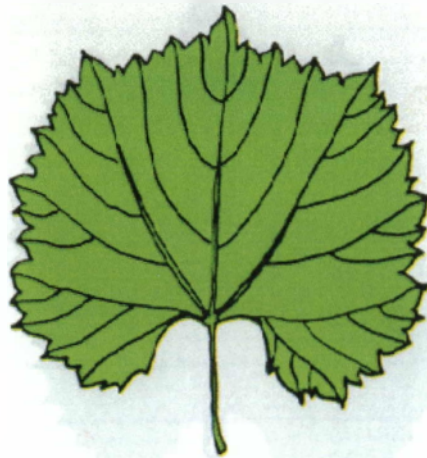


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Τ Ε Ι Κ Α Λ Α Μ Α Τ Α Σ
Τ Μ Η Μ Α
Ε Κ Δ Ο Σ Ι Ε Ω Ν & Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η Σ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Αξιολόγηση τεσσάρων υποκειμένων αμπέλου ως προς την αντοχή τους στη 'χλώρωση των ασβεστούχων εδαφών'



Σπουδάστρια: Καλλιανά Ευανθία

Εισηγήτρια: Δρ Άννα Ασημακοπούλου

Καλαμάτα 2010

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Αξιολόγηση τεσσάρων υποκειμένων αμπέλου ως προς την αντοχή τους στη 'χλώρωση των ασβεστούχων εδαφών'

Σπουδάστρια: Καλλιανά Ευανθία

Εισηγήτρια: Δρ Άννα Ασημακοπούλου

Καλαμάτα 2010

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

	Σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1. Βοτανική ταξινόμηση	6
1.2. Ανόργανη θρέψη της αμπέλου	
1.2.1. Άζωτο (N)	6
1.2.2. Φώσφορος (P)	8
1.2.3. Κάλιο (K)	9
1.2.4. Λίπανση της αμπέλου με άζωτο, φώσφορο και κάλιο	11
1.2.5. Ασβέστιο (Ca)	15
1.2.6. Μαγνήσιο (Mg)	16
1.2.7. Βόριο (B)	18
1.2.8. Ψευδάργυρος (Zn)	19
1.2.9. Μαγγάνιο (Mn)	20
1.2.10. Χαλκός (Cu)	21
1.2.11. Σίδηρος (Fe)	21
1.3. Υποκείμενα αμπέλου	23
1.3.1. Κριτήρια επιλογής κατάλληλου υποκειμένου	24
1.3.2. Σπουδαιότερα υποκείμενα	27
1.4. Σκοπός της μελέτης	33
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	34
2.1. Φυτικό υλικό	34
2.2. Ποσοτική εκτίμηση των συμπτωμάτων 'χλώρωσης'	36
2.3. Χημική ανάλυση φυτικών ιστών	37
2.4. Πειραματικό σχέδιο	38
2.5. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων	38
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	40
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής διερευνήθηκε με τη μέθοδο της υδροπονίας, η διαφοροποίηση της αντοχής τεσσάρων υποκειμένων αμπέλου στην τροφοπενία σιδήρου που προκαλείται είτε εξαιτίας της επίδρασης υψηλής συγκέντρωσης διττανθρακικών ανιόντων στο θρεπτικό διάλυμα (προσπάθεια απομίμησης των εδαφικών διαλυμάτων ασβεστούχων εδαφών) ή λόγω πραγματικής έλλειψης σιδήρου από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στη Δρα Άννα Ασημακοπούλου, Καθηγήτρια Εφαρμογών στη Δενδροκομία, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε τόσο κατά την διάρκεια του πειραματικού μέρους όσο και κατά την συγγραφή της πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η διαφοροποίηση της αντοχής τεσσάρων υποκειμένων αμπέλου στην τροφοπενία σιδήρου που προκαλείται είτε εξαιτίας της επίδρασης υψηλής συγκέντρωσης διττανθρακικών ανιόντων που συγκεντρώνονται στα εδαφικά διαλύματα των ασβεστούχων εδαφών ή λόγω της πραγματικής έλλειψης σιδήρου από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Τα υποκείμενα που αξιολογήθηκαν ήταν τα ευρέως χρησιμοποιούμενα στη χώρα μας 41B και 110 R, καθώς και τα 1103P και 140Ru, που τα τελευταία χρόνια αποκτούν συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον. Η διαφοροποίηση της αντοχής τους μελετήθηκε από πλευράς εκδήλωσης χλωρωτικών φαινομένων, αύξησης των πειραματικών φυτών καθώς και συγκέντρωσης των φύλλων τους σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν ήταν:

1. Το θρεπτικό διάλυμα που περιείχε υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ($\text{ΘΔ} + \text{HCO}_3$), ως προσπάθεια απομίμησης του εδαφικού διαλύματος των ασβεστούχων εδαφών, κρίθηκε κατάλληλο για την αξιολόγηση υποκειμένων αμπελιού ως προς την αντοχή τους στην ασβεστιογενή χλώρωση.

2. Τα συμπτώματα χλώρωσης αποτέλεσαν πιο αξιόπιστο δείκτη της θρεπτικής κατάστασης υποκειμένων αμπέλου ως προς σίδηρο σε σύγκριση με την αύξηση και τη συγκέντρωση διαφόρων θρεπτικών στοιχείων, μεταξύ των οποίων και του σιδήρου, στα φύλλα τους.

3. Το 41B επέδειξε τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στη χλώρωση, η οποία αποδόθηκε στη μεγαλύτερη σχέση ρίζας/υπέργειο τμήμα του υποκειμένου σε σύγκριση με τα υπόλοιπα τρία που περιλήφθηκαν στην παρούσα μελέτη.

4. Ανεξάρτητα των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν, το 140Ru παρουσίασε τη σημαντικά μικρότερη αύξηση σε σύγκριση με αυτή των υποκειμένων 1103P, 41B και 110R.

5. Το 140Ru παρουσίασε, επίσης, σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Mn, Zn και B ενώ το 1103 P σημαντικά υψηλότερο Fe. Το 41B παρουσίασε σημαντικά υψηλότερο Fe σε σχέση με τα 110R και 140Ru καθώς και υψηλότερο N ενώ το 110R τη σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση ολικού N.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το αμπέλι ανήκει στην οικογένεια *Vitaceae* (ή *Ampelidaceae*) της τάξης *Ramiales*. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει 14 γένη, από τα οποία μόνο το γένος *Vitis* ενδιαφέρει την αμπελουργία. Σ' αυτό υπάγονται τα υπογένη:

A) *Euvitis*, στο οποίο ανήκει το είδος *Vitis vinifera* (Αμπελος η οινοφόρος) δηλαδή το ευρωπαϊκό αμπέλι, καθώς και διάφορα ασιατικά και αμερικανικά είδη, μεταξύ των οποίων είναι τα *V. Berlandieri*, *V. rupestris* και *V. riparia*.

B) *Muscandinia*, που περιλαμβάνει είδη της Β. Αμερικής, έχοντα αξία κυρίως για την αντοχή μερικών ποικιλιών στις προσβολές της φυλλοξήρας, των νηματωδών και στον ιό του μολυσματικού εκφυλισμού. Αυτές οι ποικιλίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διασταυρώσεις με ποικιλίες του υπογένους *Euvitis* για τη δημιουργία υποκειμένων ανθεκτικών στις πιο πάνω παθήσεις και εντομολογικούς εχθρούς.

Το *V. vinifera* διακρίνεται σε δύο υποείδη: το *V. vinifera silvestris* (άγριο αμπέλι) και το *V. vinifera sativa* που προήλθε από το προηγούμενο υποείδος και περιλαμβάνει όλες τις καλλιεργούμενες ποικιλίες.

1.2. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

1.2.1. ΑΖΩΤΟ (N)

Το άζωτο απορροφάται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ό,τι όλα τα άλλα θρεπτικά στοιχεία. Μετέχει στη σύσταση των πρωτεϊνών (18% N), των αμινοξέων, των ενζύμων, των νουκλεϊνικών οξέων, πολλών συνενζύμων και προσθετικών ομάδων (NAD, NADP) καθώς και βιταμινών. Μαζί με το μαγνήσιο δημιουργεί δεσμούς στο μόριο της χλωροφύλλης.

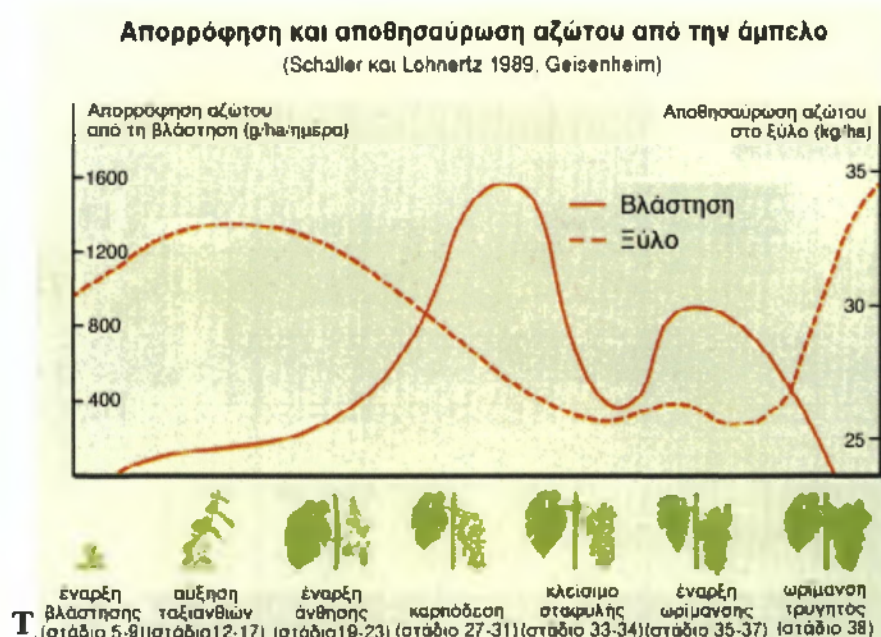
Η πρόσληψη του αζώτου γίνεται ενεργά (αντίθετα με την πτώση του ηλεκτροχημικού δυναμικού) υπό τη μορφή των ανόργανων ιόντων NO_3^- και NH_4^+ μέσω του ριζικού συστήματος. Η μετακίνησή του υπό τη μορφή αμινοξέων μέσω του ξυλώματος και του φλοιώματος είναι καλή. Η μορφή με την οποία απορροφάται το άζωτο από το έδαφος εξαρτάται από το pH του εδάφους καθώς και από άλλους

παράγοντες. Η καλή ανάπτυξη και η υψηλή παραγωγή στο αμπέλι προϋποθέτει μια επαρκή θρέψη του φυτού με άζωτο.

Ανάγκες του αμπελιού σε άζωτο

Από την έκπτυξη των οφθαλμών έως την εμφάνιση των πρώτων 5-6 φύλλων, οι ανάγκες του αμπελιού σε άζωτο είναι ελάχιστες και καλύπτονται στο μεγαλύτερο ποσοστό από την κινητοποίηση αποθηκευμένων ουσιών στο ξύλο καθώς η ποσότητα του αποθηκευμένου αζώτου είναι σχετικά υψηλή, περίπου 3 kg/στρ.

Η πρώτη αξιόλογη πρόσληψη αζώτου μέσω του ριζικού συστήματος από το έδαφος γίνεται μετά την εμφάνιση των πρώτων 5-6 φύλλων. Η μέγιστη πρόσληψη παρατηρείται μετά το στάδιο της άνθησης, μεταξύ της καρπόδεσης και όταν οι ράγες έχουν μέγεθος μπιζελιού. Αντίθετα, οι ανάγκες του αμπελιού σε άζωτο μέχρι την έναρξη της ωρίμανσης των σταφυλιών είναι πολύ μικρές. Με την έναρξη της ωρίμανσης, αυξάνονται πάλι οι ανάγκες του αμπελιού σε άζωτο, αλλά δε φθάνουν τα προηγούμενα επίπεδα. Το υποκείμενο επηρεάζει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, το οποίο, ανάλογα με την εποχή, έχει άμεση επίδραση στην πρόσληψη του αζώτου και κατά συνέπεια στην περιεκτικότητα της αμπέλου σε άζωτο, η οποία δρα με τη σειρά της πάνω στην παραγωγή φυτικής μάζας της ποικιλίας και κατά συνέπεια στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Οι διαφορετικές αποστάσεις φύτευσης καθώς και τα διαφορετικά συστήματα μόρφωσης έχουν μηδαμινή επιρροή πάνω στην περιεκτικότητα του αμπελιού σε άζωτο.



Σχεδιάγραμμα 1. Πρόσληψη N σε διάφορα φαινολογικά στάδια του αμπελιού

Σήμερα, σε σύγχρονους αμπελώνες, παρατηρούνται σπάνια πραγματικές τροφοπενίες αζώτου. Η έλλειψη αζώτου εκδηλώνεται με μια χαρακτηριστική ανοιχτή πράσινη έως κίτρινη απόχρωση του φυλλώματος (διάχυτη χλώρωση) και με μια συνολικά μειωμένη ανάπτυξη του αμπελιού. Λίγο μετά την έναρξη της βλαστικής περιόδου μπορούν να παρατηρηθούν στα συνήθως λεπτά και μικρά φύλλα διάχυτα κτρινίσματα, ενώ οι μίσχοι και οι μη ξυλοποιημένοι βλαστοί παρουσιάζουν ακόμα και σε λευκές ποικιλίες μια λιγότερο ή περισσότερο έντονη ερυθρωπή απόχρωση.

Η κατά μήκος και κατά πάχος αύξηση του βλαστού καθώς και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος επηρεάζονται επίσης αρνητικά. Όταν το άζωτο του εδάφους είναι ανεπαρκές, το στοιχείο μετακινείται από τα φύλλα στα ωριμάζοντα σταφύλια και έτσι δημιουργούνται χλωρώσεις, ξηράνσεις φύλλων καθώς και πρόωρη φυλλόπτωση.

Περίσσεια αζώτου

Σε συνθήκες υπερβολικής πρόσληψης αζώτου, η δομή των ιστών είναι μαλακή, με αποτέλεσμα η ευπάθεια του αμπελιού σε παρασιτικές ασθένειες και εχθρούς, καθώς και σε δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες, όπως η ξηρασία και οι παγετοί, να είναι αυξημένη. Η περίσσεια αζώτου προκαλεί μείωση της παραγωγής και της ποιότητας των σταφυλιών, επηρεάζει αρνητικά την ωρίμανση του ξύλου και την περιεκτικότητά του σε ξηρή μάζα και άμυλο.

1.2.2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)

Η πρόσληψη του φωσφόρου από το ριζικό σύστημα γίνεται ενεργητικά και με μεγάλη ένταση γι' αυτό τα κύτταρα της ρίζας μπορεί να παρουσιάζουν συγκεντρώσεις φωσφόρου 100-1000 φορές υψηλότερες από αυτές του εδαφικού διαλύματος.

Η πρόσληψη του φωσφόρου από το αμπέλι ευνοείται μεταξύ pH 5.8 - 7.2. Σε pH < 5,8 και > 7,5 ο φώσφορος βρίσκεται σε αδιάλυτες μορφές, οι οποίες δεν μπορούν να απορροφηθούν από το φυτό. Μετά την πρόσληψη του στοιχείου από το φυτό, ο P κινείται εύκολα και με τα δύο ρεύματα και ακολουθεί ο μεταβολισμός του στα νεαρά κυρίως φυτικά όργανα.

Ο φώσφορος, λαμβάνει μια ξεχωριστή θέση στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και στη σύνθεση των ενζύμων. Επιπλέον, ο φώσφορος αποτελεί βασικό συστατικό για τη σύνθεση συνενζύμων, των σημαντικών χημικών ενώσεων που

χρησιμοποιούνται από όλους τους οργανισμούς για τη δέσμευση και μεταφορά της μεταβολικής ενέργειας. Από την ολική ποσότητα του φωσφόρου, 56% βρίσκεται στα βλαστικά όργανα και 44% στα αναπαραγωγικά όργανα του αμπελιού. Σημαντικές ποσότητες βρίσκονται στα γίγαρτα, οι οποίες κινητοποιούνται με τη βλάστηση του νεαρού φυταρίου.

Τροφοπενία φωσφόρου

Η έλλειψη φωσφόρου έχει αρνητικές συνέπειες στην ανάπτυξη και στην απόδοση του αμπελιού. Χαρακτηριστικά συμπτώματα της τροφοπενίας P είναι τα μικρότερα σε μέγεθος και σκληρά φύλλα, σκούρας έως φαιοπράσινης απόχρωσης, ενώ επιπλέον μπορούν να παρουσιαστούν και ερυθρωποί χρωματισμοί (εμφάνιση ανθοκυανών). Επίσης, ανεπαρκής θρέψη ως προς P προκαλεί περιορισμένη ανάπτυξη βλαστών και ριζικού συστήματος, καθώς και μειωμένο αριθμό ανθέων, γιγάρτων και ραγών, καθώς και πρόωρη φυλλόπτωση.

Περίσσεια φωσφόρου

Περίσσεια πρόσληψης φωσφόρου προκαλεί διαταραχές οι οποίες εκδηλώνονται με τροφοπενία ψευδαργύρου, και κατά δεύτερο λόγο χαλκού και μαγγανίου ενώ στα ασβεστούχα εδάφη η υπερβολική παρουσία P επιταχύνει το φαινόμενο της χλώρωσης σιδήρου. Συνέπεια της υπερβολικής πρόσληψης P είναι η περιορισμένη ανάπτυξη, ενώ τα φύλλα παραμένουν μικρά και η παραγωγή μειώνεται σταδιακά μέχρι την πλήρη ακαρπία.

1.2.3. ΚΑΛΙΟ (K)

Το κάλιο είναι αναμφισβήτητα ένα από τα σπουδαιότερα στοιχεία για τον μεταβολισμό του αμπελιού. Η πρόσληψη του καλίου ως ιόν K^+ γίνεται ακόμα και από διαλύματα μικρών συγκεντρώσεων ($< 0,5 \text{ mM}$) ενεργητικά δηλ. αντίθετα με την πτώση του ηλεκτροχημικού δυναμικού, και σχετικά γρήγορα, ούτως ώστε να παρεμποδίζεται η πρόσληψη άλλων ανταγωνιστικών με το κάλιο κατιόντων όπως νατρίου, μαγνησίου και ασβεστίου. Η μεγάλη κινητικότητα του καλίου μέσα στο φυτό και στα δύο ρεύματα, ανοδικό και καθοδικό, καθιστά δυνατό το γρήγορο εφοδιασμό των μεριστωματικών ιστών.

Οι πολύπλευρες λειτουργίες του καλίου στο φυτικό μεταβολισμό βασίζονται κυρίως στο ό,τι η πρόσληψη του καλίου δημιουργεί υψηλές οσμωτικές τιμές στα κύτταρα και έτσι επηρεάζει την πρόσληψη του νερού και κατά συνέπεια την υδατική οικονομία του φυτού. Η σωστή θρέψη του αμπελιού με κάλιο μειώνει το συντελεστή διαπνοής ούτως ώστε καθιστά δυνατό το γρήγορο άνοιγμα και κλείσιμο των στομάτων, οπότε προλαμβάνεται η άσκοπη απώλεια ύδατος. Η μεταφορά του ύδατος από το έδαφος υποστηρίζεται από το κάλιο με την αύξηση της ριζικής πίεσης. Επίσης, το Κ ενεργοποιεί πάνω από 40 διαφορετικές ενζυμικές αντιδράσεις που έχουν σχέση με την ανάπτυξη.

Η μέγιστη πρόσληψη καλίου από το αμπέλι γίνεται 3-5 εβδομάδες μετά την ανθοφορία και κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των ραγών. Οι ράγες αποτελούν τον ισχυρότερο πόλο έλξης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

Κάτω από ελλιπή τροφοδοσία με κάλιο, τα στέμφυλα παρουσιάζουν σχεδόν τέσσερις φορές υψηλότερες συγκεντρώσεις από ό,τι οι μίσχοι των φύλλων, εφόσον οι ράγες τροφοδοτούνται από τα φύλλα συνεχώς με κάλιο. Η μετατόπιση του καλίου από τα φύλλα στα σταφύλια, αρχίζει λίγο πριν το γυάλισμα και διαρκεί με αυξανόμενη ένταση μέχρι να μετατοπισθεί το 75-80% του καλίου που βρισκόταν αρχικά στα φύλλα. Όμως ακόμη και κάτω από μεγάλη έλλειψη καλίου, παραμένει ένα υπόλειμμα καλίου (15%) στα φύλλα.

Τροφοπενία καλίου

Διαταραχές στο αμπέλι λόγω ελλιπούς θρέψης με κάλιο παρουσιάζονται στα διάφορα φαινολογικά στάδια με διαφορετικό τρόπο. Την άνοιξη, κατά την έκπτυξη των νεαρών φύλλων δημιουργούνται ερυθρές έως καστανές αποχρώσεις, οι οποίες αρχίζουν περιφερειακά και μεγαλώνουν γρήγορα προς το κέντρο του φύλλου. Επίσης μεταξύ των νευρώσεων παρουσιάζονται ελαφρώς καστανές νεκρώσεις σε σχήμα κηλίδων, οι οποίες αργότερα μετατρέπονται, όπως οι περιφερειακές νεκρώσεις, σε σκούρες καστανές έως μελανές αποχρώσεις. Με την έναρξη των περιφερειακών νεκρώσεων γυρίζουν τα άκρα των φύλλων προς τα πάνω.

Το καλοκαίρι μετά το πέρας της αύξησης των φύλλων, δεν εμφανίζονται πλέον περιφερειακές νεκρώσεις, παρά μόνο σπάνια. Όταν επικρατεί ξηρασία και η ακτινοβολία του ήλιου είναι έντονη μπορούν να διαπιστωθούν γυαλιστερές ανοιχτόχρωμες κηλίδες μεταξύ των νεύρων, οι οποίες δημιουργούνται λόγω της αποκόλλησης των επιδερμικών κυττάρων από την εφυμενίδα. Η έλλειψη καλίου,

εκτός της αρνητικής επίδρασης που έχει στην ανάπτυξη των φύλλων και των βλαστών, επιδρά αρνητικά και στην ανάπτυξη των σταφυλιών, καθώς αρκετά συχνά προκαλεί ανθόρροια.

Περίσσεια καλίου

Μια υπέρμετρη τροφοδοσία του αμπελιού με κάλιο μπορεί, σε συνδυασμό με ελλιπή τροφοδοσία άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως μαγνησίου και ασβεστίου, να οδηγήσει σε τροφοπενία κυρίως Mg και κατά δεύτερο λόγο Ca, λόγω των γνωστών ανταγωνιστικών σχέσεων K-Mg-Ca. Για το λόγο αυτό, στο έδαφος η σχέση K_2O / MgO πρέπει να επιδιώκεται να είναι ίση προς 2-3 / 1.

1.2.4. ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ ΜΕ ΑΖΩΤΟ, ΦΩΣΦΟΡΟ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟ

Είδη λιπασμάτων

- Τα λιπάσματα, που κυκλοφορούν στο εμπόριο, περιέχουν τα τρία κύρια θρεπτικά στοιχεία, δηλαδή N, P και K, ως N, P_2O_5 και K_2O . Το θείο (S) βρίσκεται επίσης στα συνηθέστερα λιπάσματα, όπως π.χ. στη θειική αμμωνία ενώ και άλλα στοιχεία μπορούν να βρεθούν στα λιπάσματα ως προσμίξεις.
- Τα αζωτούχα λιπάσματα είναι είτε απλά είτε σύνθετα. Τα απλά περιέχουν μόνο N από τα κύρια στοιχεία, όπως π.χ. η νιτρική αμμωνία (33,5 - 34,5% N), η ουρία (45% N), η θειική αμμωνία (21 % N), το νιτρικό νάτριο (16% N), το νιτρικό ασβέστιο (15,5% N) ενώ τα σύνθετα περιέχουν, εκτός από N και P ή K ή και τα δύο.
- Τα φωσφορικά λιπάσματα είναι διαφόρων τύπων: τα υπερφωσφορικά (9% P), πυκνά υπερφωσφορικά (20% P), ορθοφωσφορικά (24% P) και τα πολυφωσφορικά (33% P).
- Τα καλιούχα λιπάσματα είναι τριών κυρίως τύπων: το χλωριούχο κάλιο (ως 61% K), το θειικό κάλιο (41 % K) και το νιτρικό κάλιο (38% K και 13% N).
- Τα μικτά ή σύνθετα λιπάσματα περιέχουν περισσότερα από ένα θρεπτικά στοιχεία. Αναφέρονται με τρεις αριθμούς, από τους οποίους ο πρώτος δείχνει την περιεκτικότητα του λιπάσματος σε N, ο δεύτερος σε P (P_2O_5) και ο τρίτος την περιεκτικότητα σε K (K_2O).

Οι κυριότερες κατηγορίες συνθέτων λιπασμάτων είναι οι θειοφωσφορικές αμμωνίες (σύνθετα NP λιπάσματα), τα σύνθετα N-P-K λιπάσματα καθώς και τα ειδικά λιπάσματα. Το λίπασμα 11 - 15 - 15 π.χ. περιέχει 11% N, 15% P₂O₅ και 15% K₂O. Ένα kg λιπαντικού στοιχείου καλείται συνήθως λιπαντική μονάδα. Μία ποσότητα 50 kg λιπάσματος του τύπου 11-15-15 περιέχει 5,5 λιπαντικές μονάδες (κιλά) N, 7,5 μονάδες P₂O₅ και 7,5 μονάδες K₂O. Τα μικτά λιπάσματα περιέχουν συνήθως και μικρές ποσότητες από τα δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία, καθώς και ελάχιστες από τα ιχνοστοιχεία.

Τύπος Λιπάσματος	Περιγραφή - Ενδείξεις
Απλά αζωτούχα λιπάσματα	
ΚΟΚΚΩΔΗΣ ΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 20,5-0-0 (23)	Βασικό κοκκώδες λίπασμα για τον εφοδιασμό του εδάφους με Άζωτο αμμωνιακής μορφής. Ενδείκνυται για εδάφη με μέση έως υψηλή περιεκτικότητα σε ελεύθερο ανθρακικό ασβεστό και αλκαλικό pH
ΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 21-0-0 (23)	Βασικό κρυσταλλικό λίπασμα για τον εφοδιασμό του εδάφους με Άζωτο αμμωνιακής μορφής. Ενδείκνυται για εδάφη με μέση έως υψηλή περιεκτικότητα σε ελεύθερο ανθρακικό ασβεστό και αλκαλικό pH
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 34,5% + 0,5 MgO 50% Αμμωνιακό Άζωτο 50% Νιτρικό Άζωτο	Επιφανειακό κοκκώδες λίπασμα πλήρως υδατοδιαλυτό, κατάλληλο και για υδρολίπανσεις
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 33,5% 50% Αμμωνιακό Άζωτο 50% Νιτρικό Άζωτο	Επιφανειακό κοκκώδες λίπασμα κατάλληλο για διορθωτικές επεμβάσεις στην Αζωτούχο θρέψη των καλλιεργειών κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου.
ΑΣΒΕΣΤ ΟΥΧΟΣ ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 27% 50% Αμμωνιακό Άζωτο 50% Νιτρικό Άζωτο	Επιφανειακά κοκκώδη λιπάσματα κατάλληλα για διορθωτικές επεμβάσεις στην αζωτούχο θρέψη των καλλιεργειών κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Ιδιαίτερως ενδείκνυται η χρήση τους για εδάφη με όξινο pH.
ΑΣΒΕΣΤ ΟΥΧΟΣ ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 26% 50% Αμμωνιακό Άζωτο 50% Νιτρικό Άζωτο	
ΝΙΤΡΟΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 25 25-0-0 (17) 75% Αμμωνιακό Άζωτο 25% Νιτρικό Άζωτο	Κοκκώδες νιτροθειική αμμωνία κατάλληλη για βασική και επιφανειακή λίπανση με άζωτο. Ο συνδυασμός της περιεκτικότητας των δύο μορφών αζώτου Θετική Αμμωνία και Νιτρική Αμμωνία ευνοεί την καλύτερη πρόσληψη από τα φυτά
ΝΙΤΡΟΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ + ΨΕΥΔΡΑΡΓΥΡΟ 25-0-0 (17) 75% Αμμωνιακό Άζωτο 25% Νιτρικό Άζωτο	Κοκκώδες Νιτροθειική αμμωνία εμπλουτισμένη με Ψευδάργυρο για βασική και επιφανειακή εφαρμογή. Για θεραπεία και πρόληψη της έλλειψης ψευδαργύρου

Σύνθετα N-P λιπάσματα	
20-10-0-(12)	Πυκνά κοκκώδη σύνθετα λιπάσματα για την βασική λίπανση των καλλιεργειών με Αζωτο και Φώσφορο. Ο εμπιερχόμενος Φώσφορος είναι 100% διαλυτός σε ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο και πάνω από 90% υδατοδιαλυτός. Όλα οι τυπποι της σειράς είναι εμπλουτισμένοι με Θείο. (αριθμός σε παρένθεση) που αποτελεί επίσης ένα από τα απαραίτητα θρεπτικά μακροστοιχεία
16-20-0-(13)	
18-8-0-(20)	
22-11-0-(11)	
20-20-0-(11)	
19-9-0-(12)	
24-12-0-(9,5)	
Σύνθετα N-P-K λιπάσματα	
11-15-15-(14)	Πυκνά κοκκώδη συνθετα πλήρη λιπάσματα για την βασική λίπανση των καλλιεργειών με Αζωτο, Φώσφορο, Κάλιο και Θείο. Το περιεχομενο Κάλι είναι υπό μορφή Θεϊκού Καλίου. 100% υδατοδιαλυτά. Ο περιεχομενος Φώσφορος είναι 100% διαλυτός σε ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο και πάνω από 90% υδατοδιαλυτος. Εμπλουτισμενα με Θείο.
15-15-15-(11,5)	
20-10-10-(9,5)	
8-16-24-(14)	
Σύνθετα N-P-K λιπάσματα εμπλουτισμένα με Βόριο, Μαγνήσιο ή Ιχνοστοιχεία	
20-6-12-(18) + 0,5 B + IΧN	Πυκνά κοκκώδη συνθετα πλήρη λιπάσματα εμπλουτισμένα με Βοριο και ιχνοστοιχεία η Μαγνήσιο και Βόριο. Για την πρόληψη και θεραπεία της τροφopenίας Βορίου των απαιτητικών και ευαίσθητων στην έλλειψη Βορίου και των φτωχών σε αφομοίωσιμο Βόριο εδαφών.
12-12-18-(14,5) + 0,5 B + IΧN	
20-5-10-(8) + 2 MgO + 0,5 B	
Σύνθετα N-P-K λιπάσματα εμπλουτισμένα με Βόριο, Μαγνήσιο χωρίς Ιχνοστοιχεία	
18-9-6-(16,5) + 0,5 B	Πυκνά κοκκώδη συνθετα πλήρη λιπάσματα με Μαγνήσιο ή Βόριο χωρίς ιχνοστοιχεία για την πρόληψη ή θεραπεία των τροφopenιών Μαγνησιου και Βορίου.
6-12-24-(13) + 2 MgO	
15-10-10-(15) + 1,0 B	
Σύνθετα P-K λιπάσματα	
0-15-30-(11)	Φωσφοροκαλιούχο λιπάσμα κατάλληλο για την βασική λίπανση των αζωτολόγων Ψυχανθών και λοιπών καλλιεργειών στις οποίες δεν συνιστάται βασική αζωτούχος λίπανση. Ιδιαίτερα κατάλληλο για τον περιορισμό της νιτρορύπανσης των ευαίσθητων περιοχών

Εποχή εφαρμογής αζωτούχων λιπασμάτων

Νωρίς την άνοιξη το αμπέλι δεν προσλαμβάνει N ενώ απελευθέρωση N από την οργανική ουσία παρατηρείται όταν η θερμοκρασία του εδάφους ανέβη πάνω από 12°C. Η έκπλυση του στοιχείου παρεμποδίζεται εφόσον υπάρχει βλάστηση μέσα στον αμπελώνα (χλωρή λίπανση).

Το αμπέλι προσλαμβάνει N από το έδαφος μετά την έκπτυξη του 6^{ου} φύλλου. Μάλιστα, μετά από επιφανειακή κατεργασία του εδάφους (π.χ. με καλλιεργητή) απελευθερώνονται ποσότητες N. Στη φάση αυτή δηλ. πριν και κατά τη διάρκεια της άνθησης, ο ανταγωνισμός που δημιουργείται από τα φυτά της χλωρής λίπανσης θα πρέπει να εξαλειφθεί. Από την έναρξη της αύξησης έως το μαλάκωμα των ραγών (περκασμός), εφόσον υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία, το N προσλαμβάνεται από το έδαφος. Εάν επικρατεί ξηρασία, θα πρέπει να μην υπάρχουν άλλα φυτά που να ανταγωνίζονται το αμπέλι ως προς το N. Από την έναρξη της ωρίμανσης και μετά, το έδαφος προσφέρει περισσότερο N απ' ότι χρειάζεται το αμπέλι.

Εποχή εφαρμογής φωσφορούχων λιπασμάτων

Ο φωσφόρος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του αμπελιού. Οι απώλειες των φωσφορικών λιπασμάτων οφείλονται κυρίως σε ακινητοποίηση (δέσμευση) αυτών. Για το λόγο αυτό η εφαρμογή φωσφορικών λιπασμάτων στην αμπελοκαλλιέργεια γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους στην εγκατάσταση του αμπελώνα, πριν από το βαθύ όργωμα, και σε μεγάλες ποσότητες. Στα επόμενα έτη, λιπαίνουμε ανάλογα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, αλλά με περιορισμένη αποτελεσματικότητα, γιατί ο φωσφόρος είναι δυσκίνητος μέσα στο έδαφος. Τα φωσφορικά λιπάσματα ενσωματώνονται στο έδαφος κατά την χειμερινή περίοδο σε συνδυασμό με την κατεργασία του εδάφους. Οι ανάγκες της αμπέλου σε φωσφόρο αφορούν κυρίως την περίοδο από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο.

Εποχή εφαρμογής καλιούχων λιπασμάτων

Το κάλιο δεν εκπλύνεται εύκολα όπως το άζωτο, ούτε δεσμεύεται από τα κολλοειδή του εδάφους τόσο πολύ όπως ο φωσφόρος. Μπορεί να εφαρμοσθεί οποτεδήποτε, αλλά στις πολυετείς καλλιέργειες, όπως και το αμπέλι, τα καλιούχα λιπάσματα ενσωματώνονται στο έδαφος συνήθως το φθινόπωρο, όταν υπάρχει η απαιτούμενη υγρασία, διαφορετικά θα δεσμευτούν στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Η επίδραση της καλιούχου λίπανσης γίνεται αισθητή τον δεύτερο χρόνο από την εφαρμογή της. Μπορεί να εφαρμοστεί επίσης και επιφανειακή καλιούχος λίπανση, αρκεί να υπάρχουν βροχές ή άρδευση για να παρασυρθεί το λίπασμα στο ριζόστρωμα. Όσον αφορά τις ανάγκες σε K_2O , τα αμπέλια παρουσιάζουν δύο περιόδους έντονης απορρόφησης καλίου, από την άνθηση μέχρι την έναρξη της ωρίμανσης, με τη μεγαλύτερη κατά την περίοδο της ωρίμανσης των σταφυλιών, οπότε και εμφανίζονται συνήθως και τα συμπτώματα της τροφοπενίας.

1.2.5. ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Η απορρόφηση του ασβεστίου από το αμπέλι γίνεται παθητικά και λιγότερο ενεργητικά υπό τη μορφή ιόντων Ca^{2+} και σχετικά σε μικρό βαθμό, ανεξάρτητα από την συγκέντρωση του εδαφικού διαλύματος. Σε αντίθεση με το κάλιο, το ασβέστιο δεν μπορεί να μετακινηθεί εύκολα (μετακινείται σχεδόν αποκλειστικά μέσω του ξυλώματος) και είναι ένα από τα πιο δυσκίνητα στοιχεία του μεταβολισμού. Αυτό σημαίνει ότι το ριζικό σύστημα θα πρέπει να τροφοδοτείται συνέχεια από το εδαφικό διάλυμα, εφόσον η τροφοδοσία του από άλλα μέρη του φυτού είναι αδύνατη. Σε περίπτωση ανεπαρκούς τροφοδοσίας του φυτού με ασβέστιο και εφόσον η μεταφορά του ασβεστίου από τα γηραιότερα μέρη του φυτού μέσω του φλοιώματος είναι αδύνατη, τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται πάντα στα νεώτερα όργανα του φυτού, τα οποία τρέφονται κυρίως από το φλοιώμα. Το ασβέστιο μετέχει σε πολυάριθμες διαδικασίες του μεταβολισμού και μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή ελεύθερου ιόντος ή προσροφημένου. Μια από τις κύριες δράσεις του ασβεστίου είναι η εξουδετέρωση οργανικών οξέων μέσα στα όργανα του αμπελιού. Το ασβέστιο διατηρεί την κανονική υφή των κυτοπλασματικών μεμβρανών, από την οποία εξαρτάται η περατότητα και η λειτουργία των κυττάρων, συμβάλει στη σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων και στη στερεότητα των ιστών. Επιπλέον συντελεί στην κατά μήκος αύξηση του βλαστού, στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και ιδιαίτερα στην επιμήκυνση της ρίζας έτσι ώστε να έχει θετική επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ενώ είναι επίσης αναγκαίο για την καλή βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και την ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων, και κατά συνέπεια για την καλή γονιμότητα. Η επιβράδυνση του γήρατος και της πτώσεως των φύλλων, είναι ακόμα μια ιδιότητα του ασβεστίου.

Η θρέψη του αμπελιού με ασβέστιο μπορεί να είναι ελλιπής, όταν το pH του εδάφους είναι πολύ χαμηλό (3,5-4,5) σε ελαφριά, αμμώδη εδάφη, τα οποία παρουσιάζουν χαμηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου και κατά συνέπεια είναι όξινα. Η πρόσληψη του ασβεστίου από το αμπέλι επηρεάζεται σημαντικά από τα ανταγωνιστικά κατιόντα NH_4^+ , K^+ , Na^+ και Mg^{2+} και είναι πιο αργή. Αντίθετα το ανιόν NO_3^- επιδρά θετικά στην απορρόφηση του ασβεστίου. Έτσι όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του καλίου στο εδαφικό διάλυμα, τόσο δυσκολότερη είναι η πρόσληψη του ασβεστίου.

Το υποκείμενο μπορεί να επηρεάσει επίσης την τροφοδοσία του αμπελιού με ασβέστιο. Τροφοπενία ασβεστίου εκδηλώνεται στις κορυφές των βλαστών και κυρίως στα νεαρά φύλλα, όπου στην περιφέρεια του ελάσματος εμφανίζονται νεκρωτικές κηλίδες με καστανόχροη απόχρωση, ενώ τα μεσονεύρια διαστήματα παρουσιάζουν χλώρωση. Φαινόμενα όπως καρούλιασμα των φύλλων, ξήρανση της περιφέρειας του ελάσματος νεαρών φύλλων, πτώση της κορυφής του βλαστού και των ελικών καθώς και πρόωρη φυλλόπτωση μπορούν επίσης να παρατηρηθούν. Αντίθετα μια συσσώρευση ασβεστίου στο έδαφος προκαλεί τροφοπενία σιδήρου ή κοινώς ασβεστιογενή χλώρωση. Κατά την επιλογή του υποκειμένου η περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνεται υπόψη.

1.2.6. ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Η πρόσληψη του μαγνησίου από το αμπέλι γίνεται ως ιόν Mg^{2+} και επηρεάζεται σημαντικά από τον ανταγωνισμό μεταξύ καλίου και ασβεστίου αλλά και άλλων ιόντων. Η μεταφορά του στοιχείου μέσα στο φυτό γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με το ανοδικό ρεύμα και με κατεύθυνση τους μεριστωματικούς ιστούς. Αυτό εξηγεί το γεγονός, γιατί τα αρχικά συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου εμφανίζονται πρώτα στα ηλικιωμένα φύλλα. Η μεγαλύτερη σημασία του μαγνησίου για το αμπέλι έγκειται στο γεγονός, ότι είναι συστατικό των χλωροπλαστών και της χλωροφύλλης. Η μεγαλύτερη ποσότητα μέσα στο φυτό βρίσκεται υπό τη μορφή ελεύθερων ιόντων ή ιόντων προσροφημένων σε άλατα. Σε οργανικές ενώσεις το μαγνήσιο είναι δεσμευμένο στα κυτταρικά τοιχώματα και στα ένζυμα που έχουν σχέση με το μεταβολισμό της ενέργειας. Επιπρόσθετα, το μαγνήσιο έχει μεγάλη σημασία για τη σύνθεση των πρωτεϊνών. Η μεταβολική δραστηριότητα του στοιχείου το καθιστά απαραίτητο σε βασικές λειτουργίες του φυτού, όπως είναι η σύνθεση υδατανθράκων και λιπαρών οξέων, καθώς επίσης και η πρόσληψη και μεταφορά του φωσφόρου.

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται όταν επικρατεί έλλειψη μαγνησίου μοιάζουν με αυτά της έλλειψης καλίου και εξαρτώνται από την ηλικία των φύλλων. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται σε ηλικιωμένα φύλλα και ξεκινούν από την περίμετρο ως χλωρώσεις οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε ολοκληρωτικό

αποχρωματισμό. Σε ερυθρές ποικιλίες μεταξύ των νευρώσεων του φύλλου εμφανίζονται, ανάλογα με την εκάστοτε ποικιλία, ερυθρωποί έως σκούροι μωβ χρωματισμοί. Σε αντίθεση με τα συμπτώματα άλλων τροφοπενιών (τροφοπενία αζώτου, διάχυτη χλώρωση), τμήματα του ελάσματος, κυρίως των ηλικιωμένων φύλλων, παραμένουν πράσινα κατά μήκος των νευρώσεων. Όταν επικρατεί έλλειψη μαγνησίου η σχέση K/Mg στα φύλλα μετατοπίζεται προς όφελος του καλίου και ταυτόχρονα παρεμποδίζεται η αποθήκευση του αζώτου, φωσφόρου και ασβεστίου. Περαιτέρω συμπτώματα είναι η ξήρανση της ράχης και η τάση των ταξιανθιών να ανθορροούν και συνεπώς η μείωση της παραγωγής.



Φωτ. 1. Αρχικά συμπτώματα ξήρανσης της ράχης λόγω έλλειψης Mg

1.2.7. ΒΟΡΙΟ (B)

Το βόριο χαρακτηρίζεται από πολλούς ως ένα από τα σημαντικά ιχνοστοιχεία, καθώς συνδέεται με την ανάπτυξη, το σχηματισμό ανθέων και ραγών και γενικότερα με την παραγωγή του αμπελιού. Η φυσιολογική δράση του βορίου διαφέρει από αυτή των άλλων ιχνοστοιχείων και μπορεί να συγκριθεί περισσότερο με του φωσφόρου.

Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες του είναι η αύξηση της σταθερότητας του κυτταρικού τοιχώματος. Όταν επικρατεί έλλειψη βορίου αναστέλλεται η διαφοροποίηση των κυττάρων, όπως η δημιουργία φλοιώματος και ξυλώματος από το κάμβιο. Εξίσου σημαντική είναι η συμμετοχή του βορίου στη μετακίνηση των υδατανθράκων. Όταν επικρατεί έλλειψη βορίου η μετακίνηση αυτών αναστέλλεται και επέρχεται η συσσώρευσή τους στα φύλλα. Ο εφοδιασμός το ριζικού συστήματος με σάκχαρα είναι ανεπαρκής και έτσι παρεμποδίζεται η ενεργητική απορρόφηση των ιόντων λόγω ενεργειακής έλλειψης, οπότε έμμεσα επηρεάζεται αρνητικά και η υδατική οικονομία του φυτού. Σημαντική επίδραση έχει επίσης το βόριο στη βλάστηση των γυρεοκόκκων, την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα και κατά συνέπεια στην γρήγορη καρπόδεση. Επιπρόσθετα συμμετέχει έμμεσα και στη σύνθεση των πρωτεϊνών.

Τροφοπενία βορίου παρατηρείται κυρίως σε ελαφριά, όξινα εδάφη (pH 3,5 - 4,5) καθώς το βόριο, λόγω της μεγάλης διαλυτότητάς του, συνήθως εκπλένεται σε βαθύτερα στρώματα αλλά και σε βαριά εδάφη και αλκαλικά εδάφη (pH > 6,3), με μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο. Η απορρόφηση του βορίου εξαρτάται επιπλέον και από κλιματολογικούς παράγοντες. Η πρόσληψη του βορίου από το αμπέλι κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου εξαρτάται από την τροφοδοσία του με νερό, έτσι όσο πιο ξηρό είναι το έδαφος τόσο πιο δύσκολη είναι και η απορρόφησή του.

Η τροφοπενία βορίου χαρακτηρίζεται ως μια πολύ σοβαρή μη παρασιτική ασθένεια του αμπελιού. Ανάλογα με την έντασή της παρατηρούνται φαινόμενα όπως προβλήματα βλάστησης, ανθόρροια, παρθενοκαρπία, ακόμα και πλήρη ακαρπία.

Τα πρώτα συμπτώματα παρουσιάζονται στους έλικες, στη ράχη των ταξιανθιών, στους μίσχους των φύλλων και στα μεσογονάτια διαστήματα κοντά στις κορυφές των βλαστών, όπου εμφανίζονται καστανόχρωες τοπικές παχύνσεις των ιστών, οι οποίες σε περιπτώσεις έντονης τροφοπενίας εξελίσσονται σε νεκρώσεις. Στις ταξιανθίες παρατηρείται αποξήρανση και "απόρριψη" μικρού αριθμού βοτρυδίων. Στους βλαστούς η νέκρωση των κορυφών επεκτείνεται με αποτέλεσμα

την πλήρη καταστροφή τους ή την έκπτυξη πλαγίων βλαστών με μικρά μεσογονάτια διαστήματα. Στα νεότερα φύλλα παρατηρούνται μικρές χλωρωτικές κηλίδες στην περιφέρεια και στο μεσονεύριο χώρο, οι οποίες σταδιακά μεγαλώνουν, ενώνονται και καταλαμβάνουν ολόκληρη την περιφέρεια και το μεσονεύριο διάστημα αφήνοντας μια πράσινη μόνο λωρίδα κατά μήκος των νεύρων. Τα νεύρα παρουσιάζουν κατά θέσεις καστανούς μεταχρωματισμούς, που φαίνονται καλύτερα σε διερχόμενο φως και οφείλονται στο μπλοκάρισμα των αγγείων, το οποίο οδηγεί στη χλώρωση και μετέπειτα στη νέκρωση τομέων του ελάσματος.

Σοβαρά προβλήματα παρουσιάζονται στο στάδιο της γονιμοποίησης των ανθέων που έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση έντονης ανθόρροιας. Οι ράγες δεν αναπτύσσονται και πέφτουν ή παραμένουν, αλλά είναι μικρές και άσπερμες. Οι σχηματιζόμενοι βότρεις παρουσιάζουν αραιορραγία, μικρορραγία και ανισορραγία. Οι ράγες εμφανίζουν εσωτερικά καστανόχροο μεταχρωματισμό που οφείλεται στη φελλοποίηση τμήματος της σάρκας.

Σε περίσσεια (τοξικότητα) βορίου παρατηρούνται λεπτές κληματίδες με κοντά μεσογονάτια διαστήματα, αυξημένη έκπτυξη πλαγίων βλαστών συνδεδεμένη με θαμνώδη εμφάνιση και μειωμένο αριθμό φύλλων. Τα φύλλα στις κορυφές του κύριου και των πλάγιων βλαστών είναι μικρά με ερυθρωπό χρωματισμό, το δε έλασμα δεν παρουσιάζει δόντια και είναι συχνά καρουλιασμένο προς τα κάτω.

1.2.8. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)

Η σημασία του ψευδάργυρου στο αμπέλι συνδέεται με την ενεργοποίηση διαφόρων ενζύμων, τη σύνθεση πρωτεϊνών (σύνθεση DNA, RNA), καθώς και με τη σύνθεση φυτοορμονών όπως της αυξίνης 3-ινδολυλοξικό οξύ. Η απορρόφηση του ψευδάργυρου από το ριζικό σύστημα του αμπελιού εξαρτάται κυρίως από το pH του εδάφους. Σε ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη η διαθεσιμότητα του ψευδάργυρου είναι αρκετά μειωμένη, ενώ αυξάνεται με την πτώση του pH. Η έλλειψη ψευδάργυρου σε αλκαλικά εδάφη, μπορεί να αντιμετωπισθεί δύσκολα, μόνο μετά από πολλές λιπάνσεις, περισσότερο διαφυλλικές και λιγότερο εδαφικές.

Τροφopenία ψευδάργυρου εμφανίζεται και μετά από την εφαρμογή υψηλών δόσεων φωσφορούχων λιπασμάτων λόγω της ανταγωνιστικής σχέσης P-Zn. Τα πρώτα συμπτώματα στο αμπέλι εκδηλώνονται με μειωμένη πάχυνση του βλαστού και κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Περιορίζεται και η ανάπτυξη των φύλλων, έτσι ώστε

τα φύλλα να είναι μικρά σε μέγεθος, να έχουν αιχμηρά δόντια και μεγάλο μισχικό κόλπο, ενώ το έλασμα παρουσιάζει ασυμμετρία και χλωρώσεις στα μεσονεύρια διαστήματα σε σχήμα μωσαϊκού, οι οποίες εξελίσσονται σε νεκρώσεις. Λόγω της παρεμποδισμένης ανάπτυξης της κορυφής του βλαστού, αυξάνεται η έκπτυξη πλάγιων βλαστών, όπως όταν επικρατεί τροφопενία βορίου, με αποτέλεσμα το αμπέλι να έχει θαμνώδη εμφάνιση. Οι σταφυλές παρουσιάζουν αραιορραγία και μικρορραγία και οι ράγες, αντίθετα με την τροφопенία βορίου, περιέχουν γίγαρτα.

1.2.9. ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn)

Η πρόσληψη του μαγγανίου από το φυτό γίνεται κυρίως υπό τη μορφή ιόντων Mn^{3+} , τα οποία βρίσκονται είτε ελεύθερα στο εδαφικό διάλυμα ή είναι προσροφημένα από διάφορα συμπλέγματα. Με αυξανόμενο το pH του εδάφους, μειώνεται η διαθεσιμότητα του μαγγανίου, έτσι ώστε σε ασβεστώδη εδάφη με $pH > 7,0$ να παρουσιάζονται τροφопенίες. Αντίθετα σε αρκετά όξινα εδάφη παρατηρείται περίσσεια μαγγανίου, η οποία πολλές φορές μπορεί να παρομοιαστεί με έλλειψη φωσφόρου, εφόσον η διαθεσιμότητα του φωσφόρου σε τέτοια εδάφη είναι επίσης μειωμένη. Στο αμπέλι σε μερικές αντιδράσεις του μεταβολισμού ο ρόλος του μαγγανίου είναι ανάλογος με αυτόν του μαγνησίου. Η δράση του μαγγανίου βασίζεται στην ιδιότητα αυτού του στοιχείου να αλλάζει σθένος ($Mn^{2+} \rightarrow Mn^{3+}$). Έτσι το μαγγάνιο δρα ως ενεργοποιητής διάφορων ενζύμων κατά τον μεταβολισμό υδατανθράκων, λιπιδίων και αζωτούχων ουσιών, χρησιμεύει ως σύνδεσμος μεταξύ ATP και ενζυμικού συμπλόκου και είναι επίσης απαραίτητο στη σύνθεση της χλωροφύλλης, παρόλο που δεν αποτελεί συστατικό του μορίου της καθώς και σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης.

Όταν επικρατεί έλλειψη μαγγανίου, τα νεαρά φύλλα μετά την έκπτυξη των οφθαλμών αποχρωματίζονται, τα διαστήματα μεταξύ των νεύρων τρίτης τάξης αποχρωματίζονται σε σχήμα μωσαϊκού ενώ ο ιστός στην περιφέρεια των νευρώσεων παραμένει πράσινος. Το έλασμα αποκτά σταδιακά ερυθρωπό χρωματισμό ενώ οι νευρώσεις στη συνέχεια αποχρωματίζονται και απονεκρώνονται. Οι πλάγιοι βλαστοί παραμένουν πράσινοι και επηρεάζεται αρνητικά και η ανάπτυξη και ωρίμανση των ραγών.

1.2.10. ΧΑΛΚΟΣ (Cu)

Ο χαλκός, ως βαρύ μέταλλο, απορροφάται από τα φυτά σε ελάχιστες ποσότητες υπό τη μορφή ιόντων Cu^{2+} . Ο χαλκός παρεμποδίζει τα περισσότερα κατιόντα κατά την απορρόφησή τους, ενώ παράλληλα προσκολλάται δυνατά πάνω στις ρίζες του αμπελιού, έτσι ώστε το ριζικό σύστημα να εμφανίζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε χαλκό σε σχέση με άλλα μέρη του φυτού. Το μεγαλύτερο μέρος του στοιχείου που περιέχεται στο αμπέλι βρίσκεται στους χλωροπλάστες, όπως συμβαίνει και με το σίδηρο. Παίζει έμμεσο ρόλο στη σύνθεση και σταθερότητα της χλωροφύλλης καθώς και άλλων χρωστικών.

Τροφοπενία χαλκού δεν παρατηρείται στο αμπέλι λόγω της μακροχρόνιας χρήσης χαλκούχων σκευασμάτων για την καταπολέμηση του περονόσπορου. Η μεγαλύτερη μάζα του ριζικού συστήματος των αμπελιών βρίσκεται κάτω από τη ζώνη συσσώρευσης του χαλκού, έτσι ώστε οι μέχρι σήμερα γνωστές ζημιές που σχετίζονται με τοξικότητα χαλκού να έχουν παρατηρηθεί μόνο σε φυτώρια αμπέλου και όχι σε παραγωγικούς αμπελώνες. Σε πειράματα που έχουν γίνει, τα συμπτώματα που εμφανίζονται όταν επικρατεί περίσσεια χαλκού είναι περιορισμένη βλαστική ανάπτυξη και χλώρωση, η οποία δεν μπορεί να διακριθεί από αυτή της τροφοπενίας σιδήρου, καθώς και περιορισμένη γονιμοποίηση.

1.2.11. ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)

Το αμπέλι προσλαμβάνει τον σίδηρο κατά προτίμηση ως δισθενή Fe^{2+} , αλλά και ως τρισθενή Fe^{3+} σε χηλική μορφή. Η απορρόφηση του στοιχείου από το εδαφικό διάλυμα επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, και κυρίως από το pH.

Η αφομοίωση του στοιχείου καθώς και η μεταφορά του μέσω του ξυλώματος εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την μεταβολική δραστηριότητα του φυτού και από την αλληλεπίδραση άλλων ανταγωνιστικών μακρο- και μικροστοιχείων.

Δεν μετέχει στο μόριο τη χλωροφύλλης αλλά είναι απαραίτητος για στη βιοσύνθεσή της. Οι χλωροπλάστες περιέχουν σχεδόν το 80% του ολικού σιδήρου. Ο σίδηρος επιδρά έμμεσα στην αναπνοή και φωτοσύνθεση και κατά συνέπεια στο μεταβολισμό των υδατανθράκων.

Σχεδόν όλα τα εδάφη παρουσιάζουν υψηλές περιεκτικότητες σε σίδηρο. Τα συμπτώματα έλλειψης που μπορεί να εμφανιστούν στο αμπέλι δεν οφείλονται στην

χαμηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε σίδηρο, αλλά σε πάρα πολλούς άλλους παράγοντες, που έχουν σχέση με το έδαφος, το κλίμα και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τροφопενία σιδήρου παρατηρείται σε πολλές αμπελουργικές περιοχές όταν:

- Το έδαφος είναι ασβεστώδες. Αλκαλικά εδάφη παρουσιάζουν πολύ συχνά το φαινόμενο της χλώρωσης λόγω της μικρής διαλυτότητας του σιδήρου σε αυτά. Η πάθηση αυτή είναι γνωστή ως ασβεστιογενής χλώρωση και διεθνώς ως «lime-induced chlorosis».

- Υπάρχει περίσσεια φωσφόρου, η οποία συντελεί στη δέσμευση σιδήρου, τόσο μέσα στο φυτό όσο και στο έδαφος.

- Η περιεκτικότητα διαθέσιμου μαγγανίου στο έδαφος είναι μεγάλη και η απορρόφηση και χρησιμοποίηση του σιδήρου περιορίζεται λόγω της ισχυρά ανταγωνιστικής σχέσης Fe-Mn.

- Η εδαφική υγρασία είναι μεγάλη λόγω συμπίεσης του εδάφους και κατά συνέπεια ο αερισμός κακός σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες.

- Η αύξηση CO₂ στο εδαφικό διάλυμα οδηγεί σε σχηματισμό υψηλών συγκεντρώσεων διττανθρακικών ιόντων (HCO₃⁻) και σε διαταραχή της πρόσληψης σιδήρου στο φυτό. Αναλυτικότερα, η συγκέντρωση υψηλής ποσότητας διττανθρακικών ιόντων (HCO₃⁻) στο εδαφικό διάλυμα των ασβεστουχών εδαφών ευθύνεται για την επικράτηση υψηλών τιμών pH (μεταξύ 7,4 και 8,5), οι οποίες με τη σειρά τους ευθύνονται για τη μικρή διαλυτότητα του σιδήρου, προκαλώντας στα φυτά συμπτώματα χλώρωσης λόγω έλλειψης του στοιχείου.

Τα συμπτώματα της χλώρωσης εμφανίζονται σχετικά νωρίς, στην αρχή της βλαστικής περιόδου, στα φύλλα της κορυφής των κληματίδων με τη μορφή μεσονεύριας χλώρωσης, που όμως το λεπτό δίκτυο των νευρώσεων παραμένει πράσινο. Σε έντονες περιπτώσεις, η χλώρωση επεκτείνεται και στις νευρώσεις με αποτέλεσμα ολόκληρη η επιφάνεια του ελάσματος να παίρνει κιτρινόλευκο χρωματισμό και να ξηραίνεται κατά θέσεις. Τα φύλλα στην κορυφή του βλαστού παραμένουν μικρά, αποχρωματίζονται τελείως και παρουσιάζουν χάρτινη υφή. Πρέμνα τα οποία εμφανίζουν τροφопενία σιδήρου συχνά και για μεγάλα χρονικά διαστήματα, εξασθενούν και παρουσιάζουν μειωμένες αποδόσεις λόγω αυξημένης ανθόρροιας και κακής ωρίμανσης του ξύλου. Εάν δεν αντιμετωπιστεί η χλώρωση έγκαιρα, μετά από μερικές βλαστικές περιόδους επέρχεται νέκρωση του φυτού.

Η χρήση του κατάλληλου υποκειμένου αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη αντιμετώπιση της τροφοπενίας σιδήρου καθώς η προσθήκη χηλικών σκευασμάτων σιδήρου επιβαρύνει απαγορευτικά το κόστος της αμπελοκαλλιέργειας. Έτσι, η αντοχή των υποκειμένων στο ανθρακικό ασβέστιο (ολικό και ενεργό) αποτελεί σημαντικό κριτήριο για τον προσδιορισμό της καταλληλότητάς τους στον συγκεκριμένο αμπελώνα αλλά και γενικότερα στις αμπελοκομικές συνθήκες της χώρας μας. Ο βαθμός αντοχής των υποκειμένων στο ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους ποικίλλει και οι ποικιλίες *Vinifera* είναι περισσότερο ανθεκτικές σε σύγκριση με τα υποκείμενα.



Abbildung 28: Die Unterlagssorte "Börner" (Rip. x Cin.) ist gegen Staunässe und höheren Kalkgehalt empfindlich - Chlorose.

Φωτογραφία 2. Χλώρωση στο υποκείμενο "Boerner", σε έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο

1.3. ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

Με την εισβολή στην Ευρώπη διαφόρων εχθρών και ασθενειών από την Αμερική, όπως το Ωίδιο (1845), η φυλλοξήρα (1864) και ο Περονόσπορος (1878) έγινε αναγκαία και η μελέτη των αμερικάνικων ειδών αμπέλου, μερικά από τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως υποκείμενα, λόγω της αντοχής των ριζών τους στη ριζόβια φυλλοξήρα.

Η αποδοτική αμπελουργία βασίζεται στον άριστο συνδυασμό της ποικιλίας, του υποκειμένου και του εδάφους. Ο αμπελουργός, εφόσον έχει τη δυνατότητα επιλογής του αγροτεμαχίου, κατόπιν εξέτασης αυτού από πλευράς μικροκλίματος,

κλίσης, μηχανικής και χημικής σύσταση του εδάφους, θα πρέπει να επιλέξει το κατάλληλο υποκειμένο καθώς αυτό με τη σειρά του θα επηρεάσει την ευρωστία, την παραγωγικότητα και τη διάρκεια ζωής του εμβολίου και κατά συνέπεια του αμπελώνα.

1.3.1. Κριτήρια επιλογής κατάλληλου υποκειμένου

Η αντοχή του υποκειμένου στη φυλλοξήρα και τους νηματώδεις είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αξιολόγησή του.

Εφόσον αυτή η προϋπόθεση εκπληρώνεται, η επιλογή του υποκειμένου θα πρέπει να γίνει βάσει των ιδιοτήτων:

- A. της ποικιλίας,
- B. του εδάφους και
- Γ. των αποστάσεων φύτευσης.

A. Ποικιλία

Ο βαθμός ανθόρροιας μίας ποικιλίας αποτελεί βασικό κριτήριο κατά την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου. Το Μοσχάτο Αμβούργου είναι μία ποικιλία αρκετά ζωνηρή και παραγωγική και παρουσιάζει ικανοποιητική συμβίωση με τα αμερικάνικα υποκείμενα, αλλά επειδή πρόκειται για μία ποικιλία με τάση να ανθορροεί πρέπει ν' αποφεύγονται τα πολύ ζωνηρά υποκείμενα όπως 99 R, 110 R, 1103 P, 140 Ru.

Ο προορισμός του παραγόμενου προϊόντος, δηλαδή εάν η σταφυλική παραγωγή προορίζεται για την παραγωγή επιτραπέζιων οίνων ή οίνων ποιότητας ή ακόμα και για την παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών είναι επίσης ένα βασικό κριτήριο αξιολόγησης των υποκειμένων. Τα εύρωστα υποκείμενα μας δίνουν μεγάλη παραγωγή, με αποτέλεσμα εάν το προϊόν προορίζεται για την παραγωγή οίνων ανωτέρας ποιότητας, η επιλογή του υποκειμένου θα πρέπει να κατευθύνεται προς τα υποκείμενα μέτριας ζωνρότητας.

Η επρροή που ασκεί το υποκείμενο στην πρωίμηση ή την οψίμηση της παραγωγής καθιστά επίσης αναγκαία την σωστή επιλογή του υποκειμένου. Τα υποκείμενα 420A, 5 BB, 3309 C, 41 B και SO 4 επιδρούν στην πρωίμηση της παραγωγής ενώ τα υποκείμενα 110 R, 99 R, 1103 P και 140 Ru στην οψίμηση της.

B. Έδαφος

Ελαφρά και φτωχά εδάφη δεν δίνουν τη δυνατότητα ζωηρής ανάπτυξης στο αμπέλι και γι' αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται επιλογή ενός εύρωστου υποκειμένου με καλή ριζοβολία. Τέτοια υποκείμενα είναι τα 5 BB, 8 B, SO 4 και 1103 P. Λόγοι για τη χρησιμοποίηση ζωηρών έως πολύ ζωηρών υποκειμένων με ευρεία ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι τα φτωχά εδάφη, οι μεγάλες αποστάσεις φύτευσης και οι ζωηρές ποικιλίες.

Αντίθετα, βαριά, βαθιά και γόνιμα εδάφη επηρεάζουν θετικά την ανάπτυξη και γενικότερα την ευρωστία του αμπελιού, με αποτέλεσμα να καθίσταται απαραίτητη η επιλογή ενός μέτρια εύρωστου υποκειμένου. Τέτοια υποκείμενα είναι τα 420A, 110 R, 140Ru και 41B.

Λόγοι για τη χρησιμοποίηση μέτρια ζωηρών έως μη ζωηρών υποκειμένων με μέτρια ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι τα πλούσια, βαριά και υγρά εδάφη, οι μικρές αποστάσεις φύτευσης καθώς και οι ποικιλίες που ανθορροούν.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) είναι ένα άλλο βασικό κριτήριο κατά την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου, μια και αρκετά εδάφη όπου καλλιεργούνται αμπελώνες στη χώρα μας, περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε CaCO_3 , που για πολλά υποκείμενα αποτελούν απαγορευτικό παράγοντα χρησιμοποίησής τους.

Η αντοχή στην υπερβολική υγρασία ή στην ξηρασία του εδάφους είναι ιδιότητες των υποκειμένων που θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή του υποκειμένου.

- Τα υποκείμενα 420 A, 5 BB και SO 4 παρουσιάζουν ευαισθησία στη ξηρασία του εδάφους.
- Τα υποκείμενα 99 R, 140 Ru και 41 B έχουν μέτρια προσαρμογή στη ξηρασία του εδάφους.
- Τα υποκείμενα 110 R και 1103 P έχουν καλή προσαρμογή στη ξηρασία του εδάφους.

Αγροτεμάχια που βρίσκονται σε παραλιακές περιοχές ή κοντά σε λιμνοθάλασσες θα πρέπει να ελέγχονται ως προς την περιεκτικότητα του εδάφους σε χλωριούχο νάτριο (NaCl), μια και τα υποκείμενα παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή ή ευαισθησία στο NaCl . Τα υποκείμενα 420 A, SO 4, 99 R και 110 R παρουσιάζουν

μηδαμινή προσαρμογή, τα 5 BB και 8 B είναι εξαιρετικά ευαίσθητα, ενώ τα 41 B, 140 Ru και 1103 P είναι αρκετά ανεκτικά στα άλατα του εδάφους.

Η προσαρμογή των κυριότερων υποκειμένων στις διάφορες συγκεντρώσεις του εδάφους σε CaCO₃ καθώς και σε άλλες καλλιεργητικές ιδιότητες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1. Καλλιεργητικές ιδιότητες κυριότερων υποκειμένων

Α/Α	Υποκείμενο	Αποχή						Ευρωστία	Ταχύτητα αναπτύξεως υπέργειου τμήματος	Επίδραση στο χρόνο ωρίμανσης	Προσαρμογή του υποκειμένου κατά τον αγνή πολλαπλασιασμό	
		CaCO ₃ (%)		Υγρασία εδάφους	Ξηρασία εδάφους	Άλατα εδάφους	στους Νηματοειδείς				Επιταχίτης	Επιβραδύντης
		ολικό	δραστικό									
1	140 Ru	20	40	-	0	++	0	+++	++	+	0	+
2	41 B	75	40	-	0	++	-	0	-	-	-	+
3	31 R	60	17	0	+	+	+	0	+	+	+	0
4	420 A	40-50	20	++	-	0	0	0	+	-	-	++
5	1103 P	40-50	20	-	+	++	0	+++	++	+	+	+
6	110 R	40-45	17	-	+	0	0	+++	++	+	0	++
7	SO 4	40	19-20	++	-	0	+	0	++	-	++	+
8	99 R	35-40	17	-	0	0	+	+++	++	+	-	+

Επεξηγήσεις:

- +++ : εξαιρετικά καλή/ζωηρότητα
- ++ : πολύ καλή/ζωηρότητα
- +
- 0 : μέτρια/κακοποιητικό
- : μικρή/ευαίσθητο/βραδεία/λιγο/πρωιμότητα
- : εξαιρετικά ευαίσθητο/πολύ μικρή

Γ. Αποστάσεις φύτευσης

Μικρές αποστάσεις φύτευσης απαιτούν μέτρια έως μη ζωνρά υποκείμενα ενώ μεγάλες αποστάσεις φύτευσης απαιτούν ζωνρά έως πολύ ζωνρά υποκείμενα. Η σύγχρονη αμπελουργία με την εκμηχάνιση των περισσότερων εργασιών απαιτεί μεγάλες αποστάσεις φύτευσης. Εκτός αυτού, η επιβάρυνση των υπόγειων υδάτων σε ορισμένες περιοχές με νιτρικά (NO₃⁻), επιβάλλει τον περιορισμό της αζωτούχου λίπανσης, με αποτέλεσμα σήμερα η τάση να είναι προς την χρησιμοποίηση υποκειμένων που παρουσιάζουν ζωνρή ανάπτυξη ριζικού συστήματος.

1.3.2. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΑ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

A) Αμερικάνικα είδη

- *Vitis riparia* Michaux
- *Vitis rupestris* Scheele
- *Vitis berlandieri* Planchon

***Vitis riparia* Michaux**

Ονομάζεται και *River grape* ('άμπελος η παρόχθιος'), διότι απαντάται σε παραποτάμιες, δασικές περιοχές των ΗΠΑ. Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο γεωγραφικό χώρο από όλα τα αμερικανικά είδη, από περιοχές με ήπιο κλίμα έως και περιοχές με πολύ κρύο χειμώνα. Έτσι απαντάται από την περιοχή των μεγάλων λιμνών κοντά στον Καναδά μέχρι και τις Πολιτείες του Τέξας και Μισισιπή. Προσαρμόζεται σε βαθιά, γόνιμα και δροσερά εδάφη. Είναι πολύ ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες (-30°C) αλλά ευαίσθητο στη χλώρωση καθώς ανέχεται έως 15% σε ολικό ανθρακικό ασβέστιο και 6% σε ενεργό. Η αντίσταση στη φυλλοξήρα διαφέρει κατά ποικιλίες. Τα καλύτερα από τα πιο γνωστά υποκείμενα είναι τα *Riparia Gloire de Montpellier*. Είναι ο ζωηρότερος από τους γνωστούς κλώνους και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα κατά την πρώτη φάση της αναμπέλωσης στην Ευρώπη.

***Vitis rupestris* Scheele**

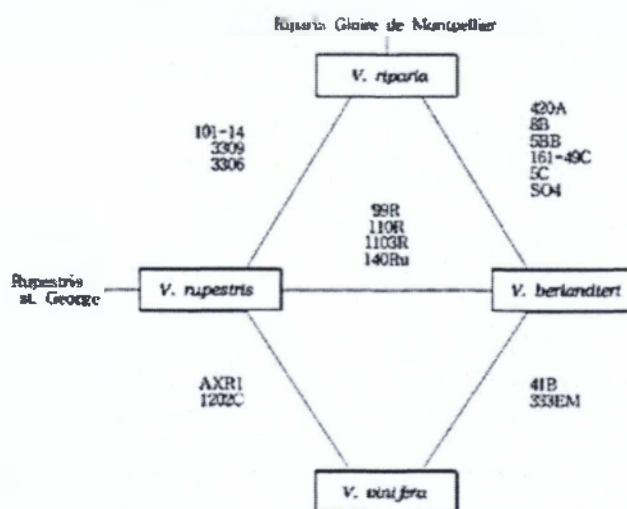
Απαντάται σε περιοχές γυμνές από άλλη βλάστηση (*Rock grape*, *Mountain grape*), σε αμμώδη, σκούρα εδάφη, με ισχυρούς ανέμους και καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις (Κάνσας, Νέο Μεξικό, Τέξας, Οκλαχόμα) και έχει μικρό κύκλο βλάστησης. Τα φύλλα είναι γενικά μικρά, πλατιά και επιμήκη, λυγισμένα αυλακοειδώς, λεία, χαλκόχροα και γυαλιστερά και αντικατροπίζουν το ηλιακό φως. Ξεχωρίζει από τα άλλα είδη, γιατί είναι περισσότερο θαμνώδες παρά αναρριχητικό φυτό. Αντέχει την ξηρασία, τον περονόσπορο και το ωίδιο, ενώ είναι πολύ ανθεκτικό στη φυλλοξήρα. Στη χλώρωση είναι μέτρια ανθεκτικό, εκτός του *Rupestris du Lot* και αποτελεί ένα από τα κύρια υποκείμενα για ξηρούς τόπους. Η αντίσταση στη φυλλοξήρα είναι πρακτικά αρκετή.

Vitis berlandieri Planchon

Απαντάται σε πολύ ζεστές περιοχές (Τέξας και Β. Μεξικό), σε ασβεστόχα και αβαθή εδάφη. Τα φύλλα είναι παχιά, δύσκαμπτα, σκληρά, με σχετική λάμψη. Οι νευρώσεις στη κάτω πλευρά των φύλλων φέρουν σκληρές τρίχες. Αυτοί οι χαρακτήρες απαντώνται συνήθως στα υβρίδια. Το *Vitis berlandieri* είναι το περισσότερο ανθεκτικό στο ασβέστιο και εξαιρετικά ανθεκτικό στη ξηρασία και τη ζέστη. Αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και στις χαμηλές του χειμώνα και είναι το κατ' εξοχήν φυτό για ξερά εδάφη ενώ δεν προσαρμόζεται καλά στα υγρά και αργιλασβεστώδη εδάφη. Έχει μεγάλη αντοχή στη φυλλοξήρα και πολύ καλή συγγένεια για τα ευρωπαϊκά εμβόλια. Μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών, διακρίνουμε δύο αξιόλογους κλώνους, τους Berlandieri Ressayguier No 1 και No 2.

Υβρίδια

Τα υβρίδια υποκειμένα δημιουργήθηκαν από διασταυρώσεις μεταξύ των αμερικάνικων ειδών αλλά και μεταξύ αμερικάνικων και ευρωπαϊκών ειδών του γένους *Vitis*. Έτσι οι διασταυρώσεις μπορούν να χωρισθούν κατά ομάδες, ανάλογα με τα είδη των γονέων που συμμετείχαν.



110 R (Richter

No 110)

Δημιουργήθηκε στη Γαλλία το 1889 από τον κηπουρό Franz Richter, απ' όπου πήρε και το όνομά του. Προέκυψε από τη διασταύρωση των αμερικάνικων ποικιλιών: Berlandieri Ressayguier No 2 X Rupestris Martin.

Έχει φύλλα μέτρια σε μέγεθος, σχεδόν στρογγυλά, οδοντωτά, γυαλιστερά, με μισχικό κόλπο σε σχήμα U αρκετά ανοικτό καθώς μοιάζει με το γονέα Rupestris απ' όπου προέρχεται.

Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στη ριζόβια μορφή φυλλοξήρας, αλλά μέτρια αντοχή στους νηματώδεις. Έχει ευαισθησία στα άλατα και στην υγρασία του εδάφους, ενώ η αντοχή του στη ξηρασία είναι αρκετά καλή. Αντέχει σε ποσοστό 45% σε ολικό CaCO₃ και 17% σε ενεργό. Προσαρμόζεται σε εδάφη φτωχά συνεκτικά, αργιλασβεστώδη, αλλά αποδίδει επίσης καλά και σε γόνιμα εδάφη, με αποτέλεσμα να είναι υποκείμενο ευρύτατης προσαρμογής.

Τον πρώτο χρόνο αναπτύσσεται γρήγορα, με αποτέλεσμα να είναι έτοιμο για τον εμβολιασμό, εφόσον φυτεύεται ως απλό. Το ξύλο του ωριμάζει πολύ καλά, έτσι ώστε να ανταπεξέρχεται στον επιτόπιο εμβολιασμό με επιτυχία.

Έχει πολύ καλή συγγένεια με τις ντόπες ποικιλίες, δεν σχηματίζει εξόγκωμα στο σημείο του εμβολιασμού και δεν παρατηρείται διαφορά διαμέτρου μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου. Λόγω της ζωνηρότητάς του, έχει την τάση να ανθορροεί σε ποικιλίες που δεν δένουν ικανοποιητικά, όπως το Μοσχάτο Αμβούργου, Ροζακί, Grenache blanc κ.ά. Ενώ δεν έχει τη φήμη πως είναι πρώιμο υποκείμενο, εντούτοις χρησιμοποιείται σε επιτραπέζιες ποικιλίες και σε περιοχές με πρώιμη κατεύθυνση παραγωγής (π.χ. Victoria).

140 Ru (140 Ruggeri)

Δημιουργήθηκε το 1897 στη Σικελία από τον Ιταλό βελτιωτή Antonino Ruggeri, από τον οποίο πήρε και το όνομά του. Προέκυψε από τη διασταύρωση Berlandieri Ressayguier No 2 x Rupestris du Lot.

Έχει φύλλα που μοιάζουν στο μισχικό κόλπο με το 110 R, οδοντωτά, με ελαφρές πτυχές και χρώμα γυαλιστερό, υποπράσινο. Η αντοχή του στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας είναι πολύ υψηλή, ενώ το φύλλωμά του προσβάλλεται από τη φυλλόβιο μορφή. Το υποκείμενο είναι επίσης ανθεκτικό στην ίσκα.

Είναι πολύ ανθεκτικό στο ανθρακικό ασβέστιο και μπορεί να αντέξει συγκεντρώσεις έως 80% σε ολικό CaCO₃ ή 40% σε ενεργό. Η αντοχή του αυτή

μπορεί να συγκριθεί με του 41 B. Προσαρμόζεται σε εδάφη ξηρά αργιλασβεστώδη, όχι πολύ συνεκτικά και είναι ευαίσθητο στην υγρασία, ενώ παρουσιάζει μέτρια αντοχή στη ξηρασία και πολύ καλή αντοχή στα άλατα του εδάφους.

Η επιτυχία στον επιτραπέζιο εμβολιασμό είναι ικανοποιητική. Είναι πολύ ζωηρό υποκείμενο και παρουσιάζει καλή συμβίωση με τις καλλιεργούμενες ποικιλίες. Η ζωηρότητά του αυτή κάνει απαγορευτική τη χρησιμοποίησή του σε πλούσια, αρδευόμενα εδάφη και σε ποικιλίες που έχουν την τάση για ανθόρροια και ανισορραγία. Λόγω της αντοχής του στην ξηρασία μπορεί να παρατείνει περισσότερο την περίοδο ωρίμανσης και να οψιμίσει την παραγωγή, ενώ επίσης καθυστερεί και την πλήρη ανάπτυξη του αμπελιού.

1103 P (1103 Paulsen)

Δημιουργήθηκε το 1895 στο Παλέρμο της Σικελίας από τον Paulsen από τον οποίο πήρε και το όνομά του, με την ίδια διασταύρωση που δημιουργήθηκε το 140 Ru, δηλαδή *Berlandieri Rességuier No 2 x Rupestris du Lot*.

Τα φύλλα του μοιάζουν με αυτά του 140 Ru, εφόσον έχουν τους ίδιους γονείς, δηλ. έχουν αβαθή ανοικτό μισχικό κόλπο, βαθύ γυαλιστερό μπρούντζινο χρωματισμό και είναι οδοντωτά. Είναι υποκείμενο πολύ ανθεκτικό στη ριζόβιο μορφή φυλλοξήρας, αλλά ευαίσθητο στη φυλλόβιο μορφή της. Επίσης παρουσιάζει αντοχή στους νηματώδεις του γένους *Meloidogynae* και στην ίσκα της αμπέλου.

Έχει τις ίδιες καλές ιδιότητες με το 140 Ru και το υπερβαίνει, αφού είναι επίσης υποκείμενο για κατ' εξοχήν ξηρά, φτωχά, μέτριας σύστασης, αργιλασβεστώδη, αβαθή εδάφη, τα οποία παρουσιάζουν περιεκτικότητα έως 40-50% σε ολικό CaCO_3 και 20% σε ενεργό. Μπορεί να υστερεί του 41 B στα κατ' εξοχήν ασβεστούχα ελαφρά εδάφη, με ασβέστιο άνω του 40%, αλλά απέδειξε ότι στα φτωχά, συμπαγή ξηρά εδάφη και στα όρια ασβεστίου που το ίδιο καλύπτει, υπερέχει παντός άλλου υποκειμένου. Παρουσιάζει επίσης αξιόλογη αντοχή στα άλατα. Είναι υποκείμενο πρώιμο, πολύ ζωηρό, γρήγορης ανάπτυξης. Η επιτυχία του στους εμβολιασμούς (επιτόπιους ή επιτραπέζιους) είναι ικανοποιητική. Θεωρείται ευαίσθητο στους παγετούς της άνοιξης και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίησή του σε μεγάλα υψόμετρα και σε περιοχές με παγετούς.

41 B

Δημιουργήθηκε το 1882 από τον Millardet και τον Crasset από τη διασταύρωση: *V. vinifera* (Chasselas) x *V. berlandieri* No 41 B. Έχει εντοπωσιακά σκούρα, μεγάλα, με μεταλλική λάμψη φύλλα και επιμήκεις έρπουσες κληματίδες με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, που το κάνουν να ξεχωρίζει εύκολα από άλλα υποκείμενα. Η αντοχή του στη ριζόβιο μορφή φυλλοξήρας είναι ικανοποιητική παρότι οι μικρές ρίζες του φέρουν πολλές φορές οξίδια, ενώ είναι ευαίσθητο στις προσβολές των νηματωδών.

Είναι υποκείμενο κατάλληλο για εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο αφού η αντοχή του ανέρχεται σε 75% για το ολικό και σε 40% για το ενεργό CaCO₃. Θεωρείται από τα πιο ανθεκτικά στη χλώρωση του σιδήρου υποκείμενα. Προσαρμόζεται εξίσου καλά σε πεδινά εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, γόνιμα, καλά αποστραγγιζόμενα, εφόσον είναι υποκείμενο που είναι ευαίσθητο στην υγρασία του εδάφους. Επίσης θεωρείται μετριας αντοχής στη ξηρασία. Εάν εξαιρέσουμε τα μετρίως φτωχά συμπαγή εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα σε ασβέστιο, όπου το 110 R σωστά πήρε τη θέση που του ταιριάζει, σε όλες τις άλλες με περισσότερο ασβέστιο περιπτώσεις, το 41 B ήταν το υποκείμενο που ανταπεξήλθε επιτυχώς στον δύσκολο ρόλο του. Αλλά και όπου υπήρχε πολύ λίγο ασβέστιο και δεν ήταν ανάγκη να καταφύγουμε σε αυτό, εφόσον επρόκειτο για ελαφρά αμμουδερά εδάφη, πάλι το 41 B έδειξε ότι ταίριαζε καλύτερα από το 110 R, γιατί διαθέτει πιο επιπόλαιο μεν αλλά πολύ πλούσιο ριζικό σύστημα κι εκμεταλλεύεται καλύτερα τα θρεπτικά στοιχεία.

Είναι υποκείμενο μετριας ζωηρότητας και όψιμης βλάστησης κι έτσι η αρχική ανάπτυξη των φυτών είναι βραδεία, αργότερα όμως με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος προωθεί και την ανάπτυξη του εμβολίου. Εντούτοις το 41 B καταδεικνύει ότι ενώ πράγματι στα 3-4 πρώτα χρόνια από τη φύτευσή του καθυστερεί, μετέπειτα δημιουργεί αμπελώνα πιο ρωμαλέο. Μερικοί ερευνητές θεωρούν το 41 B, μαζί με το 3309 C, ότι είναι τα υποκείμενα που συνιστώνται για ποικιλίες και εδάφη αμπελώνων που έχουν ως στόχο την πρωίμηση της παραγωγής. Βάση αυτού του δεδομένου και του γεγονότος ότι το 41 B συμβάλλει στη καλή καρποφορία, προσφέρεται ως υποκείμενο για επιτραπέζιες ποικιλίες.

Στον επιτραπέζιο εμβολιασμό παρουσιάζει μικρότερη επιτυχία επειδή το μόνος αργεί να ριζοβολήσει, ενώ στον επιτόπιο εμβολιασμό εκβλαστάνει κανονικά και δίνει καλά αποτελέσματα.

Χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες, όπως στη Γαλλία, Ιταλία, Γερμανία, Ισπανία. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται σε όλες τις αμπελουργικές περιοχές και μαζί με το 110 R αποτέλεσαν τα δύο σημαντικότερα υποκείμενα κατά την αναμπέλωση ολόκληρης της Ελλάδας.

Selektion Oppenheim Nr. 4 (SO 4)

Δημιουργήθηκε στην Αμπελουργική Σχολή του Oppenheim της Δυτ. Γερμανίας από τον Rodrian με επιλογή από τον κλώνο Teleki No 4. Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στη ριζόβιο μορφή φυλλοξήρας και στους νηματώδεις του γένους *Meloidogynae*. Τα φύλλα είναι κιτρινοπράσινα, όχι πολύ γυαλιστερά, οδοντωτά, με επιφάνεια λίγο ανώμαλη. Ο μισχικός κόλπος είναι αρκετά βαθύς με γωνία περισσότερο κλειστή από το 110 R. Ο βλαστός είναι λείος, η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι κοκκινωπή έως χαλκόχροη, οι έλικες συνήθως τρισχιδείς και το ξύλο ελαφρώς ερυθρό.

Η αντοχή του στο ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους ανέρχεται στο 40% για το ολικό και στο 19-20% για το ενεργό. Αποτελεί ευαίσθητο υποκείμενο στα άλατα του εδάφους και προσαρμόζεται καλά σε εδάφη γόνιμα και βαθιά αλλά όχι σε φτωχά και άγονα. Λόγω της αντοχής του στην υγρασία είναι επίσης κατάλληλο για εδάφη κακώς στραγγιζόμενα. Είναι υποκείμενο πολύ ζωνό, ταχείας ανάπτυξης, που σε μερικές περιπτώσεις ωθεί τις ποικιλίες να ωριμάζουν πρώιμα, ενώ αντίθετα σε χρονιές με πολλές βροχές μπορεί να οψιμίσει την παραγωγή.

Το SO 4 είναι το υποκείμενο που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη Γαλλία και στη Γερμανία, γιατί αντέχει σε όλους τους τύπους εδαφών, εφόσον έχουν αρκετή υγρασία. Στη χώρα μας έχει μπει προσφάτως και φαίνεται πως ταιριάζει πολύ καλά σε ελαφρά αμμουδερά παραθαλάσσια εδάφη με αρκετή υγρασία.

1.3.3. Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί ο ρόλος της επίδρασης της υψηλής συγκέντρωσης διττανθρακικών ανιόντων (ως προσπάθεια απομίμησης των εδαφικών διαλυμάτων των ασβεστούχων εδαφών) στην πρόκληση τροφοπενίας σιδήρου και ιδιαίτερα να μελετηθεί η διαφοροποίηση της αντοχής διαφόρων υποκείμενων αμπέλου σε αυτές. Παράλληλα, μελετήθηκε και η επίδραση της πραγματικής έλλειψης σιδήρου και ψευδαργύρου στην εκδήλωση χλωρωτικών φαινομένων, στην ανάπτυξη και τη συγκέντρωση σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία στα φύλλα των πειραματικών φυτών.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Φυτικό υλικό

Σε θερμοκήπιο στο χώρο του Αγροκτήματος του ΤΕΙ Καλαμάτας, εγκαταστάθηκε πείραμα υδροπονίας στο οποίο αναπτύχθηκαν απλά έρριζα υποκείμενα αμπέλου. Τα υποκείμενα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα: 41B, 1103P, 110R και 140Ru. Η προμήθεια του πειραματικού υλικού έγινε από τα φυτώρια αμπέλου Μπακασιέτα που βρίσκονται στο Λεόντιο Νεμέας στον Νομό Κορινθίας.

Η ανάπτυξη των φυτών έγινε με τη μέθοδο της υδροπονίας, πάνω σε αδρανές στερεό υπόστρωμα που αποτελείτο από μίγμα χαλαζιακής άμμου και περλίτη (κατ' όγκον αναλογία 1:1) μέσα σε πλαστικά φυτοδοχεία χωρητικότητας 5 L. Για τη χορήγηση του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά, είχε εγκατασταθεί ανοιχτό αυτόματο σύστημα παροχής με τη βοήθεια αντλιών και χρονοπρογραμματιστή.

Πριν την εγκατάσταση των πειραματικών φυτών, το ριζικό τους σύστημα πλύθηκε σχολαστικά με άφθονο νερό της βρύσης και στη συνέχεια με απιονισμένο. Το υπέργειο μέρος κλαδεύτηκε στα τρία μάτια, η δε ρίζα στα 5-7 cm. Στη συνέχεια καταγράφηκε με ζυγό ακριβείας το ναπό βάρος ολόκληρου του φυτού πριν τη φύτευση, το οποίο στο εξής θα αναφέρεται ως αρχικό βάρος.

Μετά τη μεταφύτευση και για χρονικό διάστημα 15 ημερών, τα φυτά αρδεύονταν πέντε φορές την ημέρα με νερό της βρύσης, ηλεκτρικής αγωγιμότητας 600 $\mu\text{hos/cm}$ στους 25⁰C. Συγκεκριμένα, χορηγούνταν 50 ml / φυτό x 5 φορές / ημέρα, δηλ. 250 ml /φυτό/ημέρα.

Στη συνέχεια και μέχρι την έναρξη των επεμβάσεων, χορηγήθηκε σε όλα τα φυτά το πλήρες θρεπτικό διάλυμα των Römheld και Marschner (1981). Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται συχνά σε ερευνητικές εργασίες για τη χλώρωση σιδήρου. Είναι μικρότερης συγκέντρωσης σε θρεπτικά στοιχεία σε σύγκριση με το ευρέως χρησιμοποιούμενο Hoagland No 2 (Hewitt 1966) και περιείχε άζωτο μόνο σε νιτρική μορφή. Η σύστασή του φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίν. 2).

Πίν. 2. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος (Römheld & Marschner, 1981)

Χημική ένωση	Συγκέντρωση	
	mM	μM
Ca(NO ₃) ₂	2,00	KCL 25,0
K ₂ SO ₄	0,75	H ₃ BO ₃ 10,0
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,65	MnSO ₄ 1,00
KH ₂ PO ₄	0,50	CuSO ₄ 0,50
		ZnSO ₄ 0,50
		(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ 0,05
		FeEDTA 20,0

Για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων όλων των επεμβάσεων χρησιμοποιούταν απιονισμένο νερό. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να παρασκευασθούν και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν τα διαλύματα εργασίας, αφορούσε στην παρασκευή οκτώ πυκνών διαλυμάτων (stock solutions) συγκέντρωσης 0,5 M των χημικών ενώσεων Ca(NO₃)₂, K₂SO₄, MgSO₄·7H₂O, KH₂PO₄, KCl, NaHCO₃ και των ιχνοστοιχείων Fe-EDTA, H₃BO₃, MnSO₄, CuSO₄, ZnSO₄, (NH₄)₆Mo₇O₂₄. Τα πυκνά διαλύματα χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή των τεσσάρων διαλυμάτων εργασίας (ένα ανά επέμβαση), τελικού όγκου 150 L, τα οποία περιέχονταν σε τέσσερις πλαστικές δεξαμενές, χωρητικότητας 200 L.

Πριν την έναρξη των επεμβάσεων, το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών εκπλύθηκε με απιονισμένο νερό για την απομάκρυνση της περίσσειας αλάτων. Η διαδικασία αυτή ακολουθείτο ανά 10ήμερο καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.

Επεμβάσεις

Οι τέσσερις διαφορετικές ως προς τη σύσταση του θρεπτικού διαλύματος επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν στα φυτά ήταν οι ακόλουθοι:

Επέμβαση I: Πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), όπως φαίνεται στον Πίν. 1.

Επέμβαση II: Θρεπτικό διάλυμα χωρίς σίδηρο (-Fe)

Επέμβαση III: Θρεπτικό διάλυμα χωρίς ψευδάργυρο (-Zn)

Επέμβαση IV: Πλήρες θρεπτικό διάλυμα με 10 mM NaHCO₃ και 0,5 g CaCO₃ L⁻¹ (+HCO₃) (Προσπάθεια απομίμησης εδακών διαλυμάτων ασβεστούχων εδαφών)

Δέκα εννέα ημέρες μετά την έναρξη των επεμβάσεων έγινε καταγραφή της έντασης της χλώρωσης των φυτών με βάση την κλίμακα ορατών συμπτωμάτων 'χλώρωσης' που ακολουθεί. Η δεύτερη καταγραφή της χλώρωσης έγινε 34 ημέρες μετά την έναρξη των επεμβάσεων και η πραγματοποίησή της συνέπεσε με την πρώτη συγκομιδή των φυτών. Αυτή τη φορά όμως η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών καταγράφηκε με τη βοήθεια του μετρητή χλωροφύλλης SPAD της Minolta.

2.2. Ποσοτική εκτίμηση των συμπτωμάτων 'χλώρωσης'

Για την ποσοτική εκτίμηση των συμπτωμάτων 'χλώρωσης' των φύλλων υποκειμένων αμπελιού, εφαρμόστηκε η κλίμακα η οποία έχει, ήδη, χρησιμοποιηθεί σε διάφορα φυτικά είδη από άλλους ερευνητές (Byrne 1988). Σύμφωνα με την κλίμακα αυτή τα συμπτώματα κατατάσσονται σε πέντε επίπεδα και έχουν ως εξής:

Ένταση 'χλώρωσης'	Συμπτώματα
1	υγιή φύλλα (κανονικό χρώμα φύλλων της ποικιλίας)
2	φύλλα με ελαφρά κίτρινες μεσονεύριες περιοχές
3	φύλλα με σαφείς κίτρινες μεσονεύριες περιοχές αλλά με λεπτό δίκτυο πράσινων νευρώσεων
4	καθολικά κίτρινα φύλλα εκτός των πράσινων μεσαίων νευρώσεων
5	καθολικά κίτρινα έως λευκά φύλλα με νεκρωτικές περιοχές

Την επόμενη ημέρα της 1^{ης} συγκομιδής εφαρμόστηκε στα υπόλοιπα φυτά κορυφολόγημα στο 7^ο από την κορυφή γόνατο, για την πρόκληση έκπτυξης νέας βλάστησης. Τα φυτά αυτά συγκομίστηκαν κατά τη δεύτερη και τελευταία συγκομιδή του πειράματος, μετά από 44 ημέρες από την 1^η συγκομιδή, αφού προηγουμένως καταγράφηκε πάλι η ένταση χλώρωσης των φύλλων τους με το SPAD.

Το πείραμα διήρκεσε συνολικά 122 ημέρες ή 78 ημέρες από την έναρξη των επεμβάσεων, κατά τη διάρκεια του οποίου πραγματοποιήθηκαν όπως προαναφέρθηκε δύο συγκομιδές.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα καταγραφόταν το pH και η EC των θρεπτικών διαλυμάτων των τεσσάρων επεμβάσεων. Σε κάθε συγκομιδή, πριν από την εκρίζωση των φυτών, εκτός από την καταγραφή του βαθμού 'χλώρωσης' είτε βάσει της σχετικής κλίμακας συμπτωμάτων ή με τη βοήθεια του μετρητή χλωροφύλλης SPAD της Minolta, προσδιοριζόταν και το ολικό νωπό βάρος κάθε φυτού, αφού προηγουμένως απομακρυνόταν επιμελώς η χαλαζιακή άμμος και ο περλίτης από τη ρίζα. Ακολουθούσε το στέγνωμα της ρίζας με φύλλα απορροφητικού χάρτου και λαμβανόταν ξεχωριστά το βάρος της ρίζας και του υπέργειου τμήματος των φυτών. Επίσης, συλλέγονταν δείγματα φύλλων (5^{ου}, 6^{ου} και 7^{ου} φύλλων) από την κορυφή των βλαστών κάθε φυτού για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων. Στη συνέχεια υπολογιζόταν α) η αύξηση των φυτών σε κάθε συγκομιδή ως η διαφορά του ολικού νωπού βάρους κατά τη συγκομιδή από το αρχικό νωπό βάρος κατά τη μεταφύτευση, καθώς επίσης υπολογιζόταν και β) η σχέση νωπού βάρους ρίζας προς νωπό βάρος υπέργειου τμήματος.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι καθόλη τη διάρκεια του πειράματος, οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές για τη ανάπτυξη των φυτών, όπως αυτό φαίνεται από τη ζωνρότητα της βλαστήσεως και την πλούσια ανάπτυξη υγιούς ριζικού συστήματος (Φωτ. 1).

2.3. Χημική ανάλυση φυτικών ιστών

Επειδή από τη μια μεριά ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος αποτελούν στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για αυτή τη μελέτη και από την άλλη είναι διαδεδομένα στη φύση, η απομάκρυνση οποιωνδήποτε ξένων προσμείξεων (σκόνη κ.λ.π.) από την επιφάνεια των φυτικών οργάνων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή προετοιμασία των δειγμάτων που προορίζονται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσής τους. Γι' αυτό το λόγο, μετά την κατάλληλη δειγματοληψία των φύλλων, ακολουθούσε η έκπλυσή τους κατ' αρχήν με νερό της βρύσης και στη συνέχεια τρεις φορές με απιονισμένο νερό. Μετά το γρήγορο στέγνωμα των υγρών φύλλων σε φύλλα απορροφητικού χάρτου, σε θερμοκρασία δωματίου, χρονικής διάρκειας περίπου μιας ώρας, ακολουθούσε η αποξήρανση των δειγμάτων σε κλίβανο με ρεύμα θερμού αέρα, σε θερμοκρασία 80^oC, για 24 ώρες. Στη συνέχεια πραγματοποιείτο η άλεση των δειγμάτων με κατάλληλο για αναλύσεις φυτικών ιστών μύλο και η διατήρησή τους μέσα σε ξηραντήριο, σε δροσερό και σκοτεινό

περιβάλλον.

Η καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών γινόταν με τη διαδικασία της ξηρής καύσης, σε χωνευτήρια πορσελάνης 20 ml, στους 500⁰C μέσα σε φούρνο για πέντε ώρες (Allen 1989). Η διαλυτοποίηση της τέφρας γινόταν με 10 ml HCl (1+1) και το διάλυμα αυτό αφού διηθούνταν (Whatman No 41 ashless), μεταφερόταν σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml όπου και συμπληρωνόταν με απιονισμένο νερό μέχρι τον τελικό όγκο (μητρικό διάλυμα).

Στο μητρικό αυτό διάλυμα προσδιορίζονταν με φασματοόμετρο ατομικής απορρόφησης (Spectr AA-10, Varian) τα στοιχεία Fe, Mn, Zn και Cu και του B με τη χρωματομετρική μέθοδο της αζωμεθίνης H.

Η καύση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης N γινόταν σύμφωνα με τη μέθοδο Kjeldahl (υγρή καύση 200 mg ξηρού φυτικού υλικού με 4 ml πυκνού θειικού οξέος και μια ταμπλέτα ειδικών καταλυτών). Το εκχύλισμα μετά την υγρή καύση αραιωνόταν με απιονισμένο νερό σε τελικό όγκο 100 ml και ακολουθούσε ο χρωματομετρικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης N με τη μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης.

Σε όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιούνταν χημικώς καθαρά αντιδραστήρια.

2.4. Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων. Εφαρμόστηκαν 4 διαφορετικές επεμβάσεις ως προς τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων των θρεπτικών διαλυμάτων στα τέσσερα απλά υποκείμενα 41B, 1103P, 110R και 140Ru. Καθόλη τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές. Από το γινόμενο του αριθμού των υποκειμένων x τον αριθμό των επεμβάσεων x τον αριθμό των επαναλήψεων x τον αριθμό των συγκομιδών απαιτήθηκε συνολικά η ανάπτυξη 96 πειραματικών φυτών.

2.5. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων διεκπεραιώθηκε με τη χρησιμοποίηση του στατιστικού προγράμματος Statistica (StatSoft, Inc.) για την ανάλυση της παραλλακτικότητας και τη σύγκριση των μέσων όρων. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς.



Φωτ. 2. Ανάπτυξη τεσσάρων έρριζων απλών υποκειμένων: 41B, 1103P, 110R και 140Ru με τη μέθοδο της υδροπονίας.



Φωτ. 3. Συμπτώματα τροφοπενίας σιδήρου στα φύλλα των υποκειμένων 41B και 1103P που αναπτύχθηκαν με περίσσεια διττανθρακικών ανιόντων στο θρεπτικό διάλυμα (ασβεστιογενής χλώρωση), κατά τη 2^η συγκομιδή

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Καθόλη τη διάρκεια του πειράματος, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C. στους 25⁰C) των θρεπτικών διαλυμάτων των επεμβάσεων I, II, και III κυμαινόταν στο 0,80 dS/cm ενώ της επέμβασης IV στο 1,70 dS/cm. Αντιστοίχως, το pH των διαλυμάτων των επεμβάσεων I, II, και III κυμαινόταν στο 5.80 ενώ της επέμβασης IV στο 8,00. Το σημαντικά υψηλότερο pH και E.C. του θρεπτικού διαλύματος της Επέμβασης IV οφειλόταν στην παρουσία υψηλής συγκέντρωσης των διττανθρακικών ανιόντων (HCO₃⁻). Το υψηλότερο pH της επέμβασης αυτής σε σύγκριση με αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων συνδέεται προφανώς με το συνεχή εμπλουτισμό του θρεπτικού διαλύματος με όξινα ανθρακικά ανιόντα (Coulombe *et al.* 1984, Cinelli *et al.* 1995).

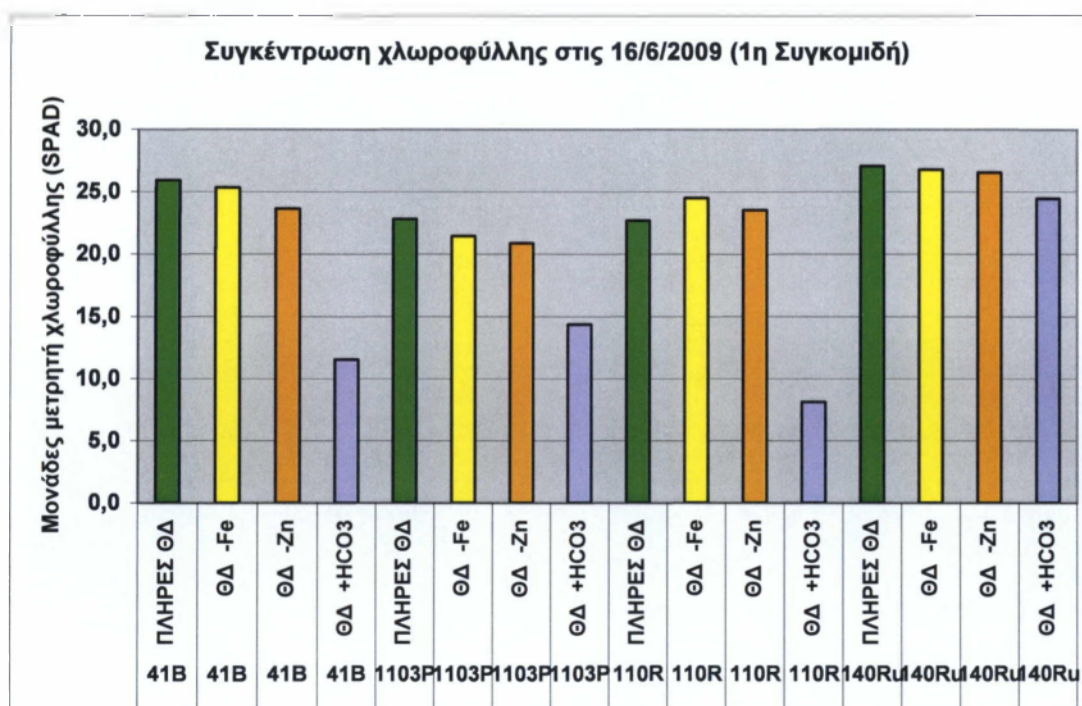
Δέκα εννέα (19) ημέρες μετά την έναρξη των επεμβάσεων αλλά πριν από την 1η συγκομιδή, καταγράφηκε η χλώρωση των φυτών με τη βοήθεια της κλίμακας ορατών συμπτωμάτων όπως αυτή περιγράφεται στην ενότητα «Υλικά και Μέθοδοι». Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι μόνο το υποκείμενο 110R όταν αναπτυσσόταν με μεγάλη συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων στο θρεπτικό διάλυμα παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη χλώρωση (Πίν. 1). Κατά την ίδια χρονική στιγμή, η χλώρωση στα υπόλοιπα υποκείμενα ήταν ελάχιστα διακριτή, και βεβαίως όχι σημαντικά διαφοροποιημένη, μεταξύ των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν (Πίν. 1).

Πίν. 1. Ένταση χλώρωσης υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 1^η συγκομιδή

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ	ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΧΛΩΡΩΣΗΣ 2/6/2010
41B	ΠΛΗΡΕΣ ΘΔ	1,0 a
41B	ΘΔ -Fe	1,0 a
41B	ΘΔ -Zn	1,0 a
41B	ΘΔ +HCO ₃	1,0 a
1103P	ΠΛΗΡΕΣ ΘΔ	1,0 a
1103P	ΘΔ -Fe	1,0 a
1103P	ΘΔ -Zn	1,0 a
1103P	ΘΔ +HCO ₃	1,0 a
110R	ΠΛΗΡΕΣ ΘΔ	1,0 a
110R	ΘΔ -Fe	1,7 a
110R	ΘΔ -Zn	1,0 a
110R	ΘΔ +HCO ₃	9,3 b
140Ru	ΠΛΗΡΕΣ ΘΔ	1,7 a
140Ru	ΘΔ -Fe	1,0 a
140Ru	ΘΔ -Zn	1,7 a
140Ru	ΘΔ +HCO ₃	1,0 a

Σαράντα τέσσερις (44) ημέρες μετά την έναρξη των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκε η 1η συγκομιδή των φυτών αφού προηγουμένως καταγράφηκε εκ νέου η χλώρωση στα φύλλα τους. Η καταγραφή της χλώρωσης αυτήν τη φορά έγινε με τη βοήθεια του μετρητή χλωροφύλλης SPAD της Minolta. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 1, όπου διαπιστώνουμε ότι τα φυτά που αναπτύσσονταν με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών (ΘΔ +HCO₃) είχαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης, δηλαδή μεγαλύτερη χλώρωση, από ό,τι τα φυτά που αναπτύσσονταν είτε με πλήρες θρεπτικό διάλυμα ή χωρίς σίδηρο ή χωρίς ψευδάργυρο. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (αντίστροφη της χλώρωσης) μεταξύ των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν στις επεμβάσεις (Πλήρες ΘΔ), (ΘΔ-Fe) και (ΘΔ-Zn). Η μεγαλύτερης έντασης χλώρωση των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν με μεγάλη συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων στο θρεπτικό διάλυμα πρέπει να αποδοθεί στο πολύ υψηλό pH του θρεπτικού διαλύματος που επικράτησε στην επέμβαση αυτή. Αναφέρθηκε ήδη στην αρχή της ενότητας αυτής ότι το pH της επέμβασης IV κυμαινόταν στο 8,00

ενώ των υπολοίπων στο 5,80. Το pH αυτό συνέβαλε στην ταχύτερη εξάντληση της συγκέντρωσης διαφόρων ιχνοστοιχείων και κυρίως του διαθέσιμου σιδήρου, και ως εκ τούτου στην ταχύτερη εμφάνιση χλώρωσης. Εξάλλου η πρόσθεση 10 mM NaHCO_3 και $0,5 \text{ g CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ στο θρεπτικό διάλυμα της επέμβασης αυτής αποτελούσε προσπάθεια απομίμησης των συνθηκών που επικρατούν στο εδαφικό διάλυμα των ασβεστούχων εδαφών, εδάφη στα οποία η χλώρωση, όπως επανειλημμένα έχει αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία, αποτελεί σημαντικότατο πρόβλημα για το αμπέλι.



Εικ. 1. Ένταση χλώρωσης φυτών που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), στις 16/6/2009

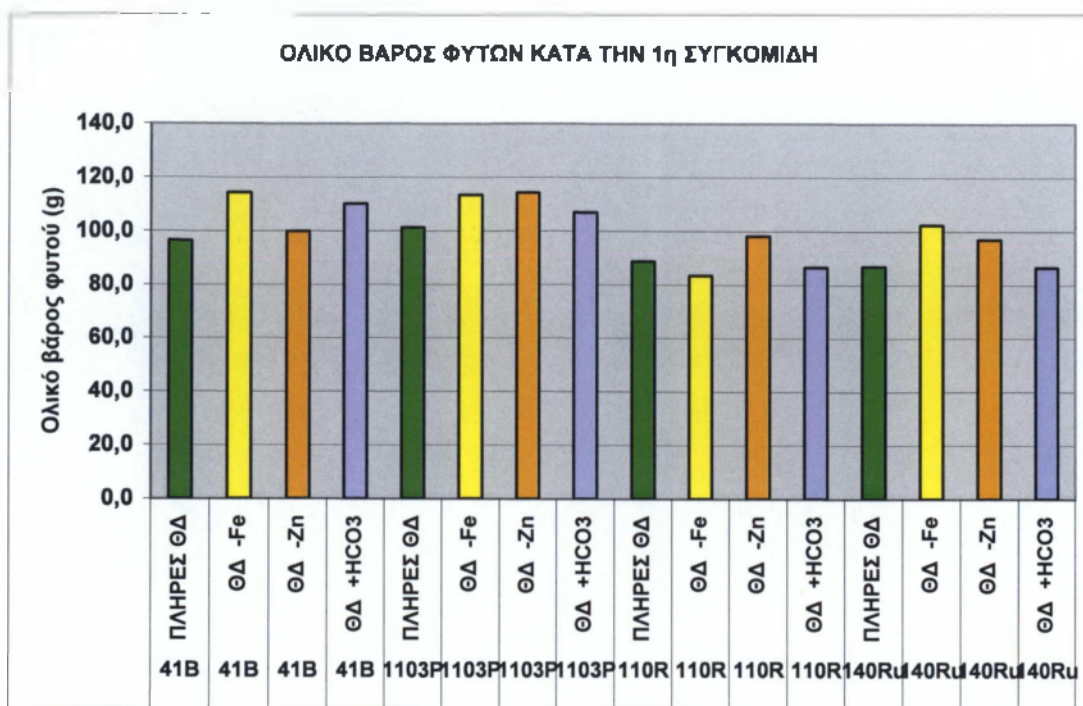
Σχετικά με τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης χλωροφύλλης μεταξύ των τεσσάρων υποκειμένων που αξιολογήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι τη μεγαλύτερη αντοχή στη χλώρωση παρουσίασε το 140Ru, ενδιάμεση το 41B και ακολουθούσαν τα 1103P και 110R με την μικρότερη αντοχή (Εικ. 1, Πίν. 2). Εκτός από τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του 140Ru στα ασβεστούχα εδάφη, το υποκείμενο αυτό έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς είναι επιπλέον πολύ ανθεκτικό στη ξηρασία, μέτρια ανθεκτικό στην αλατότητα του εδάφους και εν γένει κατάλληλο για

την καλλιέργεια αμπελιών σε αμμώδη εδάφη. Το 140Ru έχει ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται στη χώρα μας αντικαθιστώντας το 41B στις περιπτώσεις όπου τα εδάφη είτε έχουν περιεκτικότητα σε ολικό ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 80%, ή όπου είναι επιθυμητό κάποιο άλλο από τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά του.

Πίν. 2. Κύρια επίδραση του υποκειμένου στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα, κατά την 1^η συγκομιδή

Υποκείμενο	Συγκέντρωση χλωροφύλλης 1 ^η συγκομιδή
41B	21,6 a
1103P	19,9 b
110R	19,7 b
140Ru	26,2 c

Επίσης, κατά την 1^η συγκομιδή διαπιστώθηκε ότι η υψηλή παρουσία διττανθρακικών ανιόντων ($\text{ΘΔ} + \text{HCO}_3$) στο μέσο ανάπτυξης των υποκειμένων 140Ru και 110R είχε ως συνέπεια τη μεγαλύτερη μείωση του ολικού τους βάρους σε σύγκριση με τα 41B και 1103P (Εικ. 2). Ενδεχομένως η μείωση της αύξησης του 140Ru να συνδέεται με την καλλίτερη συμπεριφορά του από πλευράς χλώρωσης, καθώς οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία ενός φυτού με μικρότερο ρυθμό αύξησης είναι μικρότερες.



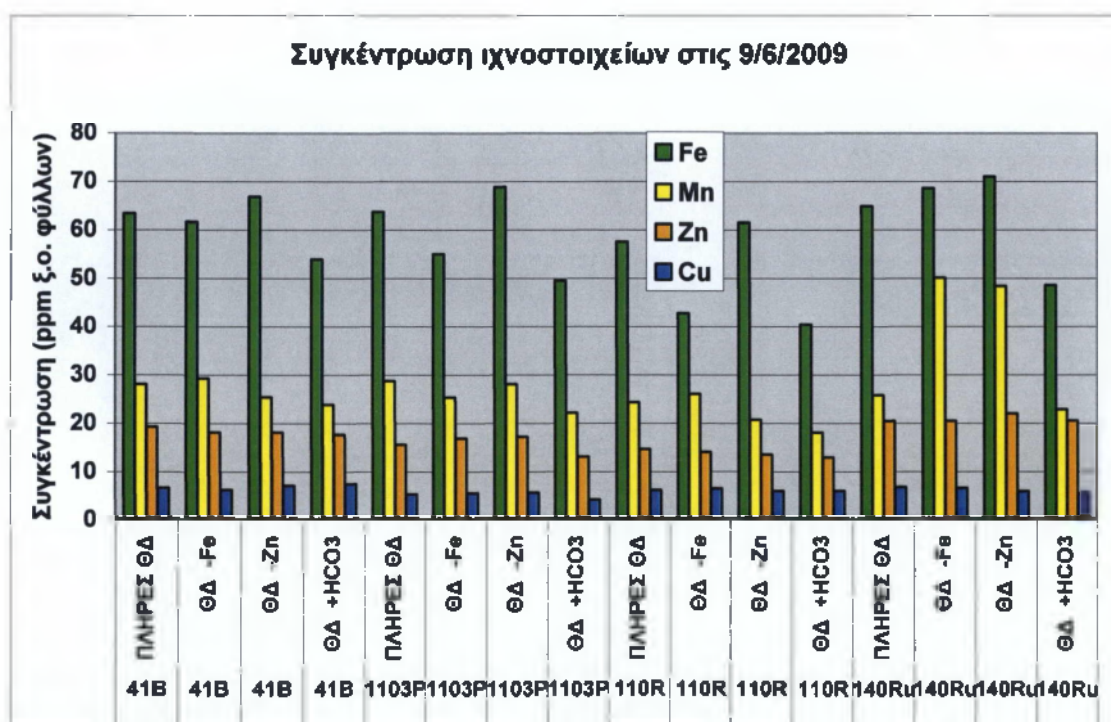
Εικ. 2. Ολικό νοπό βάρος των τεσσάρων υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 1^η συγκομιδή (17/6/2009)

Πίν. 3. Σχέση νοπού βάρους ρίζας προς υπέργειο τμήμα υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 1^η συγκομιδή (17/6/2009)

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ	Σχέση ν.β. ρίζας/ υπέργ. τμήματος
41B	0,40 a
1103P	0,26 c
110R	0,34 b
140Ru	0,35 b

Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα (1^η συγκομιδή), η σχέση ρίζας προς υπέργειο τμήμα, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά εξαιτίας των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν. Ανεξαρτήτως όμως των επεμβάσεων, η κύρια επίδραση του

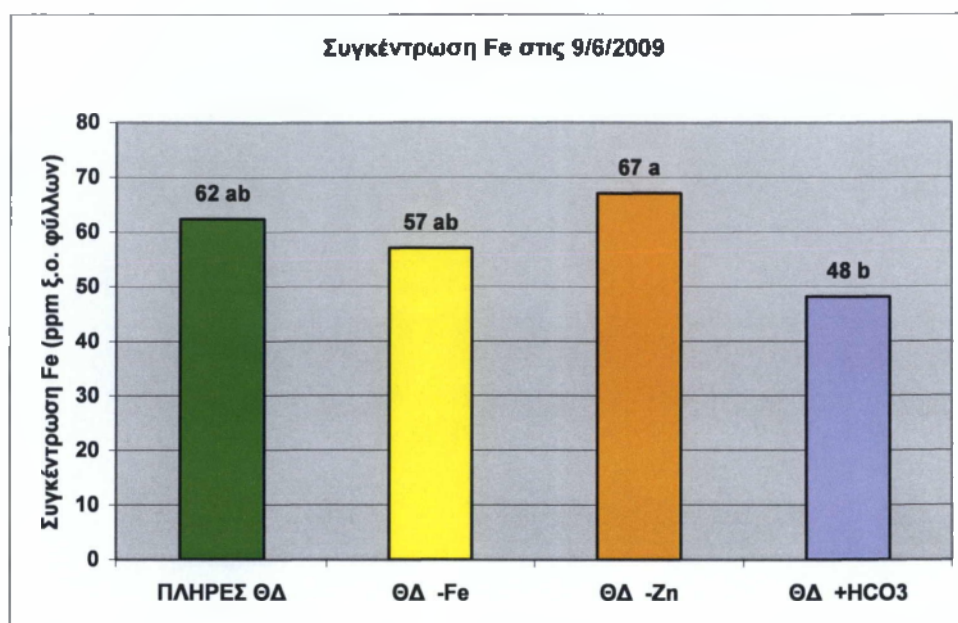
υποκειμένου ήταν ότι η σχέση ν.β. ρίζας προς ν.β. υπέργειου τμήματος του 41B βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σχέση των τριών υπολοίπων υποκειμένων. Αντίθετα, η σχέση ν.β. ρίζας προς υπέργειο τμήμα του 1103P ήταν η μικρότερη (Πίν. 3). Το γεγονός ότι το 41B παρουσίασε εκτός από μεγαλύτερη σχέση ρίζας προς υπέργειο τμήμα και μικρότερη ένταση χλώρωσης, σε σύγκριση με τα υποκείμενα 110R και 1103P, υποδηλώνει την ύπαρξη σχετικού μηχανισμού προσαρμογής του υποκειμένου αυτού σε τροφοπενίες. Αύξηση αυτής της σχέσης συνεπάγεται και μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων. Έχει, ήδη, αναφερθεί από διάφορους ερευνητές ότι όταν τα φυτά αντιμετωπίζουν δυσμενείς για την ανάπτυξή τους συνθήκες, ο σχετικός ρυθμός αύξησης της ρίζας τους μεγαλώνει (Faust 1989, Marschner 1997).



Εικ. 3. Συγκέντρωση Fe, Mn, Zn και Cu στα φύλλα των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ - Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), στις 9/6/2009

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης Fe, Zn, Mn, και Cu στα φύλλα της κορυφής των υποκειμένων, εννέα ημέρες πριν την 1^η συγκομιδή (9/6/2009), διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση του σιδήρου δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των φυτών που αναπτύσσονταν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ) και σε θρεπτικό διάλυμα που δεν προστέθηκε σίδηρος (ΘΔ -Fe) ή ψευδάργυρος (ΘΔ -Zn). Είναι αρκετά πιθανόν ότι οι ανάγκες των φυτών σε σίδηρο και ψευδάργυρο, κατ' αυτό το χρονικό διάστημα, ικανοποιήθηκαν είτε από εσωτερικά αποθέματα των φυτών είτε και από προσμίξεις ιχνοστοιχείων που υπήρχαν στο θρεπτικό υπόστρωμα. Εξάλλου, κατά την εγκατάσταση των φυτών στην καλλιέργεια άμμου, τα νεαρά φυτά είχαν αρχικά δεχθεί θρεπτικό διάλυμα με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή εγκατάστασή τους. Η απορρόφηση των αποθεμάτων των ιχνοστοιχείων διευκολύνθηκε επιπλέον από την επικράτηση όξινων συνθηκών στο θρεπτικό διάλυμα των τριών προαναφερόμενων επεμβάσεων (pH=5,80).

Όμως, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4, η συγκέντρωση σιδήρου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονταν με υψηλή συγκέντρωση διτιανθρακικών (ΘΔ +HCO₃) ήταν μειωμένη σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τρεις επεμβάσεις. Μάλιστα, ήταν σημαντικά μικρότερη από τη συγκέντρωση σιδήρου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονταν χωρίς ψευδάργυρο. Η σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Fe στα φυτά που αναπτύσσονταν χωρίς ψευδάργυρο σε σχέση με τα φυτά στην επέμβαση (ΘΔ +HCO₃) πρέπει να αποδοθεί σε φαινόμενα ανταγωνισμού Fe-Zn (Marschner, 1997).



Εικ. 4. Συγκέντρωση Fe στα φύλλα των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), στις 9/6/2009

Όσον αφορά στη συγκέντρωση μαγγανίου, τα φυτά 140 Ru που αναπτύσσονταν σε συνθήκες έλλειψης σιδήρου (ΘΔ -Fe) και έλλειψης ψευδαργύρου (ΘΔ-Zn) παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις Mn σε σύγκριση είτε με φυτά του ίδιου υποκειμένου που αναπτύσσονταν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ) ή σε συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ+HCO₃) (Εικ. 3). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονταν χωρίς την προσθήκη σιδήρου και ψευδαργύρου στο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να αποδοθούν και αυτές στις ανταγωνιστικές σχέσεις Fe-Mn-Zn (Marschner, 1997).

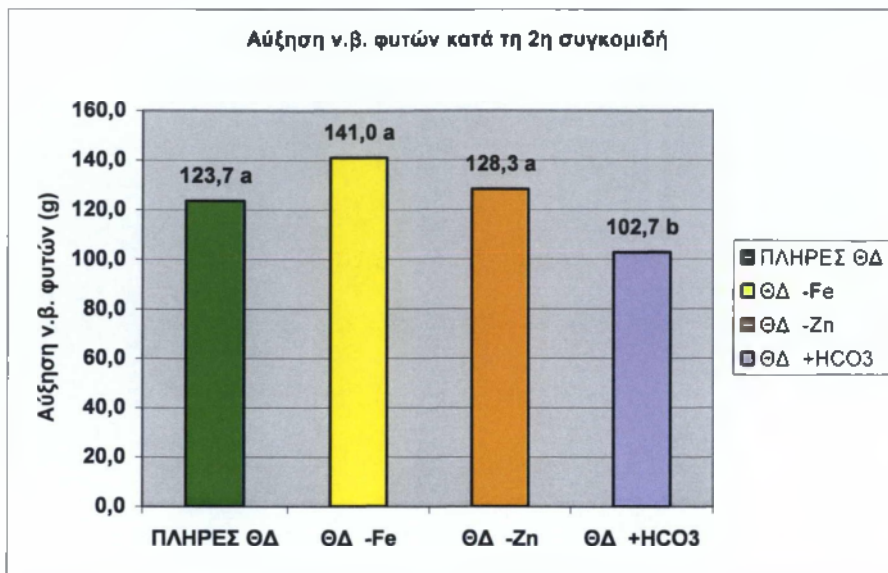
Όσον αφορά στη συγκέντρωση χαλκού, η συγκέντρωση του στοιχείου δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά εξαιτίας των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν (Εικ. 3).

Όσον αφορά στην κύρια επίδραση του υποκειμένου στη συγκέντρωση Mn και Zn, το υποκείμενο 140 Ru παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση μαγγανίου και ψευδαργύρου στα φύλλα του σε σχέση και με τα υπόλοιπα τρία υποκείμενα (Πίν. 4), αποτέλεσμα με ιδιαίτερη σημασία για το σχεδιασμό ορθολογικής λίπανσης αμπελώνων εμβολιασμένων πάνω στο υποκείμενο αυτό.

Πίν. 4. Κύρια επίδραση του υποκειμένου στη συγκέντρωση Mn και Zn στα φύλλα των τεσσάρων υποκειμένων στις 9/6/2009

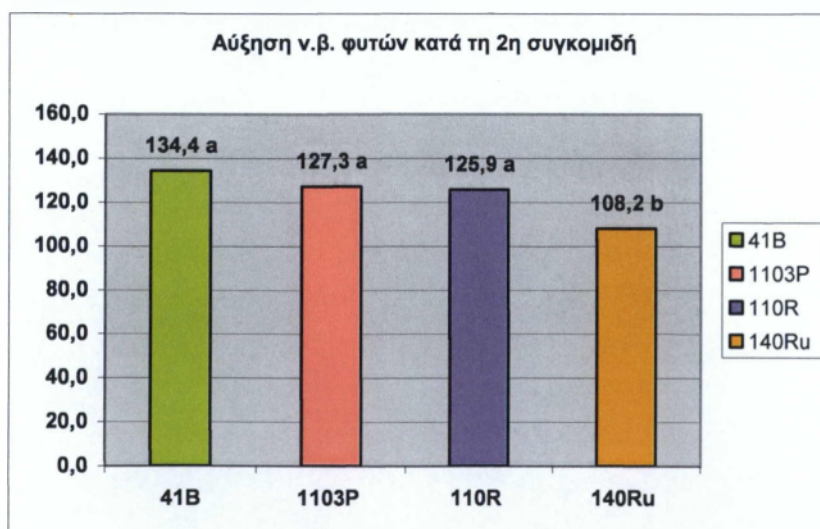
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ	Συγκέντρωση Mn	Συγκέντρωση Zn
41B	27 a	18 b
1103P	26 a	16 a
110R	22 a	14 a
140Ru	37 b	21 c

Η 2η και τελευταία συγκομιδή του πειράματος πραγματοποιήθηκε 44 ημέρες μετά την 1η συγκομιδή και 78 από την έναρξη των επεμβάσεων. Η αύξηση των φυτών, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα «Υλικά και Μέθοδοι», υπολογίστηκε ως η διαφορά του τελικού ολικού βάρους των φυτών κατά τη 2^η συγκομιδή από το αντίστοιχο αρχικό βάρος τους κατά τη φύτευση. Τα σχετικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση μόνο των φυτών που αναπτύσσονταν με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών στο θρεπτικό διάλυμα (ΘΔ +HCO₃) βρέθηκε σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με την αύξηση των υποκειμένων στις άλλες τρεις επεμβάσεις, δηλ. (Πλήρες ΘΔ), (ΘΔ -Fe) και (ΘΔ -Zn) (Εικ. 5). Επίσης, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά το ολικό βάρος των φυτών που αναπτύσσονταν σε συνθήκες πραγματικής έλλειψης σιδήρου και πραγματικής έλλειψης ψευδαργύρου σε σχέση με το ολικό βάρος των φυτών σε πλήρες θρεπτικό διάλυμα.



Εικ. 5. Αύξηση νωπού βάρους φυτών που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 2^η συγκομιδή (31/7/2009)

Επιπλέον, ανεξάρτητα των επεμβάσεων, το υποκείμενο 140Ru παρουσίασε σημαντικά μικρότερη αύξηση σε σύγκριση με την αντίστοιχη των υποκειμένων 1103P, 41B και 110R (Εικ. 6).



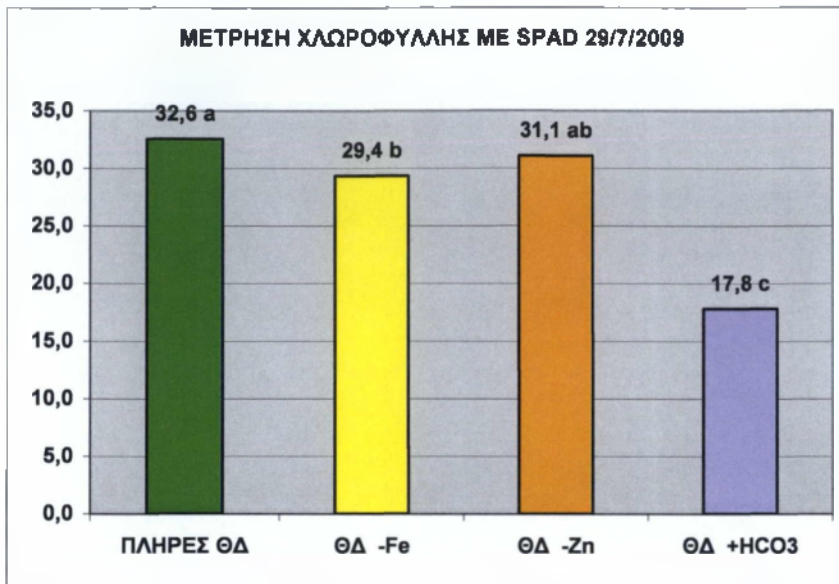
Εικ. 6. Αύξηση νωπού βάρους υποκειμένων ανεξαρτήτως επεμβάσεων κατά την 2^η συγκομιδή (31/7/2009)

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της μέτρησης χλωροφύλλης με το μετρητή SPAD, κατά την 2^η συγκομιδή, διαπιστώθηκε ότι τα φυτά που αναπτύσσονταν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ) είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης (πράσινα και υγιή φυτά) έναντι των τριών υπολοίπων επεμβάσεων. Ακολουθούσαν χωρίς σημαντική διαφοροποίηση τα φυτά που αναπτύσσονταν χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn). Η μη σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης Zn καθόλη τη διάρκεια του πειράματος συνδεόταν αφενός μεν με το γεγονός ότι το αμπέλι αποτελεί ένα μέτρια ανεκτικό φυτικό είδος στην τροφοπενία Zn και αφετέρου στο ότι οι ανάγκες των πειραματοφύτων στην επέμβαση χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) καλύφθηκαν είτε από τα εσωτερικά αποθέματα των φυτών ή/και από τις προσμίξεις που υπήρχαν στο θρεπτικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την επικράτηση όξινων συνθηκών στο θρεπτικό διάλυμα της επέμβασης αυτής.

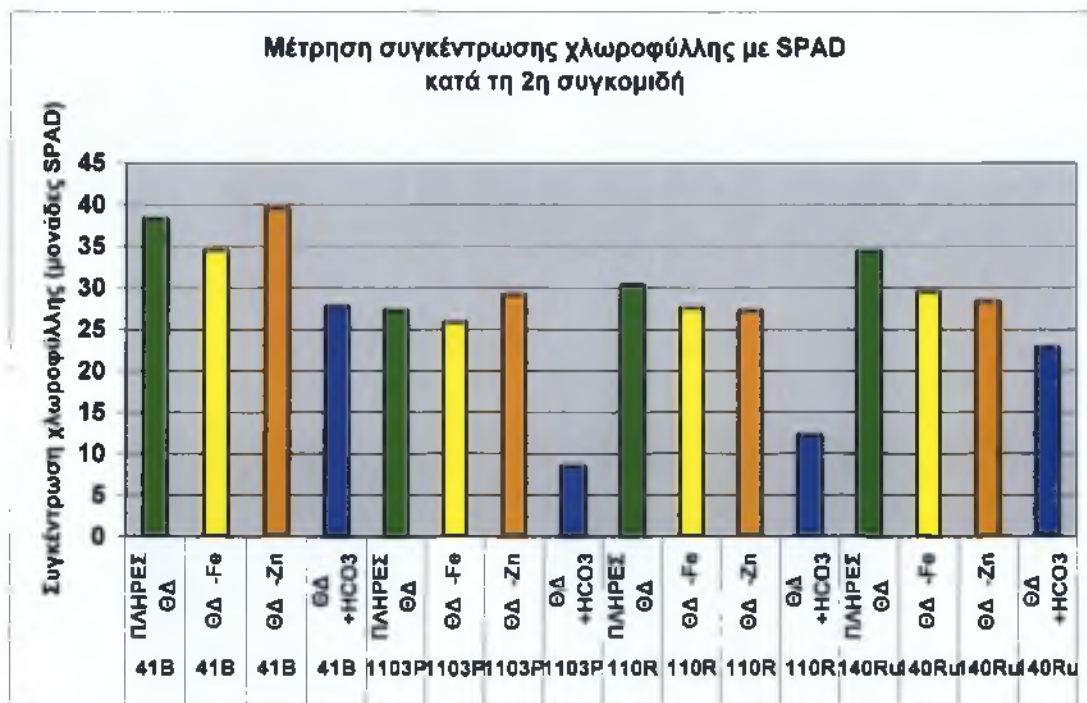
Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της 1^{ης} συγκομιδής, όπου δεν είχε παρατηρηθεί σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (αντίστροφη της χλώρωσης) μεταξύ των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ) και των φυτών χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), κατά τη 2^η συγκομιδή στο τέλος του πειράματος, τα φυτά που αναπτύσσονταν χωρίς σίδηρο (ΘΔ-Fe) παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης (μεγαλύτερη χλώρωση) σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με πλήρες ΘΔ. Στο τέλος του πειράματος η χλώρωση των φυτών που αναπτύσσονταν χωρίς προσθήκη σιδήρου στο θρεπτικό διάλυμα ήταν πλέον ορατή (πραγματική τροφοπενία σιδήρου), προφανώς λόγω της εξάντλησης των εσωτερικών αποθεμάτων των φυτών σε Fe καθώς και των όποιων προσμίξεων του υποστρώματος.

Η εντονότερη χλώρωση όμως παρατηρήθηκε στα υποκείμενα που αναπτύσσονταν με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), καθώς η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών αυτών ήταν σημαντικά μικρότερη όλων (Εικ. 7). Σε συνθήκες ανάπτυξης των υποκειμένων με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ+HCO₃), δηλ. συνθήκες παρόμοιες με αυτές που επικρατούν σε ασβεστούχα εδάφη, η χλώρωση που προκαλείται (ασβεστιογενής χλώρωση-lime induced chlorosis) αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα ακόμη και σε φυτικά είδη όπως το αμπέλι που είναι μέτρια ανεκτικά στην τροφοπενία σιδήρου. Η μεγαλύτερης έντασης χλώρωση πρέπει να αποδοθεί στην επικράτηση υψηλότερου pH στο θρεπτικό διάλυμα της επέμβασης αυτής (ΘΔ+HCO₃), που όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα «Υλικά και Μέθοδοι»,

κυμαινόταν στο 8,00. Είναι γνωστό ότι η πρόσληψη των ιχνοστοιχείων σε παρόμοια εύρη pH παρεμποδίζεται σημαντικά.



Εικ. 7. Συγκέντρωση χλωροφύλλης φυτών που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), στις 29/7/2009

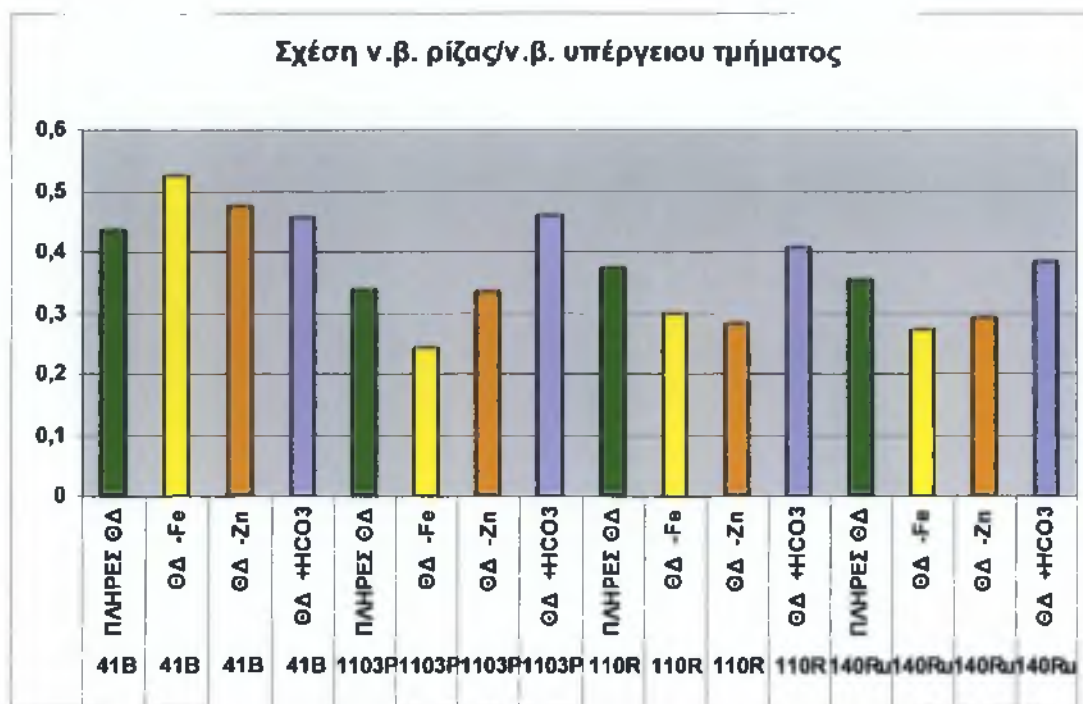


Εικ. 8. Συγκέντρωση χλωροφύλλης τεσσάρων υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά τη 2^η συγκομιδή

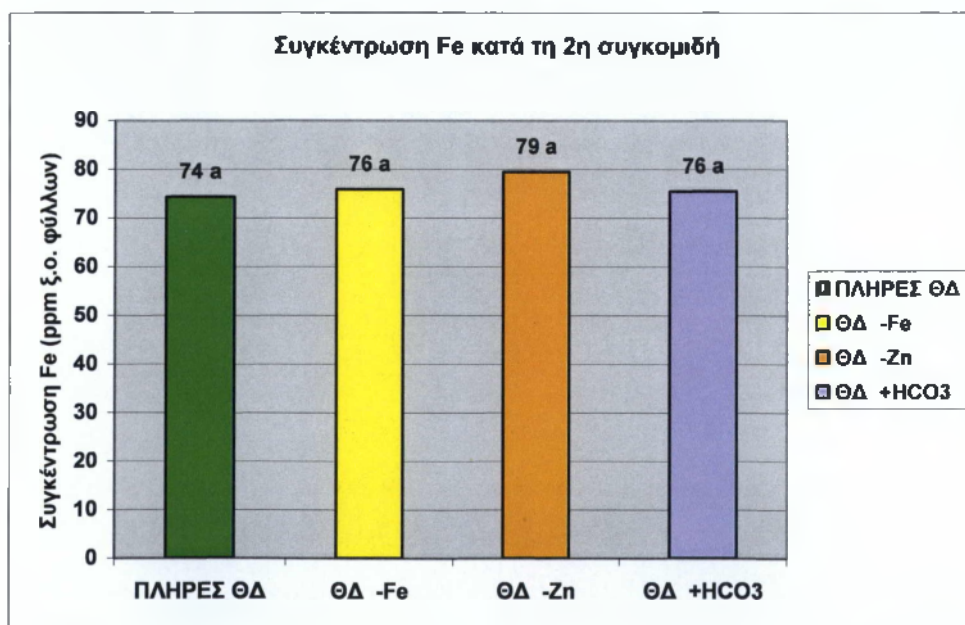
Μεταξύ των τεσσάρων υποκειμένων, τη σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης και κατά συνέπεια τη σημαντικά μεγαλύτερη αντοχή στη χλώρωση που προκαλούταν είτε σε συνθήκες πραγματικής τροφοπενίας σιδήρου (ΘΔ-Fe) ή εξαιτίας της παρουσίας πολλών διττανθρακικών (ΘΔ+HCO₃), παρουσίασαν τα υποκείμενα 41B και 140Ru ενώ τη μικρότερη τα υποκείμενα 110R και 1103P (Εικ. 8). Μεταξύ των πιο ανθεκτικών στη χλώρωση υποκειμένων 41B και 140Ru, το 41B παρουσίασε την τάση για ακόμη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα παρά το γεγονός ότι το υποκείμενο αυτό είχε μεγαλύτερη αύξηση από το 140Ru και επομένως μεγαλύτερες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Η μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του 41B πρέπει να αποδοθεί στη μεγαλύτερη σχέση ν.β. ρίζας/ν.β. υπέργ. τμήματος σε σχέση με τα άλλα τρία υποκείμενα, όπως φάνηκε τόσο κατά την 1^η συγκομιδή (Πίν. 3) όσο και στη 2^η (Πίν. 5, Εικ. 9). Αύξηση της σχέσης ρίζας/υπέργειο τμήμα συνεπάγεται και μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων λόγω εκμετάλλευσης μεγαλύτερου όγκου θρεπτικού υποστρώματος. Έχει αναφερθεί από διάφορους ερευνητές ότι ο σχετικός ρυθμός αύξησης της ρίζας των φυτών μεγαλώνει ως μηχανισμός προσαρμογής τους σε δυσμενείς για την ανάπτυξή τους εδαφικές συνθήκες (Faust 1989, Marschner 1997).

Πίν. 5. Κύρια επίδραση του υποκειμένου στη σχέση ν.β. ρίζας/ν.β. υπέργ. τμήματος των τεσσάρων υποκειμένων στην 2^η συγκομιδή

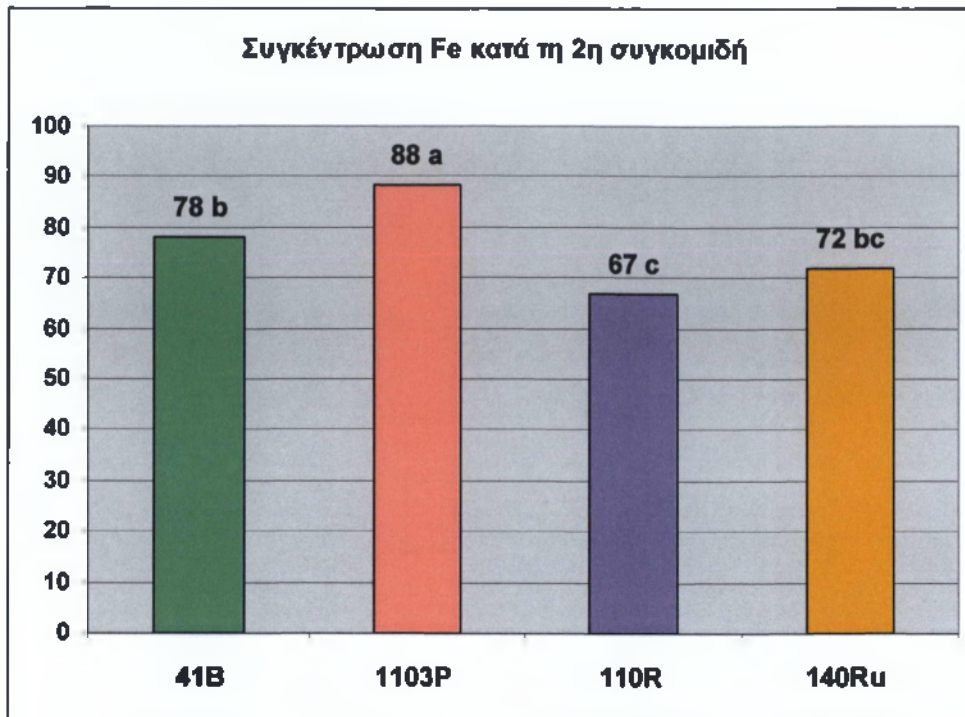
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ	Σχέση ν.β. ρίζας/ν.β. υπέργ. τμήματος
41B	0,47 a
1103P	0,34 b
110R	0,34 b
140Ru	0,33 b



Εικ. 9. Σχέση ν.β. ρίζας/ν.β. υπέργειου τμήματος τεσσάρων υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ - Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά τη 2^η συγκομιδή



Εικ. 10. Συγκέντρωση Fe (ppm ξ.ο. φύλλων) υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 2^η συγκομιδή (31/7/2009)



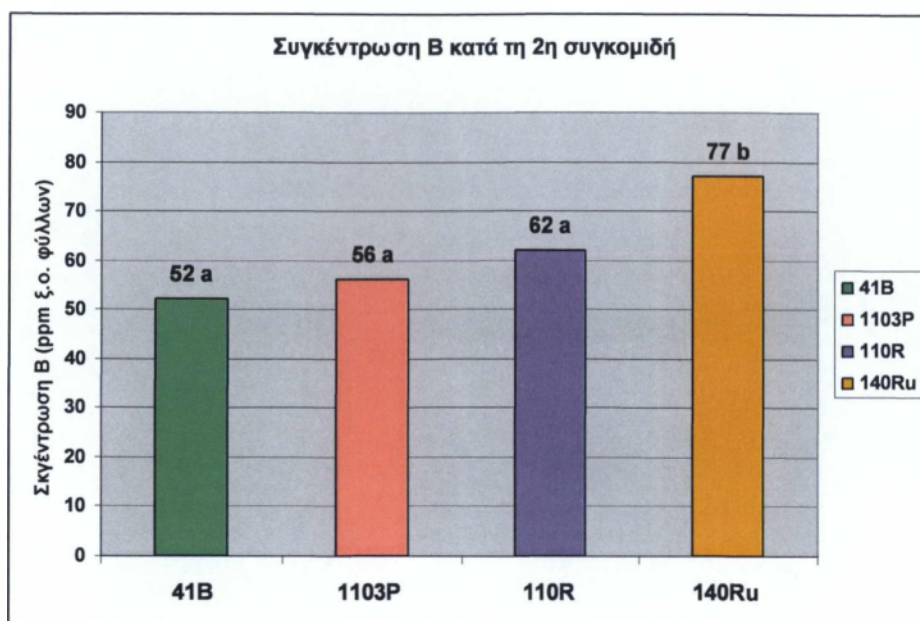
Εικ. 11. Συγκέντρωση Fe (ppm ξ.ο. φύλλων) τεσσάρων υποκειμένων κατά τη 2^η συγκομιδή

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης Fe, των φύλλων της κορυφής κατά την 2^η συγκομιδή, διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν είτε σε συνθήκες πραγματικής έλλειψης (θρεπτικό διάλυμα χωρίς Fe) ή σε θρεπτικό διάλυμα με μεγάλη συγκέντρωση διττανθρακικών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε σύγκριση με των φυτών σε πλήρες θρεπτικό διάλυμα ή χωρίς Zn (Εικ. 9). Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση ως προς σίδηρο τόσο των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες πραγματικής έλλειψης του στοιχείου όσο και των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν με σίδηρο αλλά με ταυτόχρονη υψηλή παρουσία διττανθρακικών δεν αντανακλούσε την κατάσταση θρέψης των φυτών καθώς είχαν ήδη εμφανιστεί συμπτώματα 'χλώρωσης' στα φύλλα των υποκειμένων που αναπτύχθηκαν στις δύο προαναφερόμενες επεμβάσεις ($\Theta\Delta\text{-Fe}$) και ($\Theta\Delta\text{+HCO}_3$) (Εικ. 10). Μεταξύ των τεσσάρων υποκειμένων, το 1103P συγκέντρωνε στα φύλλα του μεγαλύτερη ποσότητα Fe, το 41B ενδιάμεση ενώ τα 110R και 140 Ru τις μικρότερες (Εικ. 11).

Πίν. 6. Συγκέντρωση Mn, Zn, Cu, B (ppm ξ.ο. φύλλων) φυτών που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 2^η συγκομιδή (31/7/2009)

ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ	Mn	Zn	Cu	B
ΠΛΗΡΕΣ ΘΔ	43 a	104 a	5,5 ab	54 a
ΘΔ -Fe	41 a	121 a	5,7 ab	71 a
ΘΔ -Zn	46 a	110 a	6,2 a	60 a
ΘΔ +HCO₃	38 a	122 a	4,9 b	63 a

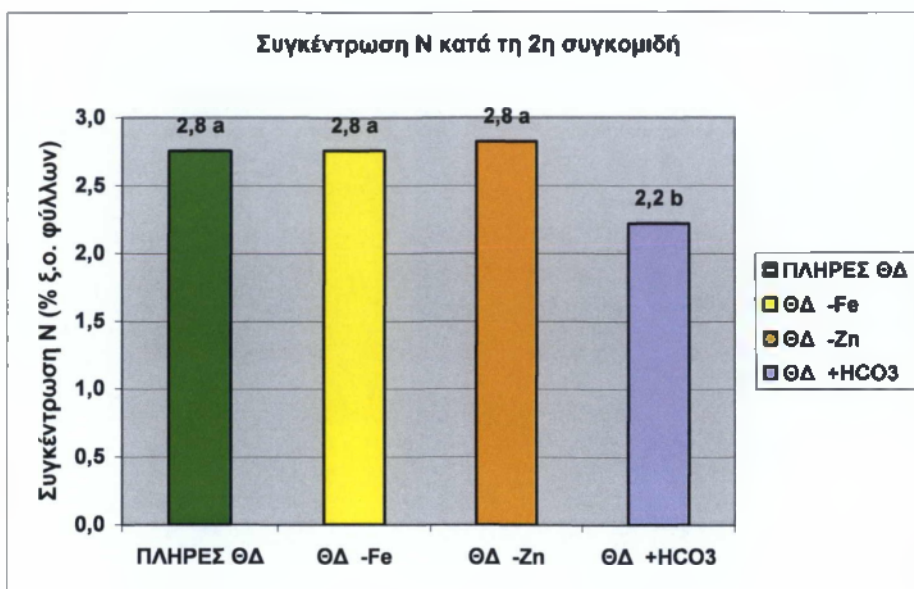
Όπως φαίνεται στον πίνακα 6, η συγκέντρωση Mn και Zn δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν στα φυτά. Είναι αρκετά πιθανό οι ανάγκες των φυτών σε Zn που αναπτύσσονταν καθόλη τη διάρκεια του πειράματος χωρίς την προσθήκη του στοιχείου στο θρεπτικό διάλυμα (ΘΔ-Zn), να ικανοποιούνταν είτε από εσωτερικά αποθέματα και προσμίξεις του στοιχείου που υπήρχαν στη χαλαζιακή άμμο πριν τη φύτευση ή/και από τις ποσότητες Zn που προστέθηκαν στα νεαρά φυτά με τη χορήγηση του πλήρους θρεπτικού διαλύματος κατά την εγκατάστασή τους. Η απορρόφηση των αποθεμάτων αυτών διευκολύνθηκε από τις σχετικά όξινες συνθήκες που επικράτησαν στο θρεπτικό διάλυμα της επέμβασης αυτής (pH=5.80). Δεν διαφοροποιήθηκαν επίσης, σημαντικά ούτε οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Cu και B στα φύλλα των φυτών μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίν. 6). Μόνη εξαίρεση αποτέλεσε η συγκέντρωση Cu στην επέμβαση με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων, η οποία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των φυτών που αναπτύχθηκαν χωρίς Zn (Πίν. 6). Ανεξάρτητα των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν, μεταξύ των τεσσάρων υποκειμένων, το 140 Ru παρουσίασε τη σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση B (Εικ. 14).



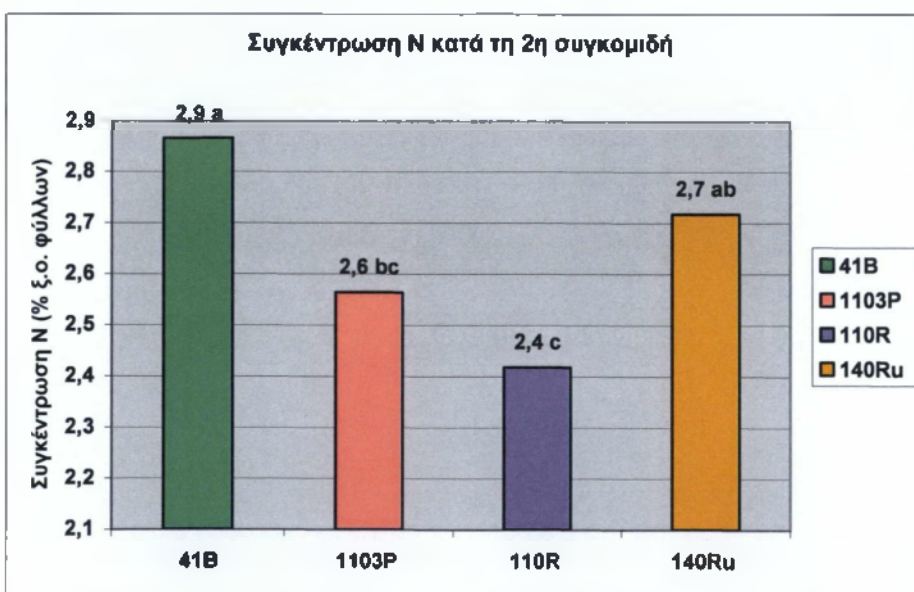
Εικ. 12. Συγκέντρωση Β (ppm ξ.ο. φύλλων) τεσσάρων υποκειμένων κατά τη 2^η συγκομιδή

Η συγκέντρωση ολικού Ν στα φυτά με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι των τριών άλλων επεμβάσεων (Εικ. 13). Αντίθετα, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά το επίπεδο ολικού Ν μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα, σε συνθήκες πραγματικής έλλειψης Fe και πραγματικής έλλειψης Zn. Μείωση της συγκέντρωσης του αζώτου εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης διττανθρακικών έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές σε διάφορα φυτικά είδη (Romera *et al.* 1991; Nicolic & Kastori 2000).

Μεταξύ των τεσσάρων υποκειμένων, ανεξάρτητα των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν, το 41B παρουσίασε τη σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Ν ενώ το 110R τη μικρότερη (Εικ. 14).



Εικ. 13. Συγκέντρωση ολικού N (% ξ.ο. φύλλων) υποκειμένων που αναπτύχθηκαν α) με πλήρες θρεπτικό διάλυμα (Πλήρες ΘΔ), β) χωρίς σίδηρο (ΘΔ -Fe), γ) χωρίς ψευδάργυρο (ΘΔ -Zn) και δ) με υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ανιόντων (ΘΔ +HCO₃), κατά την 2^η συγκομιδή (31/7/2009)



Εικ. 14. Συγκέντρωση ολικού N (% ξ.ο. φύλλων) (ppm ξ.ο. φύλλων) τεσσάρων υποκειμένων κατά τη 2^η συγκομιδή

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Το θρεπτικό διάλυμα που περιείχε υψηλή συγκέντρωση διττανθρακικών ($\text{ΘΔ} + \text{HCO}_3$), ως προσπάθεια απομίμησης του εδαφικού διαλύματος των ασβεστούχων εδαφών, κρίθηκε κατάλληλο για την αξιολόγηση υποκειμένων αμπελιού ως προς την αντοχή τους στην ασβεστιογενή χλώρωση.
2. Τα συμπτώματα χλώρωσης αποτέλεσαν πιο αξιόπιστο δείκτη της θρεπτικής κατάστασης υποκειμένων αμπέλου ως προς σίδηρο σε σύγκριση με την αύξηση και τη συγκέντρωση διαφόρων θρεπτικών στοιχείων, μεταξύ των οποίων και του σιδήρου, στα φύλλα τους.
3. Το 41B επέδειξε τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στη χλώρωση, η οποία αποδόθηκε στη μεγαλύτερη σχέση ρίζας/υπέργειο τμήμα του υποκειμένου σε σύγκριση με τα υπόλοιπα τρία που περιλήφθηκαν στην παρούσα μελέτη.
4. Ανεξάρτητα των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν, το 140Ru παρουσίασε τη σημαντικά μικρότερη αύξηση σε σύγκριση με αυτή των υποκειμένων 1103P, 41B και 110R.
5. Το 140Ru παρουσίασε, επίσης, σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Mn, Zn και B ενώ το 1103 P σημαντικά υψηλότερο Fe. Το 41B παρουσίασε σημαντικά υψηλότερο Fe σε σχέση με τα 110R και 140Ru καθώς και υψηλότερο N ενώ το 110R τη σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση ολικού N. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σημαντικά για έναν ορθολογικότερο σχεδιασμό της λιπαντικής αγωγής.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, S.E. 1989.** Chemical analysis of ecological materials. Blackwell scientific publications. Oxford. London. Edinburgh. Boston. Melbourne.
- Byrne, D.H. 1988.** Comparative growth of two peach rootstocks under alkaline soil conditions. *J. Plant. Nutr.* 11 : 1663-1669.
- Cinelli, F., R. Viti, D.H. Byrne and D.W. Reed. 1995a.** Physiological characterization of two peach seedling rootstocks in bicarbonate nutrient solution. I. Root Iron reduction and Iron uptake. pp 323-328. In: J. Abadia (ed). *Iron Nutrition in Soils and Plants.* Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Coulombe, B.A., R.L. Chaney and W.J. Wiebold. 1984.** Bicarbonate directly induces Iron chlorosis in susceptible soybean cultivars. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48 : 1297-1301.
- Faust, M. 1989.** Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley and Sons. New York.
- Hewitt, E.J. 1966.** Sand and Water Culture Methods Used in the study of Plant Nutrition. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maldstone. Kent. England.
- Jean-Yves Prat. 2008.** Κλάδεμα καρποφόρων δένδρων και θάμνων. Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Marschner, H. 1997.** Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press. London.
- Nicolic, M. and R. Kastori. 2000.** Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. *J. Plant. Nutr.* 23 : 1619-1627.
- Patrick Mioulane. 2007.** "LAROUSSE" Εγκυκλοπαίδεια Καλλιεργητή. Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Romera, F.J., E. Alcantara and M.D. De La Guardia. 1991.** Characterization of the tolerance to Iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. *Plant and Soil.* 130 : 115-125.
- Römheld, V. and H. Marschner. 1981.** Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. *Physiologia Plantarum.* 53 : 354-360.
- Κούσουλας, Κ. 1995.** ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ, Εκδοτική ΑΓΡΟΤΕΧΝΙΚΗ.
- Ρούμπος, Ι. Χ. 2003.** Ασθένειες και εχθροί της αμπέλου. Έκδοση: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Σταύρακας Δ. Ε. 1998.** Μαθήματα αμπελογραφίας. Εκδόσεις Σταμούλης.
- Σταύρακας Δ. Ε. 2002.** Μαθήματα αμπελουργίας. Έκδοση: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.