκπλυσης. Ακόμη, ο ακατάλληλος συνδυασμός εμβολίου-υποκειμένου μπορεί να προκαλέσει εμφάνιση των συμπτωμάτων αυτών. Η επιφανειακή εγκατάσταση του ριζικού συστήματος επίσης μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση των συμπτωμάτων λόγω του ότι τα επιφανειακά στρώματα είναι πιο εμπλουτισμένα με κάλιο.

Ξήρανση της ράχης

Η έλλειψη μαγνησίου προκαλεί την γνωστή φυσιολογική διαταραχή η οποία λέγεται ξήρανση της ράχης και εμφανίζεται κατά την εποχή του περκασμού με χαρακτηριστικές ξηράνσεις τμημάτων του βοστρύχου των σταφυλών. Έτσι τα τμήματα της σταφυλής τα οποία έχουν προσβληθεί δεν ωριμάζουν. Η έκταση της ζημίας εξαρτάται από την ένταση των συμπτωμάτων. Η περίσσεια αζώτου και καλίου στο έδαφος επιτείνουν το φαινόμενο. Στις περιπτώσεις αυτές, εφαρμόζονται δύο διαφυλλικές επεμβάσεις με ένυδρο θειικό μαγνήσιο (0.5%) κατά τον περκασμό με διαφορά δέκα ημερών, όπου το ψεκαστικό διάλυμα κατευθύνεται στις ράγες.

Η διόρθωση των επιπέδων μαγνησίου στο έδαφος γίνεται με προσθήκη σκευασμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις ιδιότητές τους:

1. Θειικό μαγνήσιο (π.χ. ένυδρο θειικό Mg). Είναι αρκετά διαλυτό στο νερό και εκπλύνεται εύκολα σε ελαφρά εδάφη. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ελλείψεων Mg καθώς και για διαφυλλικούς ψεκασμούς (ένυδρο θειικό Mg) ή από το έδαφος ως θειικό Mg.

2. Ανθρακικό μαγνήσιο. Έχει μικρή διαλυτότητα και δεν ξεπλένεται εύκολα. Χρησιμοποιείται για εδάφη όξινα όταν θέλουμε να διορθώσουμε τις ελλείψεις μαγνησίου. Ακόμη σε εδάφη κανονικής γονιμότητας όταν

επιδιώκουμε να έχει παρατεταμένη δράση ή για λίπανση όξινων ή ελαφρώς όξινων εδαφών.

3. Οξειδία του μαγνησίου. Έχουν αργή και παρατεταμένη δράση και χρησιμοποιούνται για λιπάνσεις ρουτίνας σε όλα τα εδάφη.

Σε περιπτώσεις όξινων εδαφών θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα εκτός από την προσθήκη Mg, να διορθώνεται και η οξύτητα. Προστίθεται λοιπόν δολομίτης σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος, όπως αναφέρεται σε επόμενη ενότητα για την διόρθωση των όξινων εδαφών.

Βόριο

Από τα ιχνοστοιχεία, το βόριο είναι το πιο ενδιαφέρον για την αμπελοκαλλιέργεια, δεδομένου ότι τα όρια έλλειψης, επάρκειας και τοξικότητας είναι πολύ κοντά. Μικρές ποσότητες βορίου πάνω από τα όρια επάρκειας μπορούν να προκαλέσουν συμπτώματα τοξικότητας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το βόριο στο έδαφος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα επίπεδα του 1 mg/Kg, ούτε να κατεβαίνει κάτω από 0.5 mg/Kg. Τα κανονικά επίπεδα στα φύλλα κυμαίνονται μεταξύ 20 - 40 mg/Kg ξηράς ουσίας. Πολύ εύκολα όμως ξεπερνώνται τα επίπεδα επάρκειας μετά από λανθασμένες εφαρμογές τετραβορικού νατρίου (βόρακος) στο έδαφος.

Το βόριο είναι απαραίτητο στοιχείο στα φυτά διότι η έλλειψή του έχει διάφορες επιπτώσεις όπως, τη μείωση της επιμήκυνσης των ριζών και της κυτταροδιαίρεσης των ακραίων μεριστωμάτων, και την αναστολή της σύνθεσης των νουκλεϊκών οξέων. Επίσης η έλλειψη βορίου προκαλεί μείωση της ικανότητας βλάστησης των γυρεοκόκκων, η οποία έχει ως συνέπεια το χαρακτηριστικό σύμπτωμα που εμφανίζεται με έντονη ανθόρροια και ξήρανση των ταξιανθιών, αφού αποτυγχάνει η γονιμοποίηση των ανθέων. Επίσης ανάλογα με την ένταση της έλλειψης και την ποικιλία παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξη των βλαστών, ανεπαρκής ωρίμανση αυτών και ανάπτυξη περισσότερων ταχυφυών. Άλλοτε πάλι παρατηρείται βραχυγονάτωση και «ζικ – ζακ» μορφή των βλαστών. Στα φύλλα εμφανίζεται αποχρωματισμός κατά κηλίδες πρώτα μεταξύ των νευρώσεων και μετά πιο εκτεταμένα. Παρατηρούνται επίσης αλλοιώσεις και απόφραξη των αγγείων. Πολλές φορές οι κορυφές ξηραίνονται και αναπτύσσονται οι δευτερογενείς άξονες. Οι ράγες των καρπών εμφανίζουν σκούρο πράσινο μεταλλικό χρώμα κατά θέσεις ή στο σύνολο της επιφάνειάς τους και τούτο οφείλεται σε εσωτερικές νεκρώσεις. Τελικά οι ράγες γίνονται μαλακές. Στις περιπτώσεις αυτές τα επίπεδα βορίου στα φύλλα είναι μικρότερα των 10ppm. Δεν είναι γνωστός ο βιολογικός ρόλος του βορίου πέραν από τις χαρακτηριστικές του επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Όμως πρόσφατα δεδομένα αναφέρουν ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στα κυτταρικά τοιχώματα λόγω των ενώσεων που σχηματίζει και τις κυτταρίνες

και συγκεκριμένα συμβάλλει στην πλαστικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων. Επίσης ο ρόλος του σχετίζεται με τον μεταβολισμό της γλυκόζης.

Η έλλειψη βορίου είναι πιο συχνή σε εδάφη με μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και υψηλό pH, ή ακόμη σε εδάφη όξινα όπου το στοιχείο αυτό έχει εκπλυθεί. Επίσης σε περιοχές με μικρό βροχομετρικό ύψος τα επίπεδα βορίου είναι υψηλότερα ενώ αντίθετα σε περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις λόγω έντονης έκπλυσης του στοιχείου αυτού τα αντίστοιχα επίπεδα είναι πολύ χαμηλότερα.

Για τη διόρθωση των επιπέδων βορίου στο έδαφος εφαρμόζεται ποσότητα βόρακος από το έδαφος 2 – 6 κιλά το στρέμμα. Μεγαλύτερες ποσότητες ενδεχομένως να προκαλέσουν συμπτώματα τοξικότητας. Ακόμη για πιο άμεσα αποτελέσματα συνιστώνται διαφυλλικές επεμβάσεις 0.2 – 0.5% με ευδιάλυτη μορφή βορίου, 4 – 6 φορές (μία - δύο πριν και οι υπόλοιπες μετά την άνθηση ανά μία εβδομάδα).

Τοξικότητα βορίου

Οι περιπτώσεις τοξικότητας βορίου είναι σπάνιες και συνήθως παρουσιάζονται είτε από υπερβολικές ποσότητες βόρακος που προστίθενται για την διόρθωση των επιπέδων του στοιχείου αυτού στο έδαφος, είτε από άρδευση των αμπελώνων με νερό, το οποίο περιέχει αυξημένες ποσότητες βορίου. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης μάλιστα, έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις τοξικότητας βορίου από τη χρησιμοποίηση τέτοιου νερού άρδευσης το οποίο περιείχε 4.5 ppm βορίου. Το νερό της θάλασσας περιέχει περίπου 4.7 ppm βορίου και κατά συνέπεια εδάφη που επηρεάζονται από το θαλασσινό νερό έχουν υψηλές συγκεντρώσεις βορίου.

Τα συμπτώματα τοξικότητας βορίου είναι πολύ χαρακτηριστικά και παρουσιάζονται κατ' αρχήν στα νέα φύλλα της κορυφής τα οποία εμφανίζουν περιφερειακές ξηράνσεις των ελασμάτων τους. Αυτές οι περιφερειακές ξηράνσεις των ελασμάτων προκαλούν και συστροφή των περιθωρίων των φύλλων και τα φύλλα καρουλιάζουν συστρεφόμενα προς τα κάτω. Σε περιπτώσεις εντονότερης τοξικότητας τα φυτά εμφανίζουν ασθενική ανάπτυξη βλαστών και ανάπτυξη μεγάλου αριθμού ταχυφυών. Τα φύλλα είναι πολύ μικρά με νεκρώσεις σκούρου χρώματος και τα φυτά καταλήγουν σε ξήρανση.

Για την αντιμετώπιση της τοξικότητας βορίου συνιστάται κατάκλιση του αμπελώνα με μεγάλες ποσότητες νερού για την έκπλυση του στοιχείου αυτού. Σε εδάφη με μικρές ποσότητες ασβεστίου συνιστάται επίσης προσθήκη θειικού ασβεστίου. Διάφορα φυτά τα οποία απορροφούν μεγάλες ποσότητες βορίου και είναι ανθεκτικά στις υψηλές συγκεντρώσεις (είδη του γένους *Brassica*) μπορούν να συγκαλλιεργηθούν με το αμπέλι για ένα ή δύο χρόνια, με σκοπό την γρηγορότερη απομάκρυνση του βορίου από το έδαφος.

Σίδηρος

Είναι απαραίτητο στοιχείο για τη σύνθεση της χλωροφύλλης και συμμετέχει στα κυτοχρώματα και την φερεδοξίνη. Η έλλειψη του στοιχείου αυτού προκαλεί τα γνωστά συμπτώματα που εμφανίζονται με τη μορφή της χλώρωσης. Η φυσιολογική αυτή ασθένεια η οποία φέρει το χαρακτηριστικό όνομα χλώρωση σιδήρου αρχίζει με ένα γενικό κιτρίνισμα των νέων φύλλων κατά την εποχή της έντονης αύξησης των βλαστών. Συνήθως οι νευρώσεις των φύλλων παραμένουν πράσινες αλλά σε πιο σοβαρές περιπτώσεις τα ξήρανση των φύλλων και μείωση της ζωηρότητας των φυτών.

Η χλώρωση του σιδήρου συνήθως δεν οφείλεται σε μια πραγματική έλλειψη σιδήρου στο έδαφος, αλλά στην αδιαλυτοποίησή του από το ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο ρυθμίζει καθοριστικά το pH του εδάφους.

Είναι γνωστό ότι τα CaCO_3 και Ca(OH)_2 έχουν έντονα βασική αντίδραση και ως εκ τούτου επηρεάζουν το pH του εδάφους.

Ο σίδηρος του εδάφους βρίσκεται υπό τη μορφή διαφόρων υδροξειδίων και οξειδίων του σιδήρου και σχεδόν στην ολότητά του είναι αδιάλυτος. Ο ολικός σίδηρος συνεπώς δεν μπορεί να χαρακτηρίσει και την διαθεσιμότητά του προς τα φυτά. Η εκτίμηση της μικρής ποσότητας που είναι διαθέσιμη στα φυτά βασίζεται στην εκχύλισή του με διάφορα εκχυλιστικά μέσα, όπως το νερό, το υδροχλώριο, το οξαλικό αμμώνιο, χηλικές, οργανικές ενώσεις όπως το DTPA (διεθυλοτρίαμινο-πενταοξικό οξύ), EDTA (εθυλαινο-διαμινο-τετραοξικό οξύ), καθώς επίσης και μείγματα αυτών των ενώσεων. Οι ποσότητες του σιδήρου που μπορούν να εκχειλιστούν με αυτά τα εκχειλιστικά μέσα κυμαίνονται συνήθως από 10 - 100ppm.

Από το άλλο μέρος η περιεκτικότητα του στοιχείου αυτού στα φύλλα δεν μπορεί να χαρακτηρίσει τις περιπτώσεις έλλειψης ή επάρκειας γιατί συμβαίνει πολλές φορές ο σίδηρος να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, αλλά να αδρανοποιείται εντός των ιστών των φύλλων από άγνωστους μηχανισμούς οι οποίοι προκαλούν χλώρωση.

Σε ότι αφορά την πρόσληψή του, αυτή εξαρτάται από την ικανότητα των ριζών να διαλυτοποιούν το σίδηρο. Τα διάφορα υποκείμενα της αμπέλου διαφέρουν ως προς την ικανότητα αυτή. Έτσι είναι απαραίτητη η εκλογή του κατάλληλου υποκειμένου η οποία βασίζεται κυρίως στην εκτίμηση του ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους και διαφόρων ποσοτήτων σιδήρου που εκχειλίζονται με διάφορα εκχειλιστικά μέσα.

Στην αμπελοκαλλιέργεια, από εδαφολογικής άποψης, διακρίνουμε δύο κατηγορίες χλώρωσης:

- Παρουσία σε βάθος ενός ορίζοντα πιο πλούσιου σε ανθρακικό ασβέστιο. Στις περιπτώσεις αυτές η χλώρωση εμφανίζεται σε ξηρές χρονιές αφού το επίπεδο

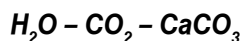
πρόσληψης μετατοπίζεται σε βαθύτερα στρώματα όπου έχουμε συγκέντρωση μεγαλύτερων ποσοτήτων ασβεστίου. Στις περιπτώσεις αυτές τα χλωρωτικά φαινόμενα διαρκούν όλο το καλοκαίρι.

- Πιο συχνά η χλώρωση εμφανίζεται ως φαινόμενο προσωρινό, όπου παρατηρείται κατά την άνοιξη όταν οι βλαστοί αναπτύσσονται έντονα, σε χρονιές υγρές και σε ζώνες περιορισμένες. Το έδαφος αυτών των ζωνών παρουσιάζει ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό ανθρακικό ασβέστιο ή ενεργό ανθρακικό ασβέστιο, υψηλό pH, και μεγάλη περιεκτικότητα σε ανθρακικά ιόντα (HCO_3^-), πχ από 120 – 700ppm, στο εδαφικό διάλυμα.

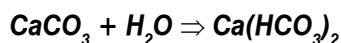
Τρεις παράγοντες που θα μπορούσαν να εμπλακούν στην εκδήλωση της χλώρωσης είναι τα ιόντα ασβεστίου (Ca^{++}), τα ανθρακικά ιόντα ($\text{HCO}_3^- \text{CO}_3^-$) και το pH του εδάφους.

Σε ότι αφορά τα ιόντα ασβεστίου θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα χλωρωτικά φυτά είναι πιο πλούσια σε κατιόντα αλλά μεταξύ αυτών η αναλογία του ασβεστίου σε σχέση με τα άλλα είναι χαμηλή. Επίσης εδάφη σελινιτικά (πλούσια σε θειικό ασβέστιο), δεν προκαλούν χλώρωση.

Αντίθετα τα ανθρακικά ιόντα φαίνεται να εμπλέκονται πιο άμεσα στην εκδήλωση της χλώρωσης. Στα ασβεστούχα εδάφη το pH κυρίως επηρεάζεται από το σύστημα



Είναι γνωστό ότι το CaCO_3 είναι μικρής διαλυτότητας σε σχέση με το όξινο ανθρακικό ασβέστιο και το CO_2 του εδάφους και η παρουσία νερού του εδάφους δρα κατά το σχήμα:



Η ύπαρξη των όξινων ανθρακικών στο εδαφικό διάλυμα αυξάνει το pH του εδαφικού διαλύματος και βέβαια την έκπλυση του ασβεστίου και τη συσσώρευσή του σε βαθύτερα στρώματα εδάφους. Η αυξημένη περιεκτικότητα των χλωρωτικών φύλλων σε κατιόντα θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι η παρουσία των ανθρακικών ιόντων προκαλεί αυξημένη σύνθεση οργανικών οξέων στο φυτό η οποία συνοδεύεται με την αυξημένη πρόσληψη κατιόντων.

Η χλώρωση μπορεί εκδηλώνεται κατά την άνοιξη ιδιαίτερα όταν επικρατούν συχνές βροχές, σε εδάφη ασβεστούχα. Οι παρατεταμένες βροχοπτώσεις κατά την άνοιξη όταν μάλιστα τα εδάφη χαρακτηρίζονται από μεγάλη αναλογία λεπτόκοκκων συστατικών προκαλούν χλώρωση σε αμπελώνες που συνήθως υπό κανονικές συνθήκες εδαφικής υγρασίας (μη κορεσμένα εδάφη) δεν εμφανίζουν χλώρωση. Το φαινόμενο αυτό έχει μελετηθεί επαρκώς σε πειραματική διάταξη και οφείλεται στη μειωμένη στράγγιση του νερού. Η έλλειψη οξυγόνου μειώνει τον μεταβολισμό των ριζών και κατά συνέπεια την πρόσληψη του σιδήρου από τα

φυτά. Επί πλέον τοξικές ή ανασταλτικές ουσίες σχηματίζονται κάτω από συνθήκες ασφυξίας (αιθυλένιο). Είναι γνωστό ότι η συγκέντρωση αιθυλενίου αναστέλλει την αύξηση των ριζών και κατά συνέπεια την πρόσληψη σιδήρου. Στην περίπτωση αυτή το πορώδες του εδάφους και ο ρυθμός στράγγισης επηρεάζει καθοριστικά την εκδήλωση της χλώρωσης.

Η χλώρωση αυτής της μορφής, έχει γίνει προσπάθεια να αντιμετωπιστεί με τη χρήση βαθύριζων φυτών μεταξύ των γραμμών φύτευσης με στόχο τη βελτίωση της δομής του εδάφους και του αερισμού των στρωμάτων κοντά στο ριζικό σύστημα της αμπέλου.

Ολικό ασβέστιο

Το ολικό ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους αποτελεί έναν δείκτη των αποθεμάτων του εδάφους σε ασβέστιο. Το ασβέστιο εκτός του ότι αποτελεί ένα θρεπτικό στοιχείο απαραίτητο για τα φυτά παίζει καθοριστικό ρόλο στις φυσικές χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Μεταξύ των άλλων:

- **συμβάλει και επηρεάζει τους δεσμούς μεταξύ των κολλοειδών της αργίλου και των οργανικών μεγαλομορίων**
- **μειώνει την οξύτητα του εδάφους και ευνοεί την βιολογική δραστηριότητα**
- **επηρεάζει την συγκράτηση των ανιόντων και ιδιαίτερα των φωσφορικών ιόντων.**

Τα εδάφη περιέχουν πολύ διαφορετικές ποσότητες ασβεστίου. Ένα έδαφος με μικρές ποσότητες ασβεστίου, τουλάχιστον μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες του φυτού σε ασβέστιο. Μόνο στις περιπτώσεις έλλειψης ολικού ανθρακικού ασβεστίου ή πολύ χαμηλών επιπέδων γίνεται προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος. Στις περιπτώσεις αυτές, η ανάλυση και ο προσδιορισμός του ολικού ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος δεν αρκεί, αλλά πρέπει να συμπληρώνεται με τον προσδιορισμό της εναλλακτικής ικανότητας του εδάφους (C.E.C.) και των επιπέδων της προσρόφησης του απορροφητικού συνδέσμου των κολλοειδών αργιλικών και οργανικών συμπλόκων με ασβέστιο.

Ενεργό ασβέστιο

Πρόκειται πάλι για το CaCO_3 αλλά αυτή τη φορά αφορά το λεπτόκοκκο, μεγέθους αργιλικών μορίων ή μορίων της ιλύος. Αποκαλείται ενεργό, δεδομένου ότι αυτό που αναλογεί σε ένα συγκεκριμένο βάρος διαθέτει πολύ μεγαλύτερη ικανότητα να εξουδετερώνει την οξύτητα σε σχέση με αυτό που αναλογεί στο ανθρακικό ασβέστιο των μεγαλύτερου μεγέθους μορίων.

Ως εκχυλιστικό μέσο για τον προσδιορισμό του ενεργού ασβεστίου χρησιμοποιείται το οξαλικό αμμώνιο, δεδομένου ότι το προϊόν της εκχύλισης είναι το οξαλικό ασβέστιο και εκφράζεται σε Ca^{++} .

Αρκετά υποκείμενα έχουν χαρακτηριστεί ως προς την αντοχή τους σε

ενεργό ανθρακικό ασβέστιο. Από πλευράς καλλιέργειας της αμπέλου και της χρησιμοποίησης του κατάλληλου υποκειμένου, προσδιορισμός του ενεργού ανθρακικού ασβεστίου δεν έχει κανένα νόημα εάν το ολικό ανθρακικό ασβέστιο (ελεύθερο) δεν ξεπερνά το 10%.

Εδαφικός ορίζοντας συγκέντρωσης ανθρακικού ασβεστίου

Στα ασβεστώδη εδάφη ο σχηματισμός ορίζοντα ανθρακικού ασβεστίου σε βάθος έχει καθοριστική σημασία για την εμφάνιση της χλώρωσης και εξαρτάται από την υδρομορφική συμπεριφορά του εδάφους. Στις περιπτώσεις όπου εμφανίζεται χλώρωση, η μελέτη της μικροδομής του εδάφους και των επιφανειών επαφής των ριζιδίων με τα εδαφικά μόρια εμφανίζει συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου γύρω από τα ριζίδια. Αντίθετα σε μη χλωρωτικά εδάφη οι πόροι του εδάφους που διαπερνώνται από τα ριζίδια κατακλύζονται από κολλοειδή της αργίλου.

Αν και βέβαια η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου γύρω από τα ριζίδια είναι απαραίτητη για να εκδηλωθεί η χλώρωση, εντούτοις δεν αρκεί. Έτσι, στο βαθμό που η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου γύρω από τα ριζίδια πραγματοποιείται σε περιβάλλον μεγάλων εδαφικών πόρων καλώς αεριζόμενων, όπου το νερό στραγγίζει εύκολα, τότε η χλώρωση είναι ήπια και παροδική. Αντίθετα, όταν η συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου έχει γίνει σε εδάφη με πολύ μικρό πορώδες, τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλούς ρυθμούς στράγγισης, τότε τα συμπτώματα είναι πιο έντονα.

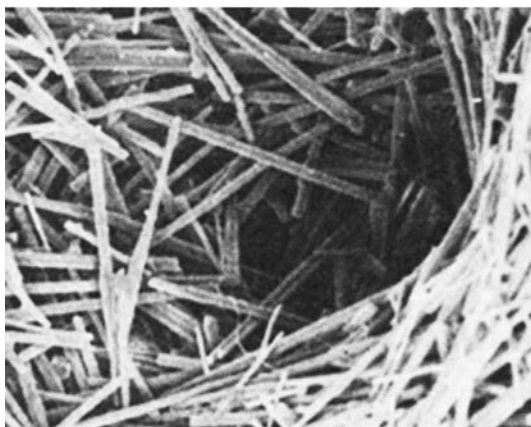
Στις περιπτώσεις αυτές, οι θέσεις των μικρών πόρων μπορεί να αποτελούν σημεία με έντονη αλκαλικότητα, με pH περίπου 10, λόγω της χαμηλής κυκλοφορίας του νερού.

Στις περιπτώσεις έντονης χλώρωσης παρατηρούνται και έντονες αλλοιώσεις του ριζικού συστήματος. Οι ρίζες αποκτούν φλοιώδες παρέγχυμα με μεγάλο πάχος. Στα κυτταρικά τοιχώματα ακόμα και μέσα στα κύτταρα παρατηρούνται συγκεντρώσεις οξαλικού ασβεστίου.

Συστηματικές παρατηρήσεις σε εδάφη τα οποία εμφανίζουν χλώρωση κατά κηλίδες, έδειξαν ότι στη χλωρωτική κηλίδα η δομή του εδάφους και η στράγγιση του νερού έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε σχέση με τις παρακείμενες θέσεις του αμπελώνα, οι οποίες δεν παρουσιάζουν χλώρωση.

Έχει διαπιστωθεί ότι στη χλωρωτική κηλίδα η συμπεριφορά του εδάφους από την άποψη της στράγγισης του νερού ήταν πολύ διαφορετική. Μερικά μέτρα μακριά από την κηλίδα, τα νερά των βροχών στράγγιζαν κανονικά. Στην κηλίδα όμως διαπιστώθηκε ότι τα νερά των βροχών στράγγιζαν στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, αλλά στην ζώνη συσσώρευσης η στράγγιση παρουσίαζε πολύ αργό ρυθμό, με αποτέλεσμα τα νερά να παραμένουν στα επιφανειακά

στρώματα πάνω από τη ζώνη συσσώρευσης και να μετακινούνται με αργό ρυθμό πλευρικά. Από το άλλο μέρος παρατηρείται τριχοειδής άνοδος του νερού. Τα φαινόμενα αυτά προκαλούν μία συνεχή συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου στα ανώτερα στρώματα του ορίζοντα καθώς επίσης και μια μείωση του πορώδους του εδάφους. Αντίθετα, στο εκτός της κηλίδας έδαφος η περατότητα του εδάφους είναι πιο ομαλή. Μικροσκοπική εξέταση των επιφανειών επαφής των ριζών με τα εδαφικά μόρια εμφανίζουν αυξημένη συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου γύρω από τα ριζίδια και σε άμεση επαφή με αυτά, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Μικροκρύσταλοι ανθρακικού εσωτερικά των μικροπόρων του εδάφους οι οποίοι ανεβάζουν τοπικά το pH του περιβάλλοντος σε υπερβολικό ύψος.

Αντίθετα εκτός της κηλίδας δεν παρατηρείται τέτοια άμεση επαφή των ριζιδίων με τις ραφίδες ανθρακικού ασβεστίου.

Η αύξηση του pH του εδάφους θεωρείται καθοριστικός παράγων ακινητοποίησης του σιδήρου και εκδήλωσης της χαρακτηριστικής χλώρωσης.

pH του εδάφους

Η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του εδάφους εξαρτάται από έναν μεγάλο αριθμό παραγόντων. Κατ' αρχήν, αλκαλικά άλατα όπως τα ανθρακικό νάτριο ή άλατα αλκαλικών γαιών όπως ανθρακικό ασβέστιο και μαγνήσιο, χαρακτηρίζουν εδάφη αλατούχα ή ασβεστούχα. Οι παρουσίες τους σε μεγάλες ποσότητες αυξάνει το pH.

Από το άλλο μέρος, τα οργανικά οξέα, το ελεύθερο αργίλιο, το διοξείδιο του άνθρακος, τα πρωτόνια (H^+), το μειώνουν. Σε εδάφη μη αλατούχα ή μη ασβεστώδη, η πίεση του διοξειδίου του άνθρακος, τα οργανικά οξέα, το ελεύθερο αργίλιο και τα πρωτόνια καθορίζουν το pH, το οποίο στις περιπτώσεις αυτές κυμαίνεται από 3.5 – 6.5. Εάν οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν το pH είναι η πίεση του διοξειδίου του άνθρακος και τα πρωτόνια των απορροφητικών επιφανειών, τότε αυτό κυμαίνεται μεταξύ 5 και 6.5. Εάν οι κύριοι παράγοντες είναι το ελεύθερο αργίλιο και τα οργανικά οξέα, τότε το pH κυμαίνεται μεταξύ 3.5 και 5.

Σε μη κορεσμένα εδάφη η ποσότητα του νερού έχει μεγάλη σημασία. Πράγματι η ξήρανση του εδάφους μειώνει τις στιβάδες του νερού γύρω από τα εδαφικά μόρια και προκαλεί μεγαλύτερη συμπίκνωση των κατιόντων. Τα κατιόντα ανταλλάσσονται με τα H^+ των κolloειδών και προκαλούν τη μείωση του pH εδαφικού διαλύματος. Εάν την αφυδάτωση ακολουθήσει ενυδάτωση, το pH αυξάνει.

Στα ασβεστούχα εδάφη, το ανθρακικό ασβέστιο κυρίως και δευτερευόντως το διοξείδιο του άνθρακος και η κυκλοφορία του νερού είναι παράγοντες που επηρεάζουν το pH και είναι υπεύθυνοι για την εκδήλωση της χλώρωσης. Σε ένα χλωρωτικό έδαφος η μειωμένη στράγγιση αυξάνει το pH. Επίσης, η προσθήκη οργανικών υλικών στο έδαφος τα οποία έχουν αποικοδομηθεί ανεπαρκώς, αυξάνει την πιθανότητα της εκδήλωσης της χλώρωσης.

Ριζικό σύστημα

Οι ρίζες των φυτών κατά την πρόσληψη κατιόντων εκλύουν στη ριζόσφαιρα πρωτόνια τα οποία έχουν την τάση να μειώνουν το pH. Η επίδραση του γενοτύπου ως προς τη δυνατότητα της μεταβολής του pH και της πρόσληψης του σιδήρου είναι διαφορετική. Στην αμπελοκαλλιέργεια χρησιμοποιείται σήμερα ένας μεγάλος αριθμός υποκειμένων με διαφορετική προσαρμοστική ικανότητα σε συνθήκες χλώρωσης. Έτσι η χλώρωση θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με την εκλογή του καταλλήλου υποκειμένου. Εάν παρ' όλα αυτά εμφανιστεί στον αμπελώνα, η αντιμετώπισή της είναι δύσκολη διότι απαιτεί συνήθως διαφυλλικές επεμβάσεις, οι οποίες επαναλαμβάνονται πολύ συχνά. Συνιστώνται από 3 – 5 επεμβάσεις με 0.6 – 0.7 % θειικό σίδηρο, οι οποίες γίνονται κατά την περίοδο της ταχείας ανάπτυξης των βλαστών και σε χρονικά διαστήματα 5 – 7 ημερών. Οι επεμβάσεις από το έδαφος είναι επίσης αντικοινομικές, διότι απαιτούνται μεγάλες ποσότητες θειικού σιδήρου (10L διαλύματος 10 % θειικού σιδήρου ανά φυτό). Επίσης αντικοινομικές είναι και οι επεμβάσεις με χηλικές μορφές σιδήρου).

Τοξικότητα των αλάτων

Είναι ενδιαφέρον να σχολιαστεί η τοξικότητα των αλάτων του εδάφους αν και βέβαια αυτή περιορίζεται σε μερικά παραλιακά εδάφη ή σε κλειστές λεκάνες, όπου τα νερά από παραπλήσιους ορεινούς όγκους κατέρχονται προς αυτές, μεταφέροντας διαλυμένα άλατα. Τότε, κάτω από συνθήκες χαμηλής στράγγισης και έντονης εξάτμισης, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν συνθήκες αλατότητας.

Τα συμπτώματα τοξικότητας εμφανίζονται όταν τα επίπεδα των αλάτων στο έδαφος φτάσουν στο 2 - 4 ‰ κατά βάρος εδάφους. Οι ζημιές που προκαλούνται στα φυτά οφείλονται είτε στη μείωση του υδατικού δυναμικού του εδαφικού νερού και κατά συνέπεια τη δύσκολη μετακίνησή του προς τις ρίζες των φυτών, είτε στην τοξικότητα των ιόντων χλωρίου. Επί πλέον, διάφορα φαινόμενα ανταγωνισμού σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη πρόσληψη

κάποιων στοιχείων. Έτσι, σε υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου μειώνουν την πρόσληψη ασβεστίου. Άλλοτε πάλι η αυξημένη παρουσία του ασβεστίου αυξάνει επίσης την πρόσληψη του καλίου.

Η άμπελος είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να θεωρείται μετρίως ευαίσθητο στα άλατα του εδάφους, σε αντίθεση με πολλά άλλα καλλιεργούμενα είδη τα οποία είναι πολύ ευαίσθητα.

Η τοξικότητα εμφανίζεται στην αρχή με μείωση της αύξησης των φυτών και ύστερα με τα πολύ χαρακτηριστικά συμπτώματα τοξικότητας στα φύλλα των οποίων το έλασμα ξηραίνεται περιφερειακά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το χλώριο συσσωρεύεται στο έλασμα των φύλλων. Η περιεκτικότητα του χλωρίου στα φύλλα στις περιπτώσεις αυτές φθάνει στο 1 % σε ξηρά ουσία. Η επίδραση του νατρίου είναι αμφιλεγόμενη, δεδομένου ότι η άμπελος η οποία καλλιεργείται σε αλκαλιωμένα εδάφη (βαθμός κορεσμού με νάτριο > 15%) δεν παρουσιάζει ή σπάνια παρουσιάζει συμπτώματα τοξικότητας νατρίου. Όμως σχεδόν πάντα η αυξημένη πρόσληψη νατρίου συνοδεύεται και από αυξημένη πρόσληψη χλωρίου και συνεπώς είναι δύσκολο να ξεχωριστούν τα συμπτώματα του ενός ή του άλλου ιόντος. Εξάλλου, το νάτριο περιέχεται πάντα στα φύλλα της αμπέλου και η περιεκτικότητά του σε σχέση με το χλώριο είναι μικρότερη και κυμαίνεται από το 1/2 - 1/10 αυτής του χλωρίου. Αυτό βέβαια από μόνο του δεν σημαίνει ότι το νάτριο δεν είναι υπεύθυνο για την τοξικότητα. Όμως έχει αποδειχτεί ότι η ένταση των συμπτωμάτων δεν συσχετίζεται με την περιεκτικότητα του Na στα φύλλα.

Η αυξημένη πρόσληψη του χλωρίου προκαλεί μείωση της φωτοσύνθεσης καθώς και μείωση της αύξησης των βλαστών.

Ένας από τους σπουδαιότερους κινδύνους αλάτωσης των εδαφών είναι η άρδευση με νερό υψηλής περιεκτικότητας σε άλατα. Το νερό της άρδευσης περιέχει διαλυτά άλατα τα οποία μπορεί να κυμαίνονται από λίγα μέχρι 5000 ppm σε μερικές ακραίες περιπτώσεις. Τότε κάτω από συνθήκες έντονης εξάτμισης συσσωρεύονται άλατα στο έδαφος σε ποσότητες που φθάνουν και ξεπερνούν τα 400mg /Kg εδάφους.

Σε ότι αφορά το νερό της άρδευσης θα πρέπει να ελέγχεται η περιεκτικότητά του σε κάποια ιόντα και να αποκλείεται η χρησιμοποίησή του όταν περιέχει:

$$Na > 5 - 10 \text{ meq /L}$$

$$Cl > 1\text{mg/L}$$

$$HCO_3 > 30\text{mg/L}$$

Σε ότι αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αυτή θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Θα πρέπει να αποκλείεται από την άρδευση νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεγαλύτερη από **2.5 dS/m**. (1dS/m = 1mmhos/cm) όταν οι συνθήκες ευνοούν την αλάτωση.

Σε κάθε περίπτωση συνιστάται η χρήση ανθεκτικών υποκειμένων στα άλατα

(1616C, 216 - 3Cl, 1613C). Επίσης συνιστάται η απομάκρυνση των αλάτων από το έδαφος, με τις γνωστές τεχνικές βελτίωσης και έκπλυσης με μεγάλες ποσότητες νερού καλής ποιότητας.

Προβλήματα οξίνων εδαφών

Σε όξινα εδάφη με χαμηλή εναλλακτική ικανότητα παρατηρούνται προβλήματα που οφείλονται βασικά στην έλλειψη των δισθενών κατιόντων Ασβεστίου και Μαγνησίου, του Βορίου, καθώς επίσης και στις τοξικές συγκεντρώσεις Μαγγανίου, Αργιλίου και πιο σπάνια Χαλκού.

Τα εδάφη αυτά προέρχονται από μητρικά πετρώματα τα οποία δημιουργούν όξινα εδάφη και στις περισσότερες των περιπτώσεων έχουν υποστεί εκτεταμένες εκπλύσεις, οι οποίες απομακρύνουν πολλά αλκαλιμέταλλα ή μέταλλα αλκαλικών γαιών (Na, Ca, Mg κλπ).

Η μακροχρόνια χρησιμοποίηση του θείου ως αναντικατάστατου μέσου προστασίας κατά του ωιδίου στα αμπελουργικά εδάφη (5 – 15 kg/στρ./έτος κατά μέσον όρο), έχει επιβαρύνει επίσης την οξύτητα των εδαφών κατά πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ' ό τι κάποια λιπάσματα τα οποία συνήθως οξινίζουν το έδαφος. Η προσθήκη για παράδειγμα θειικής αμμωνίας, έχει μικρότερη συμβολή, λόγω της περιορισμένης ποσότητας που προστίθεται στα αμπελουργικά εδάφη σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται με άλλα είδη.

Πολλές φορές τα φυτά υφίστανται μεγάλες ζημίες αλλά απ ό τι φαίνεται δεν είναι αυτή καθαυτή η συγκέντρωση των ιόντων H^+ που τις προκαλεί δεδομένου ότι η άμπελος σε θρεπτικά διαλύματα αναπτύσσεται σε pH πολύ χαμηλότερα από αυτά που συνήθως προκαλούν ζημία σε συνθήκες υπαίθρου.

Τα όξινα εδάφη συνήθως χαρακτηρίζονται από χαμηλές συγκεντρώσεις κάποιων στοιχείων και μικρές ποσότητες οργανικής ουσίας και ως εκ τούτου δεν ευνοούν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών.

Έλλειψη κατιόντων

Σε ότι αφορά την έλλειψη δισθενών κατιόντων τα συμπτώματα στα φύλλα μοιάζουν με αυτά της έλλειψης Μαγνησίου οι οποίες συνοδεύονται με περιφερειακές νεκρώσεις του ελάσματος. Οι νεκρώσεις αυτές σιγά - σιγά επεκτείνονται σε όλο το έλασμα και αργότερα τα φύλλα πέφτουν. Τα αναλυτικά χαρακτηριστικά των φύλλων στις περιπτώσεις αυτές εμφανίζονται με χαμηλές συγκεντρώσεις Μαγνησίου και Ασβεστίου, οι οποίες συχνά συνοδεύονται με υψηλές συγκεντρώσεις Καλίου. Η αντιμετώπιση αυτών των ελλείψεων συνίσταται στην προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων δολομίτη στο έδαφος για την αποκατάσταση του Μαγνησίου και του ασβεστίου με παράλληλη διόρθωση του pH. Οι περιπτώσεις όμως αυτές απαντώνται και σε άλλα εδάφη.

Σε ότι αφορά τις τοξικές συγκεντρώσεις μερικών στοιχείων, αυτές οφείλονται στη μετατροπή τους σε ιονική μορφή λόγω του χαμηλού pH και την αύξησή τους

στο εδαφικό διάλυμα.

Τοξικότητα Χαλκού

Οφείλεται στο γεγονός ότι ο Χαλκός, ο οποίος προέρχεται από τις επεμβάσεις για την καταπολέμηση των μυκητολογικών ασθενειών, λόγω της μικρής διαλυτότητάς του συσσωρεύεται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Πράγματι, το στοιχείο αυτό είναι πάρα πολύ σημαντικό στην αμπελοκαλλιέργεια και τα αμπελουργικά εδάφη έχουν δεχθεί για πάρα πολλά χρόνια (από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα) μεγάλες ποσότητες (1.5 – 5 Kg/στρ./έτος). Άρα, είναι φυσικό στα εδάφη αυτά να ξεπερνάει τα 500 mg/Kg.

Σε όξινο pH διαλυτοποιείται και επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη κυρίως των νεαρών φυτών. Τα ηλικιωμένα φυτά λόγω βαθύτερου ριζικού συστήματος επηρεάζονται λιγότερο.

Συνήθως η φυτοτοξικότητα παρουσιάζεται όταν μετά την εκρίζωση ενός παλαιού αμπελώνα ακολουθήσει άλλη καλλιέργεια επιπολαιόριζη ή επαναφύτευση του αμπελώνα. Εμφανίζεται στα φυτά της αμπέλου υπό τη μορφή της πολύ βραδείας ανάπτυξης των φυτών χωρίς ιδιαίτερα συμπτώματα στα φύλλα. Τα επίπεδα του χαλκού στα φύλλα παραμένουν κανονικά, δεδομένου ότι το στοιχείο αυτό δεν μετακινείται προς το υπέργειο τμήμα. Σε ότι αφορά το ριζικό σύστημα, παρατηρείται μια πολύ μειωμένη έως ατροφική ανάπτυξη.

Για να εκδηλωθεί η τοξικότητα χαλκού θα πρέπει εκτός του χαμηλού pH να υπάρχει επαρκής ποσότητα ανταλλαξιμού χαλκού και η εναλλακτική του ικανότητα να είναι χαμηλή. Έτσι λοιπόν για μια καθορισμένη περιεκτικότητα χαλκού στο έδαφος η πιθανότητα ζημίας είναι μεγαλύτερη εφόσον η C.E.C. είναι χαμηλή.

Τα όρια στα οποία θα μπορούσε να εμφανιστεί η τοξικότητα είναι:

pH: <6

Cu: 25mg/Kg για τα αμμώδη εδάφη

100 mg/Kg για τα αργιλώδη

Στην περίπτωση της τοξικότητας του χαλκού επιβάλλεται η ανύψωση του pH του εδάφους. Επίσης στα όξινα εδάφη θα πρέπει να περιορίζονται οι συχνές επεμβάσεις με χαλκό και να προτιμώνται ενώσεις χαλκού με μικρή περιεκτικότητα σε μεταλλικό χαλκό. Σε ότι αφορά τα λιπάσματα θα πρέπει να αποφεύγονται ενώσεις που μειώνουν το pH.

Τοξικότητα Αργιλίου

Το Αργίλιο σε χαμηλό pH (<4.8) μεταπίπτει αυτό σε ιονική μορφή και προσλαμβάνεται από τις ρίζες. Δεν μετακινείται προς το υπέργειο τμήμα και ως εκ τούτου η τοξικότητά του δεν διαπιστώνεται με τη φυλλοδιαγνωστική. Το Αργίλιο εμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών της αμπέλου ακόμη και όταν προσλαμβάνεται

σε μικρές ποσότητες. Ιδιαίτερα αναστέλλει την ανάπτυξη των νεαρών φυτών μετά την εγκατάστασή τους στον αμπελώνα και πολλές φορές τα καταστρέφει. Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά συμπτώματα τοξικότητας, παρά μόνο η μειωμένη ανάπτυξη των ριζών και του υπεργείου τμήματος των φυτών. Οι ρίζες πολλές φορές αποκτούν παχύ φλοιό και συστρέφονται. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι στον αμπελώνα δεν υπάρχει αυτοφυής βλάστηση.

Σε ότι αφορά την πιθανότητα εκδήλωσης της τοξικότητας, αυτή εμφανίζεται σε:

$$pH < 4.8(HCl)$$

περιεκτικότητα σε Αργίλιο, 50 – 100mg/Kg εδάφους

Τοξικότητα Μαγγανίου

Απαντάται σε πολύ περιορισμένη έκταση. Η τοξικότητα Μαγγανίου εμφανίζεται με χαρακτηριστικά συμπτώματα στους βλαστούς και τα φύλλα. Στους βλαστούς παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξη και εμφάνιση χαρακτηριστικών μελανόμορφων κηλίδων, οι οποίες παρατηρούνται τόσο στα μεσογονάτια όσο και στα γόνατα, τους έλικες ή ακόμη και τους βοστρύχους. Τα φύλλα αποκτούν περιφερειακές νεκρώσεις οι οποίες μπορεί να επεκτείνονται σε όλο το έλασμα. Επίσης, αναδιπλώνονται, παραμένουν μικρά και τελικά πέφτουν.

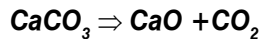
Η ανάλυση των φύλλων εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις Μαγγανίου που φθάνουν τα 200 - 500 ppm. και μερικές φορές μέχρι και τα 3000 ppm. Οι κανονικές συγκεντρώσεις είναι 10 - 20 ppm. Το χαμηλό pH και η αναερόβωση ευνοούν την εμφάνιση διαλυτών μορφών Μαγγανίου.

Σε μελέτες που έγιναν με θρεπτικά διαλύματα σε ελεγχόμενες συνθήκες, τα συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα των φυτών είναι τελειώς διαφορετικά και είναι παραπλήσια με αυτά της χλωρώσης σιδήρου. Σε συνθήκες υπαίθρου φαίνεται ότι το πρόβλημα είναι περισσότερο πολύπλοκο και σχετίζεται με τις οξειδαναγωγικές ιδιότητες και την υδατική κατάσταση του εδάφους. Φαίνεται ότι σε pH <5 και περιεκτικότητα σε Mn > 100 ppm μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα τοξικότητας.

Σε κάθε περίπτωση που αφορά την τοξικότητα Cu, Al, και Mn θα πρέπει να διορθώνεται το pH του εδάφους. Ενδείκνυται λοιπόν προσθήκη ασβέστου. Έχει παρατηρηθεί ότι ο συνδυασμός αλάτων του Mg καθώς και η προσθήκη οργανικών υλικών για την αύξηση της οργανικής ουσίας συμβάλλει στην καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων των οξίνων εδαφών.

Ιδιαίτερα κατά τις αναμπελώσεις θα πρέπει να προσδιορίζεται το pH και η διαθεσιμότητα των μετάλλων αυτών και να προηγείται βελτίωση του pH, καθώς και λίπανση σε βάθος λόγω της ευαισθησίας των νεαρών φυτών.

Υλικά ασβέστωσης των εδαφών. Ένα από βασικότερα υλικά που χρησιμοποιείται για τη αύξηση του pH των οξίνων εδαφών είναι το CaO το οποίο προέρχεται από την πύρωση του CaCO₃ στους 1.100 °C.



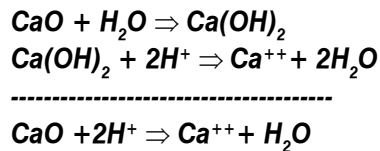
Εάν ληφθεί ως βάση το καθαρό CaO τότε τα υλικά που είναι διαθέσιμα κατατάσσονται με την ακόλουθη σειρά ως προς το δυναμικό εξουδετέρωσης:

CaO του εμπορίου: 85%

Ca(OH)₂ 70%

CaCO₃ 50%

Το CaO αντιδρά γρήγορα με το νερό και τα ιόντα H⁺ και η αλληλουχία των αντιδράσεων είναι η εξής:



Το CaCO₃ αντιδρά πιο αργά:

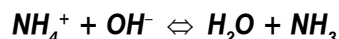


Υπολογισμός της ποσότητας ασβέστου

Για τον υπολογισμό της ποσότητας ασβέστου που θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος μπορεί κανείς υπολογίσει την ποσότητα εργαστηριακά:

Ζυγίζονται δείγματα εδάφους των 10 g τοποθετούνται σε κωνικές φιάλες των 50 ml. Προστίθενται σε κάθε μία από τις 5 φιάλες 25 ml αποσταγμένου νερού και διαδοχικά σε κάθε μία από αυτές 0.0, 0.01, 0.02, 0.04 και 0.08 g υδροξειδίου του ασβεστίου. Οι φιάλες στη συνέχεια ανακινούνται για 16 ώρες. Μετράται ύστερα το pH και οι μετρήσεις του pH και των αντίστοιχων ποσοτήτων αναγράφονται στους άξονες συμμετρίας. Σημειώνεται η ποσότητα ασβεστίου που αντιστοιχεί στο ουδέτερο pH και αυτό ανάγεται στο βάρος εδάφους ανά στρέμμα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ποσότητες που απαιτούνται πολλές φορές ανάλογα με το pH και τον εδαφικό τύπο είναι της τάξης των 500Kg και ενός τόνου σε ισοδύναμα CaO το στρέμμα τα οποία θα πρέπει να προστίθενται σε μια περίοδο από 3 – 5 έτη. Μπορεί να εφαρμόζεται οποιαδήποτε εποχή του έτους αρκεί το έδαφος να έχει τέτοια περιεκτικότητα σε νερό η οποία θα επιτρέπει την κατεργασία του εδάφους. Θα πρέπει επιπλέον να λαμβάνεται μέριμνα έτσι ώστε να μην υπάρχουν στο έδαφος ιόντα NH₄ τα οποία προέρχονται από ανάλογα λιπάσματα για να αποφεύγεται ο σχηματισμός NH₃ η οποία διαφεύγει στην ατμόσφαιρα:



Η βελτίωση του pH εκτός βέβαια των άμεσων προβλημάτων που αντιμετωπίζει και πέραν της διαθεσιμότητας μερικών στοιχείων, ευνοεί την ανάπτυξη των βακτηρίων και την αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας.

Έχει αναφερθεί προηγουμένως ότι στις περιπτώσεις κατά τις οποίες θα πρέπει να προστεθεί άσβεστος δεν αρκεί μόνον η ανάλυση και ο προσδιορισμός του ολικού ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος, αλλά αυτή θα πρέπει να συμπληρώνεται με τον προσδιορισμό της εναλλακτικής ικανότητας του εδάφους (C.E.C.) και των επιπέδων της προσρόφησης του απορροφητικού συνδέσμου των κολλοειδών αργιλικών και οργανικών συμπλόκων με ασβέστιο. Ο παρακάτω πίνακας δίνει γενικές οδηγίες για τις ποσότητες καθώς και τον τύπο των προϊόντων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με την C.E.C. του εδάφους και την αναλογία προσρόφησης του Ca.

Ποσότητες CaO που θα πρέπει να προστεθούν στο έδαφος σε Kg/στρ. και οι τύποι των προϊόντων.

Ποσότητες CaO που θα πρέπει να προστεθούν στο έδαφος σε Kg/στρ. και οι τύποι των προϊόντων.

Αναλογία Ca (% C.E.C.)	CEC (meq/100g)		
	<12	12-20	>20
>60	0	0	0
50-60	150	200	300
40-49	200	300	350
<40	300	350	400

Τύπος του προϊόντος	Δολομίτης χονδρόκοκκος μικράς διαλυτότητας (30% CaO)	Δολομίτης λεπτός (45% CaO)	Λειπή άσβεστος (45% CaO)
---------------------	--	----------------------------	--------------------------

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, όταν η αναλογία του ασβεστίου στη C.E.C. πέφτει κάτω από το 50%, τότε υπάρχει ανάγκη ασβέστωσης δεδομένου ότι εκτός του pH εμφανίζονται και προβλήματα μεταβολισμού του ασβεστίου, ιδιαίτερα όταν η αναλογία αυτή πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Σε όξινα εδάφη της περιοχής ελαιοχωρίου Καβάλας, όπου διαπιστώθηκε πολύ χαμηλή αναλογία ασβεστίου στη C.E.C. (< 20%), παρουσιάζονταν σοβαρά προβλήματα μεταβολισμού του ασβεστίου με χαρακτηριστικά συμπτώματα στις ράγες της ποικιλίας Victoria.

Τοξικότητα μολύβδου

Ο μολύβδος συγκαταλέγεται μεταξύ των βαρέων μετάλλων που συσσωρεύονται τόσο στις ράγες των καρπών της αμπέλου όσο και στα φύλλα. Έτσι αμπελώνες

που βρίσκονται κοντά σε βιομηχανικές περιοχές όσο και σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας θα πρέπει να ελέγχονται για τα επίπεδα μόλυνσης στο έδαφος. Περιεκτικότητα του εδάφους σε μόλυβδο που ξεπερνά τα 50 ppm έχει ως συνέπεια την αυξημένη περιεκτικότητα σε μόλυβδο τόσο των φύλλων όσο και των ραγών. Σ' αυτές τις περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι η μικροβιακή κατάσταση του εδάφους και ιδιαίτερα οι συμβιωτικές σχέσεις μειώνουν την πρόσληψη του μολύβδου από τα φυτά. Στη περίπτωση του μολύβδου δεν τίθεται θέμα τοξικότητας για τα φυτά της αμπέλου δεδομένου ότι αυξημένες ποσότητες στις ράγες, όπου συσσωρεύεται, καθιστούν τη χρησιμοποίησή τους απαγορευτική ως προϊόντα διατροφής. Προς τούτο η ανώτερη ημερήσια ποσότητα που μπορεί να προσλαμβάνει ο άνθρωπος είναι 200 – 300 μg του στοιχείου αυτού. Σε πειράματα που έγιναν, φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα το οποίο περιείχε 50 mg/Kg μολύβδου, η αντίστοιχη περιεκτικότητα στα φύλλα και τις ράγες ήταν 3 mg/Kg και 645 mg/Kg αντίστοιχα.