

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής ασβεστίου στην ποιότητα του
καρπού μηλιάς Starking Delicious.**

ΟΥΡΑΝΙΑ ΜΙΧΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2002

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γ. Νάνος: Επ. Καθηγητής Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Π.Θ.

Α. Παππάς: Καθηγητής Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Π.Θ.

Δ. Γερασόπουλος: Επ. Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Α.Π.Θ.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 1065/1
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
634.115
ΜΙΧ

Ευχαριστίες

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στον Επιβλέποντα Επ. Καθηγητή μου Γ. Νάνο για τη βοήθεια και πολύτιμη καθοδήγηση και στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Καθηγητή Α. Παππά και Επ. Καθηγητή Δ. Γερασόπουλο για τις υποδείξεις και τις πολύτιμες συμβουλές. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον Υποδιευθυντή Σ. Βλιώρα του Π.Κ.Π.Φ. & Π.Ε. για τη χορήγηση της συσκευής Kjeldahl και το προσωπικό των Ινστιτούτων Εδαφολογίας και Λαχανοκομίας του Κ.Γ.Ε.Β.Ε. για την προετοιμασία των φυτικών δειγμάτων και την ανάλυσή τους. Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στους Γεωπόνους Ι. Μπούτλα και Ι. Παπούλια στελέχη του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ζαγοράς Πηλίου για την πολύτιμη βοήθειά τους στην υλοποίηση του πειράματος. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στην οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αγάπη τους και τη συμπαράστασή τους

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη βλαστική περίοδο 2000 μελετήθηκε η αποτελεσματικότητά της από εδάφους ή διαφυλλικά εφαρμογής διαφόρων μορφών ασβεστίου στην ανόργανη θρέψη φύλλων και καρπών μηλιάς καθώς και στην ποιότητα και συντηρησιμότητα των καρπών μηλιάς ποικιλίας “Starking Delicious” στην περιοχή Κοντού Ζαγοράς.

Για πρώτη φορά ελήφθησαν τιμές ανόργανων στοιχείων σε καρπούς “Starking Delicious” κάτω από ελληνικές συνθήκες ανάπτυξης και από περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κλίματος και εδάφους όπως του Ανατολικού Πηλίου και εξηγήθηκε η μη εμφάνιση πικρής στιγμάτωσης σε φτωχά σε ασβέστιο εδάφη.

Σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ των δύο μηλεώνων που μελετήθηκαν παρά τις παρόμοιες (και πανομοιότυπες τα τελευταία 2 έτη) καλλιεργητικές φροντίδες κύρια λόγω διαφορών στη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο έδαφος.

Η από εδάφους εφαρμογή CaO ή λιθόθαμνου δεν βελτίωσε τη θρέψη ασβεστίου στα φύλλα και καρπούς τη χρονιά εφαρμογής της είτε επειδή έγινε μερική μόνο κάλυψη των αναγκών σε ασβέστιο είτε επειδή αυτό με την ατελή άρδευση θα γίνει πιο αφομοιώσιμο τις επόμενες χρονιές.

Η μη εφαρμογή αζώτου είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική επιδείνωση της θρέψης φύλλων και καρπού σε διάφορα ανόργανα στοιχεία πλην του αζώτου, το οποίο και δεν τροποποιήθηκε στα φύλλα.

Διαφυλλικοί ψεκασμοί Set (Ca, B) σε συνδυασμό με από εδάφους εφαρμογή πλήρους λιπάσματος δεν βελτίωσαν τη θρέψη του καρπού όσον αφορά το ασβέστιο και το βόριο. Διαφυλλικοί ψεκασμοί CaCl₂, επίσης δεν βελτίωσαν τα επίπεδα ασβεστίου στον καρπό που γενικά βρισκόταν στη συγκομιδή σε ικανοποιητικά διεθνώς επίπεδα για μείωση της εμφάνισης της πικρής στιγμάτωσης όχι όμως και βελτίωση της τραγανότητας ή μείωση των μετασυλλεκτικών σήψεων.

Η εμφάνιση πικρής στιγμάτωσης είναι ασήμαντη στα μήλα Ζαγοράς λόγω της άριστης σχέσης μεταξύ N και Ca και K+Mg/Ca στους καρπούς και η ανόργανη θρέψη δεν τροποποιήθηκε με την εφαρμογή των διαφόρων μεταχειρίσεων της παρούσας μελέτης πιθανόν λόγω του μεγάλου μεγέθους και ηλικίας των δένδρων και ατελών καλλιεργητικών εργασιών όπως την άρδευση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
1.1.	Ολοκληρωμένη παραγωγή φρούτων.....	1
1.2.	Απαιτήσεις και καλλιεργητικές φροντίδες της μηλιάς.....	4
1.3.	Ανάγκες της μηλιάς σε ανόργανα θρεπτικά.....	14
1.4.	Ρόλος του ασβεστίου στη φυσιολογία του κυττάρου.....	17
1.5.	Ρύθμιση ασβεστίου μέσα στο κύτταρο.....	21
1.6.	Κίνηση του ασβεστίου.....	22
1.7.	Ασβέστιο και ποιότητα.....	26
1.8.	Εφαρμογή ασβεστίου.....	30
2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
2.1.	Πειραματικό Υλικό-Πειραματικοί αγροί.....	33
2.2.	Μεταχειρίσεις.....	33
2.3.	Δειγματοληψίες.....	34
2.4.	Αναλύσεις ποιότητας.....	35
2.5.	Αναλύσεις ανόργανων στοιχείων.....	36
2.6.	Προσδιορισμός αζώτου.....	36
2.7.	Προσδιορισμός ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.....	37
2.8.	Στατιστική ανάλυση.....	38
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
3.1	Συγκέντρωσης ανόργανων στοιχείων.....	39
3.2.	Φυσιολογίας και ποιότητας.....	46
4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	50
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μηλοκαλλιέργεια είναι ένας από τους προσοδοφόρους κλάδους της Ελληνικής γεωργίας με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις περιοχές των νομών Καστοριάς, Ημαθίας, Λάρισας, Μαγνησίας, Κοζάνης, Αρκαδίας και Φλώρινας. Τα μήλα που παράγονται είναι προϊόντα υψηλής ποιότητας και κάποια από αυτά, όπως της Αρκαδίας και της Ζαγοράς Πηλίου, έχουν πετύχει την αναγνώρισή τους από την Ε.Ε. ως προϊόντα Π.Ο.Π. (Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης).

Στη Μαγνησία η συστηματική μηλοκαλλιέργεια εντοπίζεται στις ορεινές περιοχές του Πηλίου με κυριότερη μηλοπαραγωγό περιοχή την περιοχή Ζαγοράς. Η καλλιέργεια μηλιάς χρονολογείται στην περιοχή από τον προηγούμενο αιώνα με τα φριίκια και στις αρχές του αιώνα με ποικιλίες όπως τα Σκιούπια, τα Μπελφόρ, τους Ρενέδες. Από το 1950 και έως σήμερα τις μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας καλύπτει οι ποικιλία Starking Delicious η οποία ξεχωρίζει για την ανώτερη ποιότητα των καρπών όσον αφορά το χρώμα, τη γεύση, το άρωμα και την τραγανή σάρκα. Στους οπωρώνες με χαμηλότερο υψόμετρο, η Starking Delicious έχει αντικατασταθεί τα τελευταία έτη από ποικιλίες σε νάνα ή ημινάνα υποκείμενα όπως η Red Chief και οι παραλλαγές Gala σε M9, M106 υποκείμενα που εκτός της υψηλής ποιότητας και ποσότητας καρπών που παράγουν συμβάλουν στο μικρότερο κόστος.

Τα εδάφη της περιοχής Ζαγοράς είναι ελαφρά, με ικανοποιητική στράγγιση και αρκετή οργανική ουσία, ενώ το pH εδαφικού διαλύματος είναι όξινο (pH 4-5). Λόγω της σημαντικής έλλειψης ασβεστίου στα εδάφη του Ανατολικού Πηλίου και του χαμηλού pH γίνονται εφαρμογές ασβεστίου από το έδαφος ή και διαφυλλικά για τη βελτίωση της θρέψης του φυτού και καρπού. Η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών αυτών τώρα μόνο αρχίζει να αξιολογείται και είναι επιτακτική ανάγκη καθώς επιβαρύνει το κόστος της καλλιέργειας. Στα πλαίσια του Προγράμματος Ολοκληρωμένης Παραγωγής μήλων Ζαγοράς και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης έγιναν εφαρμογές ασβεστίου από εδάφους (κλασικές μέθοδοι) και διαφυλλικά ώστε να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα των μεθόδων και της επίδρασης τους στην αύξηση του ασβεστίου και γενικότερα βελτίωση της θρέψης των καρπών και φυτού με αποτέλεσμα την αποφυγή μετασυλλεκτικών ασθενειών και φυσιολογικών ανωμαλιών.

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1. Ολοκληρωμένη Παραγωγή Φρούτων

Μέσα στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης, η παραδοσιακή γεωργία για να χαρακτηριστεί αειφόρος πρέπει να εμπλουτιστεί με νέες αξίες και αρχές όπως ορθολογική διαχείριση των πόρων και προστασία του περιβάλλοντος. Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Καλλιεργειών (Ο.Δ.Κ.) είναι η πιο εξελιγμένη εμπορικά αποδεκτή οδός προς την αειφόρο ανάπτυξη της γεωργίας. Η Ο.Δ.Κ περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης των καλλιεργειών τα οποία αριστοποιούν τις εισροές και εκροές με στόχο την παραγωγή ποιοτικών και οικονομικώς αποδεκτών προϊόντων για το γεωργό και τον καταναλωτή, ενώ παράλληλα διατηρούν και αναβαθμίζουν το περιβάλλον. Ενδιαφέρεται για όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας συνδυάζοντας βιολογικές, φυσικές, τεχνολογικές και χημικές μεθόδους, ενώ μειώνει στο ελάχιστο τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον που προέρχονται από κάποιες καλλιεργητικές πρακτικές, καθώς η προστασία του τοπίου και των φυσικών πληθυσμών πανίδας και χλωρίδας έχει ιδιαίτερη σημασία.

Στο γενικό πλαίσιο της Ο.Δ.Κ. και της Ολοκληρωμένης Παραγωγής, η Ολοκληρωμένη Παραγωγή Φρούτων (Ο.Π.Φ.) είναι η οικονομική παραγωγή φρούτων με υψηλή ποιότητα, ελαχιστοποιώντας τη χρήση αγροχημικών έτσι ώστε να προστατεύεται το περιβάλλον και η υγεία του ανθρώπου. Παρακάτω δίνονται οι βασικές αρχές Ολοκληρωμένης Παραγωγής Μηλοειδών για την Ευρώπη (Ανώνυμος, 1998)

Η Ο.Π.Φ. απαιτεί επαγγελματική κατάρτιση των παραγωγών, γνώση και συνεχή ενημέρωση των σκοπών και αρχών της και συνείδηση θετική για την προστασία του περιβάλλοντος και συνεπώς διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας.

Στόχος και απαίτηση της Ο.Π.Φ. είναι η δημιουργία και διατήρηση στον οπωρώνα ενός ισόρροπου φυσικού περιβάλλοντος με ποικιλότητα φυτών και ζώων. Ο παραγωγός πρέπει να παίρνει ενεργά μέτρα που θα συμβάλουν ενεργά στην αύξηση της βιοποικιλότητας (π.χ. φυτά ξενιστές ωφέλιμων, αυθεντικές ποικιλίες ως επικονιαστές).

Σύμφωνα με την Ο.Π.Φ., η τοποθεσία εγκατάστασης του νέου οπωρώνα θα πρέπει να έχει ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη του είδους και καλά εδάφη, η ποικιλία να έχει καλές προοπτικές παραγωγής ποιοτικού προϊόντος και

ικανοποιητικής εμπορικής αξίας με ελάχιστη χρήση αγροχημικών, το πολλαπλασιαστικό υλικό να είναι απαλλαγμένο από ιώσεις και το σύστημα διαμόρφωσης και οι αποστάσεις φύτευσης να δίνουν δένδρα μικρά και ομοιόμορφου μεγέθους. Έτσι οι αποδόσεις θα είναι κανονικές, τα φρούτα ποιοτικά με ελάχιστη χρήση αγροχημικών και χωρίς μη φιλικές περιβαλλοντικές τεχνικές.

Όσον αφορά τη διαχείριση του εδάφους και τη θρέψη των δένδρων, ο παραγωγός θα πρέπει να τηρεί αρχείο με στοιχεία αναλύσεων του εδάφους, των ιστών και στοιχεία πρακτικής λίπανσης που εφαρμόζει στον οπωρώνα. Στόχος είναι η διατήρηση της υφής και της γονιμότητας του εδάφους. Η απαιτούμενη ποσότητα λίπανσης χορηγείται έπειτα από τις απαραίτητες αναλύσεις εδάφους ή φυτικών ιστών και αφού καθοριστούν οι ανάγκες των δένδρων σε θρεπτικά στοιχεία. Δεν επιτρέπονται λιπάσματα ή κοπριές μολυσμένες με τοξικές ή περιβαλλοντικά επικίνδυνες ουσίες, ενώ μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στις εισροές N ώστε να ελαχιστοποιηθεί η έκπλυσή του και η μόλυνση των υπόγειων νερών.

Στόχος της Ο.Π.Φ. είναι να υπάρχουν ζώνες εδάφους με βλάστηση (και να μη διατηρείται όλο το έδαφος γυμνό) ώστε να διατηρείται η ποικιλότητα, να μειωθεί η χρήση ζιζανιοκτόνων, το έδαφος να μη διαβρώνεται και συμπιέζεται, στα πλαίσια πάντοτε και χωρίς να παρεμποδίζεται η καλή και ποιοτική απόδοση των δένδρων με ελάχιστες εισροές λιπασμάτων και αρδευτικού νερού.

Η άρδευση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το έλλειμμα υγρασίας και υδατοχωρητικότητας του εδάφους και σύμφωνα με τις ανάγκες των δένδρων για την ισόρροπη ανάπτυξή τους, χωρίς να γίνεται σπατάλη νερού, καθώς η υπερβολική υγρασία μπορεί να καταλήξει σε έκπλυση θρεπτικών στοιχείων, σηψιρριζίες και χαμηλή ποιότητα και συντηρησιμότητα καρπών.

Τα δένδρα πρέπει να διαμορφώνονται και να κλαδεύονται ώστε να υπάρχει ισορροπία μεταξύ βλαστικής ανάπτυξης και παραγωγής και να επιτρέπουν την άνετη εισχώρηση του φωτός έως τον καρπό. Δεν επιτρέπεται η χρήση συνθετικών φυτορρυθμιστικών ουσιών, ενώ η υπερβολική βλάστηση πρέπει να ελέγχεται με καλλιεργητικά μέτρα (μείωση λιπασμάτων και άρδευσης, θερινό κλάδεμα).

Στόχος της Ο.Π.Φ. είναι οι κανονικές αποδόσεις καρπών ποιότητας με ελάχιστη χρήση χημικών. Σε περίπτωση υψηλής καρπόδεσης προτιμάται το αραιώμα με το χέρι, ενώ σε περιπτώσεις συνθηκών που θα καταλήξουν σε μικρή επικονίαση και καρπόδεση επιτρέπονται ψεκασμοί με φυσικά απαντώμενες καρποδετικές ουσίες.

Οι πληθυσμοί των εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων πρέπει να παρακολουθούνται τακτικά και να καταγράφονται με επιστημονικά τεκμηριωμένες μεθόδους. Για την αντιμετώπιση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στις φυσικές, καλλιεργητικές, βιολογικές, γενετικές και βιοτεχνικές μεθόδους αντιμετώπισης και να ελαχιστοποιείται η χρήση αγροχημικών. Μπορούν να χρησιμοποιούνται φυτοπροστατευτικά προϊόντα μόνο όταν δικαιολογούνται και θα πρέπει να επιλέγεται το πιο εκλεκτικό, το λιγότερο τοξικό και το λιγότερο έμμοιο προϊόν το οποίο είναι κατά το δυνατόν ασφαλές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Οι πληθυσμοί των ωφέλιμων εντόμων και ακάρεων θα πρέπει να προστατεύονται. Στο βαθμό που είναι εφαρμόσιμη απαιτείται η καλλιεργητική πρακτική της απομάκρυνσης των μολυσμάτων. Απαίτηση της Ο.Π.Φ. είναι η υιοθέτηση όσο γίνεται αποτελεσματικών και ασφαλών μεθόδων ψεκασμού.

Οι καρποί πρέπει να συγκομίζονται στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας και να τυποποιούνται σε κατάλληλο χώρο συσκευαστηρίου. Οι μέθοδοι συντήρησης πρέπει να διατηρούν την ποιότητα του καρπού και οι συντηρημένοι καρποί να παρακολουθούνται τακτικά για τη διατήρηση της ποιότητάς τους. Ο μετασυλλεκτικός χειρισμός των καρπών με συνθετικές μη φυσικά απαντώμενες αντιοξειδωτικές ουσίες για τον έλεγχο του επιφανειακού εγκαύματος και άλλων ανωμαλιών δεν επιτρέπεται.

1.2. Απαιτήσεις και καλλιεργητικές φροντίδες της μηλιάς

Κλίμα και έδαφος. Η μηλιά είναι δένδρο κυρίως των ψυχρών και υγρών εύκρατων περιοχών. Απαιτεί δροσερό καλοκαίρι (μέγιστη θερμοκρασία 29° C) για παραγωγή μήλων υψηλής ποιότητας και αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι -40° C, ενώ θερμοκρασίες κάτω των 7° C είναι απαραίτητες για τη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών της. Ως προς το έδαφος η μηλιά προτιμά εδάφη γόνιμα, βαθιά, καλά αποστραγγιζόμενα και επαρκώς εφοδιασμένα με ασβέστιο. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις παίρνονται στις πεδινές περιοχές, όπου υπάρχει η δυνατότητα εντατικής εκμετάλλευσης, ενώ η καλύτερη ποιότητα στις ημιορεινές ή ορεινές λόγω ευνοϊκού κλίματος (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Τα εδάφη της περιοχής Ζαγοράς είναι ελαφρά, με ικανοποιητική στράγγιση και αρκετή οργανική ουσία, ενώ το pH εδαφικού διαλύματος είναι όξινο (pH 4-5) με σχεδόν παντελή έλλειψη CaCO₃. Το κλίμα είναι ιδανικό για την καλλιέργεια της μηλιάς με δροσερό καλοκαίρι, ήπιο χειμώνα και αρκετές βροχοπτώσεις κατά τη βλαστική περίοδο.

Διαμόρφωση της κόμης των μηλεόδενδρων. Η μηλιά μπορεί να διαμορφωθεί σε διάφορα σχήματα. Στην περιοχή της Ζαγοράς τα δένδρα, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία είναι μεγάλης ηλικίας και εμβολιασμένα πάνω σε σπορόφυτα, έχουν διαμορφωθεί από χρόνια σε κύπελλο που το ύψος του ξεπερνάει τα 8 μέτρα.

Παραγωγικότητα οπωρώνων μηλιάς και τρόπος καρποφορίας. Η παραγωγικότητα των οπωρώνων μηλιάς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ποικιλία, υποκείμενο, κλίμα, έδαφος, λίπανση, άρδευση, κλάδεμα, ψεκασμούς κ.λ.π. Η έναρξη καρποφορίας καθώς και η είσοδος του δένδρου σε πλήρη καρποφορία εξαρτάται βασικά από το υποκείμενο και την ποικιλία, αν όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι ευνοϊκοί. Η μηλιά καρποφορεί σε μόνιμα και ημιμόνιμα καρποφόρα όργανα (ανθοφόρος αιχμή, λαμβούρδα, ασκός, λεπτοκλάδιο) που παράγουν για αρκετά χρόνια. Κυρίως καρποφορεί σε αιχμές, ενώ η αιχμή που καρποφόρησε, θα καρποφορήσει ξανά μετά από δύο χρόνια και έτσι το δένδρο οδηγείται σε παρενιαυτοφορία. Ο βαθμός παρενιαυτοφορίας εξαρτάται από την ποικιλία, το κλάδεμα που εφαρμόζεται, το αραίωμα των καρπών, τη λίπανση και την άρδευση. Συστηματικό κλάδεμα, αραίωση και λίπανση οδηγούν το δένδρο σε κανονική καρποφορία κάθε χρόνο (επετειοφορία) (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

Κλάδεμα του δένδρου και αραίωμα καρπών. Η καλύτερη ποιότητα μήλων παράγεται από νέα καρποφόρα όργανα. Με το κλάδεμα πρέπει να γίνεται συνδυασμός απαλείψεων ετησίων βλαστών παράλληλα με την ανανέωση των παλιών καρποφόρων οργάνων (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Στην περιοχή της Ζαγοράς εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους και του επικλινούς εδάφους το κλάδεμα είναι μια επίπονη και χρονοβόρα εργασία και γίνεται κυρίως το χειμώνα. Το αραίωμα των καρπών στη μηλιά γίνεται παράλληλα με το θερινό κλάδεμα και αποτελεί συμπλήρωμα του χειμερινού κλαδέματος. Αποσκοπεί στο να μειώσει το σπάσιμο των βραχιόνων, να αυξήσει το μέγεθος και την ποιότητα των καρπών και την εμπορική τους αξία και να εξασφαλίσει τη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών για το επόμενο έτος. Το αραίωμα γίνεται με το χέρι ή με τη χρήση (ψεκασμό) χημικών ουσιών (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Στην Ελλάδα το αραίωμα γίνεται κατά κανόνα με το χέρι ενώ ο βαθμός αραιώματος εξαρτάται από την ηλικία, την ποικιλία και την παραγωγή (καρπόδεση) και γίνεται από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου ανάλογα με την περιοχή και τη χρονιά. Στην περιοχή της Ζαγοράς το αραίωμα γίνεται αποκλειστικά με τα χέρια και είναι μια χρονοβόρα διαδικασία καθώς τα δένδρα είναι μεγάλα και ψηλά. Μαζί με το αραίωμα γίνεται και το θερινό κλάδεμα ενώ αργότερα γίνονται αλληπάλληλες επισκέψεις στα δένδρα για την αφαίρεση τυχόν μειονεκτικών καρπών.

Άρδευση. Οι οπωρώνες μηλιές χρειάζονται να δεχθούν κατά τη βλαστική περίοδο, από βροχοπτώσεις και άρδευση, ποσότητα νερού της τάξης των 800-1000 mm, ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Επαρκής εδαφική υγρασία απαιτείται κατά τη διάρκεια όλης της βλαστικής περιόδου όμως τα περισσότερα κρίσιμα στάδια είναι αυτά της άνθησης και καρπόδεσης, της ταχείας αύξησης της βλάστησης και των καρπών, της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών του επόμενου έτους και της έναρξης της ωρίμανσης και χρωματισμού των καρπών. Με την άρδευση υποβοηθείται ή συνδυάζεται και η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Τόσο η ανεπάρκεια όσο και η υπερβολική χορήγηση νερού δημιουργούν προβλήματα στη μηλιά. Γι' αυτό ο οπωρώνας πρέπει να αρδεύεται ορθολογικά και τακτικά βάσει προγράμματος που λαμβάνει υπόψη τις ιδιαίτερες υδατικές του ανάγκες (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Στην περιοχή της Ζαγοράς η άρδευση των οπωρώνων γίνεται κατ' αποκλειστικότητα με πηγαία κοινοτικά νερά. Η συντριπτική πλειοψηφία των μηλεώνων δέχεται 2-4 αρδεύσεις όλη την καλλιεργητική περίοδο. Η άρδευση είναι επιφανειακή με λεκάνες (ένα δένδρο ανά λεκάνη). Υπάρχουν ελάχιστα

αντλητικά συστήματα με δυνατότητα εφαρμογής άρδευσης με σταγόνες ή μπεκ χαμηλής πίεσης για εφαρμογή τακτικότερων αρδεύσεων.

Ορθολογική θρέψη-λίπανση της μηλιάς Η λίπανση της μηλιάς και γενικότερα των δένδρων είναι μια από τις πιο δύσκολες καλλιεργητικές εργασίες. Ιδιαίτερα στα πλαίσια της ολοκληρωμένης καλλιέργειας της μηλιάς η ορθολογική λίπανση αποκτά σημαντικό ρόλο. Συνήθως οι οπωρώνες μηλιάς λιπαίνονται με τα βασικά στοιχεία, Ν και Κ, σπανιότερα Ρ, και μόνο όταν η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση το απαιτεί ή παρατηρηθούν κάποια συμπτώματα στο φύλλωμα ή τους καρπούς εφαρμόζονται ιχνοστοιχεία. Η συμπλήρωση των απαραίτητων στοιχείων που λείπουν από το έδαφος επιτυγχάνεται με την ορθολογική χρησιμοποίηση των λιπασμάτων. Εν τούτοις η λογική χρησιμοποίηση της μεγάλης ποικιλίας των μορφών λιπαντικών στοιχείων και λιπασμάτων που υπάρχουν σε χρήση, δημιουργεί και τις μεγάλες δυσκολίες της εφαρμογής της λίπανσης στην πράξη. Για την εκτίμηση των αναγκών των δένδρων σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζονται αρκετές μέθοδοι. Η ανάλυση του εδάφους, η ανάλυση φύλλων, βλαστών, ριζών και καρπών, καθώς και οι μακροσκοπικές εξετάσεις των δένδρων και των καρπών, δίνουν πληροφορίες για τη θρεπτική κατάσταση των δένδρων, την κίνηση των θρεπτικών στοιχείων σ' αυτά, καθώς και για τα πολυάριθμα φαινόμενα συνεργισμού και ανταγωνισμού που παρατηρούνται τόσο μέσα στο έδαφος όσο και μέσα στο φυτό (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

Τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία τα οποία σήμερα μελετώνται και προσδιορίζονται κατά τις διάφορες χημικές αναλύσεις είναι : Άζωτο, Φώσφορος, Κάλιο, Μαγνήσιο, Ασβέστιο, Μαγγάνιο, Βόριο, Σίδηρος, Ψευδάργυρος. Δευτερευόντως μπορεί να προσδιορίζονται ο Χαλκός, το Θείο και το Μολυβδαίνιο.

Το Άζωτο είναι το στοιχείο κλειδί στη λίπανση για τον έλεγχο της βλάστησης και της καρποφορίας των δένδρων. Επηρεάζει την αύξηση της βλάστησης, το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών και τα χαρακτηριστικά των καρπών.

Το επαρκές επίπεδο Ν σε φύλλα από το μέσο του βλαστού στα μέσα Ιουλίου είναι 1,8-2,3% της ξ.ο. των φύλλων. Κάτω από τα επίπεδα αυτά (<1,7% της ξ.ο. των φύλλων) παρατηρείται έλλειψη Ν, ενώ πάνω από τα επίπεδα αυτά (>2,4% της ξ.ο. των φύλλων) παρατηρείται τοξικότητα Ν (Jones and Aldwinckle, 1990). Όταν ο εφοδιασμός του Ν είναι επαρκής στη μηλιά το Ν των καρπών αυξάνεται περισσότερο απ' ότι το Ν στα φύλλα. Όταν στα μέσα Ιουλίου το Ν στα φύλλα αυξήθηκε κατά 25% (από 2% σε 2,5% ξ.ο.) η αύξηση Ν στους καρπούς ήταν πάνω από 100% (από 0,20% σε 0,45% ξ.ο.) (Jones and Aldwinckle, 1990).

Το Ν επηρεάζει την απορρόφηση του Ca καθώς και την απορρόφηση του K, Zn, B και Fe. Υψηλά επίπεδα Ν σχετίζονται με χαμηλά επίπεδα Ca στους καρπούς και επομένως εκδηλώνονται οι φυσιολογικές ανωμαλίες της πικρής κηλίδωσης (Bitter pit), της εσωτερικής κατάρρευσης (Internal Breakdown) κ.λ.π. (Hanson, 1996).

Η υπερβολική λίπανση Ν προκαλεί υπερβολική αύξηση της βλάστησης, τα φύλλα γίνονται μεγάλα, σκουροπράσινα και παραμένουν στο δένδρο ως αργά το φθινόπωρο. Η αύξηση των βλαστών συνεχίζεται μέσα στο φθινόπωρο και τα δένδρα είναι ευαίσθητα σε μυκητολογικές προσβολές και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σε νεαρά δένδρα καθυστερεί το σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών ώστε τα δένδρα να αργούν να μουν στην καρποφορία (Hanson, 1996). Οι καρποί είναι μεγάλοι, αργούν να ωριμάσουν, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα για εμφάνιση Επιφανειακού Εγκαύματος (Scald) (Lau, 1971). Η ποιότητα των καρπών υποβαθμίζεται. Οι καρποί έχουν φτωχό χρώμα και γεύση και μειωμένη σκληρότητα, ενώ μειώνεται η ικανότητα ψυχοσυντήρησής τους.

Έλλειψη Ν περιορίζει την αύξηση του δένδρου και τα φύλλα έχουν μειωμένο μέγεθος. Το χρώμα των φύλλων είναι ανοιχτοπράσινο, κίτρινο, ενώ τα παλαιότερα φύλλα στη βάση των βλαστών αναπτύσσουν χλώρωση νωρίτερα. Η καρπόδεση είναι μικρή και η καρπόπτωση μεγάλη. Οι καρποί είναι μικροί και ωριμάζουν νωρίς (Hanson, 1996), ενώ κατά τη συντήρησή τους προκαλείται ξαφνικό μαλάκωμα ή και πρόωρο κιτρίνισμα.

Η αζωτούχος λίπανση στηρίζεται στην από εδάφους χορήγηση του στοιχείου. Στην Ελλάδα συνιστάται μια ποσότητα 10-20 μονάδες Ν κατά στρέμμα για πυκνές ή αραιές φυτεύσεις, ενώ η μέγιστη ποσότητα δίνεται στα δέντρα πριν από την άνθηση. Η ποσότητα μειώνεται εάν το λίπασμα δίνεται με το νερό άρδευσης.

Η μηλιά σε σπάνιες περιπτώσεις έχει ανάγκη φωσφορικής λίπανσης (κατώτερο επίπεδο επάρκειας προτείνεται το 0,20% επί της ξ.ο. φύλλων και ανώτερο το 0,25% ή 0,30%). Η θετική του δράση εντοπίζεται κυρίως στους καρπούς και στα σπέρματα.

Σε περίπτωση έλλειψης Ρ τα δένδρα έχουν μειωμένη βλαστική ανάπτυξη, μειωμένη άνθηση και φτωχή καρπόδεση. Οι καρποί ωριμάζουν γρήγορα και είναι παραμορφωμένοι (Hanson, 1996). Έλλειψη Ρ σε συνδυασμό με χαμηλά επίπεδα Ca έχει ως αποτέλεσμα οι καρποί να χάσουν την σκληρότητα τους, να μαλακώσουν και να εμφανίσουν εσωτερική κατάρρευση (Internal Breakdown) σύντομα κατά τη ψυχοσυντήρησής τους. (Lau, 1971). Τα φύλλα έχουν βαθυπράσινο χρώμα, είναι μικρότερα και σχηματίζουν μικρή γωνία με το βλαστό (Hanson, 1996).

Η φωσφορική λίπανση πρέπει να γίνεται κυρίως σε μικρής ηλικίας δένδρα. Πριν τη φύτευση συνιστάται εφαρμογή σημαντικών ποσοτήτων P που θα χρησιμοποιηθούν κατά την παραγωγική ζωή του μηλεώνα. Σε περίπτωση έλλειψης P συνιστώνται κυρίως διαφυλλικοί ψεκασμοί με διάφορες ενώσεις φωσφόρου.

Το Κάλιο είναι το στοιχείο που συμβάλλει στην ποιοτική βελτίωση των καρπών. Η θετική επίδραση του K επηρεάζεται από τις σχέσεις του με τα στοιχεία N, Ca και Mg δηλαδή κύρια τις σχέσεις K/N, και $(K+Mg) / Ca$.

Το επαρκές επίπεδο K σε φύλλα από το μέσο του βλαστού στα μέσα Ιουλίου είναι 1,5-1,8% ξ.ο. φύλλων (Jones and Aldwinckle, 1990). Όταν η περιεκτικότητα K είναι 1% ξ. ο. φύλλων, τα φύλλα δεν εμφανίζουν συμπτώματα, όμως οι καρποί δεν αναπτύσσονται κανονικά και δεν έχουν το σύνθητες χρώμα. Όταν η περιεκτικότητα K στα φύλλα είναι μικρότερη του 1% ξ. ο. φύλλων, η αύξηση του δένδρου περιορίζεται, ενώ μειώνεται η διάμετρος των κλάδων και το μήκος των βλαστών. Έλλειψη K εμφανίζεται όταν η περιεκτικότητα K στα φύλλα είναι κάτω του 0.75% ξ. ο. φύλλων (Jones and Aldwinckle, 1990).

Τα συμπτώματα έλλειψης K εμφανίζονται στο πάνω τμήμα του δένδρου σε μέσης ηλικίας φύλλα. Κυρίως χαρακτηρίζεται από περιφερειακή νέκρωση του ελάσματος του φύλλου. Μπορεί επίσης να προκαλέσει μείωση του χρώματος και της οξύτητας των καρπών (Hanson, 1996).

Υψηλά επίπεδα K επηρεάζουν αρνητικά την απορρόφηση Mg και προκαλείται ανισορροπία στη σχέση του K με το Ca και το Mg με συνέπεια την εκδήλωση της φυσιολογικής ανωμαλίας της πικρής κηλίδωσης (Hanson, 1996).

Καλιούχα λιπάσματα εφαρμόζονται ανά έτος στην Ελλάδα.

Το Ασβέστιο θεωρείται ότι σχετίζεται με την ποιότητα και συντηρησιμότητα των καρπών καθώς αποτρέπει την εκδήλωση πολλών φυσιολογικών ανωμαλιών (πικρή κηλίδωση κ.α.) οι οποίες κύρια προκαλούνται λόγω περιορισμένης κατανομής του Ca και όχι λόγω ανεπαρκούς πρόσληψής του. Το Ca διαδραματίζει πολλούς ρόλους όπως: ενεργοποιεί ένζυμα, ρυθμίζει το κυτταρικό pH, είναι συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων καθώς τροποποιεί τις ιδιότητες της πηκτίνης στους καρπούς, δεσμεύεται στα αρνητικά φορτία του πλασμαλήμματος και των κυτταρικών τοιχωμάτων, μειώνει την αναπνοή του καρπού, αυξάνει τη σύνθεση πρωτεΐνης και νουκλεϊκών οξέων και επιμηκύνει τη ζωή του καρπού κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Όταν τα επίπεδα Ca στα φύλλα είναι 1,8%ξ.ο. φύλλων, δεν εμφανίζονται συμπτώματα, ενώ όταν είναι 1%ξ.ο. φύλλων εμφανίζονται συμπτώματα στους καρπούς. Τέλος, όταν είναι 0,5-0,6% ξ.ο. φύλλων εμφανίζονται συμπτώματα έλλειψης Ca στα φύλλα (Jones and Aldwinckle, 1990). Τα κανονικά επίπεδα Ca στη σάρκα του καρπού είναι 10-30mg/100g ξ.ο., ενώ ο φλοιός και η καρδιά έχουν 4 φορές περισσότερο. Επίπεδα Ca στη σάρκα 25mg/100g ξ.ο. καρπών είναι αρκετά για τη μη εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών που σχετίζονται με το Ca (Jones and Aldwinckle, 1990). Σύμφωνα με τους Fallahi *et al.* (1997) η εμφάνιση πικρής κηλίδωσης μπορεί να περιοριστεί με συγκέντρωση Ca στους καρπούς περίπου στα 25 mg/100g ξ.ο. Επίσης σύμφωνα με τους Dris *et al.* (1998) καρποί με συγκέντρωση Ca κάτω των 31,7 mg/100g ξ.ο. είναι ευαίσθητοι στην εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης των καρπών. Κατά άλλους τα επίπεδα Ca στη σάρκα των καρπών θα πρέπει να είναι 80-100 mg/100 g ξ.ο. ώστε να υπάρχει σημαντική επίδραση στην σκληρότητα των καρπών και να μειωθούν τα ποσοστά σήψης των καρπών (Sams and Conway, 1984).

Έλλειψη Ca σταματά την αύξηση των βλαστών και της ρίζας του δένδρου. Η άκρη των βλαστών νεκρώνεται και οι ρίζες λεπταίνουν ακανόνιστα. Συμπτώματα έλλειψης Ca στα φύλλα σπάνια παρατηρούνται. Μη επαρκής ποσότητα Ca στους καρπούς έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφόρων φυσιολογικών ανωμαλιών και μείωση της ποιότητας του μήλου (Hanson, 1996).

Οι σχέσεις N/Ca και (K+Mg)/Ca χρησιμοποιούνται κατά τις αναλύσεις των καρπών για πρόβλεψη της ποιότητας και συντηρησιμότητας τους. Η σχέση N/Ca στη σάρκα των καρπών ποικίλλει από 10 έως 30. Όταν είναι 10 δεν εμφανίζονται φυσιολογικές ανωμαλίες, ενώ όταν είναι 30 η εμφάνιση τους είναι βέβαιη (Jones and Aldwinckle, 1990). Για την καλή συντηρησιμότητα των καρπών η σχέση N/Ca θα πρέπει να είναι 11-14 (στοιχεία εταιρείας PHOSYN, U.S.A.). Η σχέση (K+Mg)/Ca είναι ιδιαίτερα υψηλή στους καρπούς (20-25) σε σχέση με τα φύλλα (κοντά στο 1). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σχέσης (K+Mg)/Ca στους καρπούς τόσο πιθανότερη είναι η εμφάνιση πικρής κηλίδωσης (Jones and Aldwinckle, 1990). Για την καλή συντηρησιμότητα των καρπών η σχέση (K+Mg)/Ca θα πρέπει να είναι μικρότερη του 30 (στοιχεία εταιρείας PHOSYN, U.S.A.).

Τα φύλλα και οι καρποί ανταγωνίζονται για το διαθέσιμο Ca. Λόγω μεγαλύτερης διαπνοής των φύλλων περισσότερο Ca συσσωρεύεται στα φύλλα από ότι στους καρπούς (το πρόβλημα εντείνεται όταν το καλοκαίρι είναι ζεστό και ξηρό). Το Ca στα φύλλα και το Ca στους καρπούς δεν σχετίζονται απαραίτητα, επομένως η

ανάλυση καρπών για τα επίπεδα Ca είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος ώστε να προβλέψει κανείς τις ανάγκες του καρπού σε Ca και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών στον καρπό κατά τη συντήρηση (Lau, 1971).

Η αντιμετώπιση της έλλειψης Ca γίνεται με ψεκασμούς των δένδρων με σκευάσματα ασβεστίου (χλωριούχο και νιτρικό ασβέστιο), ενώ μετασυλλεκτικές εμβαπτίσεις των καρπών σε διαλύματα των παραπάνω σκευασμάτων είναι δυσεφάρμοστα.

Η τροφοπενία Mg προκαλεί μεσονεύρια χλώρωση σε φύλλα μεγάλης ηλικίας των βλαστών ή αιχμών. Τα χλωρωτικά φύλλα μπορεί να παρουσιάσουν έντονη χλώρωση για μικρό χρονικό διάστημα και μετά καφέ νεκρωτικές κηλίδες ή κατευθείαν καφέ νεκρωτικές κηλίδες. Καθώς επεκτείνονται πολλές κηλίδες ενώνονται προς την περιφέρεια του φύλλου και εμφανίζεται περιφερειακό κάψιμο. Τα φύλλα μπορεί να συρρικνωθούν και να πέσουν με αποτέλεσμα οι βλαστοί να εμφανίζονται γυμνοί στο τέλος του καλοκαιριού, εκτός από μερικά φύλλα που μένουν στις κορυφές. Τα συμπτώματα τροφοπενίας μπορεί να μην εμφανίζονται σε όλο το δένδρο. Μπορεί μόνο μερικά κλαδιά να επηρεαστούν ή ολόκληρο το δένδρο να αποφυλλωθεί (Hanson, 1996).

Οι καρποί απαιτούν αρκετή ποσότητα Mg. Τα φύλλα που παρουσιάζουν έλλειψη Mg συσσωρεύουν άμυλο και οι υδατάνθρακες δεν μεταφέρονται προς τον καρπό. Έτσι, οι καρποί γίνονται μικροί (Jones and Aldwinckle, 1990). Η επίδραση χαμηλού Mg στους καρπούς προκαλείται κύρια από τη μείωση της φυλλικής επιφάνειας και της φωτοσυνθετικής ικανότητας, έτσι οι καρποί είναι χαμηλής ποιότητας και πέφτουν πρόωρα (Hanson, 1996). Οι καρποί που ωριμάζουν κανονικά παρουσιάζουν αυξημένο επιφανειακό έγκαυμα κατά την αποθήκευσή τους.

Η έλλειψη Mg διορθώνεται με ψεκασμό των δένδρων με 1-2% θειικό μαγνήσιο ή νιτρικό μαγνήσιο μετά την άνθηση ή με εφαρμογή θειικού μαγνησίου στο έδαφος.

Τα επαρκή επίπεδα B σε φύλλα μηλιάς από το μέσο του βλαστού στα μέσα Ιουλίου είναι 35-40 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ξ.ο. φύλλων. Πάνω από τα 60-70 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ξ.ο. φύλλων παρατηρείται τοξικότητα B και οι καρποί ωριμάζουν και πέφτουν νωρίς. Επίπεδο B στα 25 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ έχει ως αποτέλεσμα η έκπτυξη των οφθαλμών να καθυστερεί, στα 14-21 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ οι καρποί να παρουσιάζουν εσωτερική φέλλωση, ενώ σε επίπεδο B κάτω από 12 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ οι βλαστοί να νεκρώνονται αργά το καλοκαίρι και τα μεσογονάτια διαστήματα του βλαστού να βραχύνονται (Jones and Aldwinckle, 1990).

Έλλειψη Β μπορεί να εμφανιστεί σε εδάφη ασβεστούχα, όξινα, ξηρά, αμμώδη ή υπερβολικά υγρά. Η έλλειψη Β εμφανίζεται στους καρπούς πριν επηρεαστούν τα φυτικά μέρη. Τα πιο εμφανή συμπτώματα είναι η εσωτερική και εξωτερική φέλλωση, που παρουσιάζεται κυρίως στους καρπούς. Εσωτερική φέλλωση μπορεί να εμφανιστεί σε καρπούς κάθε ηλικίας. Αν εμφανισθεί νωρίς, η προσβεβλημένη σάρκα γίνεται καφέ, στρόγγυλου ή ακανόνιστου σχήματος και η ζημιά παρουσιάζεται γύρω από τον κεντρικό άξονα του καρπού. Η μάζα αυτή των νεαρών κυττάρων γίνεται σκληρή, στεγνή και φελλώδης πριν την συγκομιδή των καρπών. Πολλοί προσβεβλημένοι καρποί πέφτουν νωρίς το καλοκαίρι και όσοι ωριμάζουν παραμένουν μικροί. Η επιφάνεια του φλοιού των πολύ προσβεβλημένων καρπών μπορεί να είναι ανώμαλη. Εξωτερική φέλλωση εμφανίζεται πριν οι καρποί γίνουν μέσου μεγέθους, μπορεί όμως να εμφανιστεί και πιο νωρίς αμέσως μετά την άνθηση. Η προσβεβλημένη επιφάνεια είναι ακανόνιστου σχήματος 1cm ή μεγαλύτερο με στρόγγυλο περιθώριο. Η προσβολή συνήθως εμφανίζεται γύρω από τον κάλυκα. Στην αρχή εμφανίζονται υδατώδεις κηλίδες, μετά γίνονται χρώματος ανοιχτού καφέ, συρρικνώνονται και νεκρώνονται. Επειδή η αύξηση του καρπού στην προσβεβλημένη επιφάνεια σταματά, οι καρποί παραμορφώνονται, σχίζονται και παραμένουν μικροί. Καρπόπτωση των προσβεβλημένων καρπών οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή. Οι ανθοφόροι και βλαστοφόροι οφθαλμοί δεν αναπτύσσονται ή οι αναπτυσσόμενες κορυφές νεκρώνονται (Lau, 1971). Προκαλείται το σύμπτωμα σκούπα της μάγισσας, ενώ τα νεαρά φύλλα γίνονται χλωρωτικά και περιφερειακά νεκρώνονται (Hanson, 1996). Εμποδίζεται η βλάστηση των γυρεοκόκκων και η αύξηση των γυρεοσωλήνων ή ακόμα τα άνθη νεκρώνονται και η καρπόδεση είναι μικρή (Jones and Aldwinckle, 1990). Επίσης, έλλειψη Β εμποδίζει τη μεταφορά Ca, γι' αυτό μπορούν να εμφανιστούν φυσιολογικές ανωμαλίες που σχετίζονται με την έλλειψη Ca (Jones and Aldwinckle, 1990).

Η τροφοπενία Β αντιμετωπίζεται με διαφυλλικούς ψεκασμούς βορικού οξέος (συνήθως 0,25%) αρχίζοντας από την πλήρη άνθηση αν και οι φθινοπωρινοί ψεκασμοί είναι πιο αποτελεσματικοί (Jones and Aldwinckle, 1990), Πιο μακροχρόνια βελτίωση της θρεπτικής κατάστασης του δένδρου επιτυγχάνεται με εφαρμογή βόρακα στο έδαφος (125-250 g/δένδρο).

Τοξικότητα Β εμφανίζεται και είναι σημαντικό πρόβλημα είτε εφαρμόζουμε υπερβολικές ποσότητες Β στον οπωρώνα είτε όταν ο οπωρώνας ποτίζεται με νερό που περιέχει υψηλή συγκέντρωση Β (σπάνιο για την Ελλάδα, μόνο στη Μελίκη

Ημαθίας έχει παρατηρηθεί) (Hanson, 1996). Υπερβολική εφαρμογή Β μπορεί να προκαλέσει καρπόπτωση, πρόωρη ωρίμανση των καρπών και βράχυνση της συντηρησιμότητάς τους (Lau, 1971).

Τα κανονικά επίπεδα Μn στα φύλλα μηλιάς είναι 70-85 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ξ. ο. φύλλων από φύλλα από το μέσο του βλαστού στα μέσα Ιουλίου. Τροφοπενία Μn δημιουργεί μεσονεύρια χλώρωση στα φύλλα, ιδιαίτερα στα σκιαζόμενα μέρη του δένδρου. Συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα μεγάλης ηλικίας φύλλα ενώ σε σοβαρή έλλειψη Μn μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική αποφύλλωση του δένδρου καθώς και επιβράδυνση της ανάπτυξης του δένδρου (Hanson, 1996). Η έλλειψη Μn αντιμετωπίζεται με διαφυλλικούς ψεκασμούς με θειικό Μn (συνήθως 1%) ή και χηλικές μορφές του στοιχείου. Τοξικότητα Μn εμφανίζεται σε όξινα εδάφη όπου και αυξάνει η διαλυτότητά του και μπορεί να προκαλέσει χλώρωση, φυλλόπτωση, μείωση της έκπτυξης ανθοφόρων οφθαλμών και εσωτερική νέκρωση και έλκη στο φλοιό των ετήσιων βλαστών (Jones and Aldwinckle, 1990).

Η τροφοπενία Fe παρουσιάζεται κύρια σε ασβεστούχα εδάφη. Προκαλεί μεσονεύρια χλώρωση στα φύλλα των ετήσιων βλαστών που αρχίζει από την κορυφή και προχωρεί προς τη βάση του βλαστού. Τα φύλλα χάνουν το πράσινο χρώμα και γίνονται λευκοκίτρινα, ενώ πράσινο παραμένει το έλασμα μόνο κατά μήκος των νεύρων. Σε προχωρημένη έλλειψη αναπτύσσονται καφέ κηλίδες στην περιφέρεια του φύλλου, η ανάπτυξη των βλαστών είναι περιορισμένη και είναι δυνατό να παρουσιασθεί και νέκρωση βλαστών (Hanson, 1996). Διορθώνεται με εφαρμογή στο έδαφος χηλικών μορφών σιδήρου.

Έλλειψη Zn παρατηρείται όταν η περιεκτικότητα Zn στα φύλλα είναι μικρότερη των 25 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ξ.ο.. Τροφοπενία Zn είναι μία από τις πιο συνηθισμένες τροφοπενίες στη μηλιά. Παρατηρείται όταν το έδαφος είναι φτωχό σε Zn (αμμώδες έδαφος) ή όταν έχει υψηλή περιεκτικότητα ασβεστίου, φωσφόρου ή οργανικής ουσίας. Παρουσιάζεται ακόμη και σε όξινα εδάφη (Jones and Aldwinckle, 1990). Συμπτώματα είναι η μικροφυλλία, η μικροκαρπία και η έντονη φυλλόπτωση στη βάση των ετήσιων βλαστών. Ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών μειώνεται σημαντικά. Σε έντονη έλλειψη μπορεί να παρατηρηθεί και ξήρανση των ετήσιων βλαστών αρχίζοντας από την κορυφή τους. Οι καρποί γίνονται μικροί και επιρρεπείς σε φυσιολογικές ανωμαλίες κατά τη συντήρηση (Hanson, 1996). Η τροφοπενία Zn αντιμετωπίζεται με ψεκασμό δένδρων με 3% θειικό Zn με εφαρμογές στις αρχές της

πτώσης των φύλλων έως και νωρίς την άνοιξη (συνήθως τη χειμερινή περίοδο πριν το κλάδεμα). Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί θειικός ή χηλικός Zn από εδάφους.

1.3. Ανάγκες της μηλιάς σε ανόργανα θρεπτικά

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η ποσότητα ανόργανων στοιχείων που αφαιρούνται ετησίως με τα διάφορα φυτικά μέρη σε ένα ώριμο μηλεώνα Red Delicious όταν η παραγωγικότητα είναι 4,45 τόννοι το στρέμμα (World Fertilizer Use Manual, 2001). Έτσι βλέπουμε ότι οι εκροές ανόργανων στοιχείων είναι σχετικά μικρές όταν τα κλαδευτικά απομακρύνονται και καίγονται και ο σκελετός του δέντρου δεν αναπτύσσεται περαιτέρω, όπως στην περιοχή Ζαγοράς. Σκοπός της λίπανσης είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με αυτές τις ποσότητες στην κατάλληλη περίοδο ανάπτυξης του φυτού όπως αυτό χρειάζεται το κάθε στοιχείο, ώστε να διατηρηθεί η παραγωγικότητα του μηλεώνα και η γονιμότητα του εδάφους. Οποιαδήποτε απόκλιση από τις ανωτέρω τιμές γίνεται λόγω της άστοχης χρονικά εφαρμογής λίπανσης και λόγω των απωλειών που έχουμε από τις καιρικές συνθήκες και τύπο λιπάσματος. Τέλος, η μη εφαρμογή των απαραίτητων ποσοτήτων ανόργανων θρεπτικών δεν αποτελεί ορθολογική χρήση της γης ούτε είναι μέρος ενός υγιούς τρόπου καλλιέργειας γιατί μακροχρόνια υποβαθμίζει το έδαφος και την παραγωγικότητα του και δεν ταιριάζει με το νόημα της αειφορίας.

Πίνακας 1. Ποσότητα ανόργανων στοιχείων που αφαιρούνται ετησίως από μηλεώνα Red Delicious σε ένα έτος με παραγωγικότητα 4.45 τόννους το στρέμμα (World Fertilizer Use Manual, 2001).

Μέρος του φυτού	Ανόργανο στοιχείο σε Kg ανά στρέμμα				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Καρποί	2,08	1,44	6,79	0,37	0,62
Σκελετό δέντρου (ξύλο)	1,84	0,96	1,72	0,38	6,41
Πεσμένα φύλλα	4,76	0,76	6,29	3,01	12,01
Πεσμένα άνθη και καρπίδια	1,19	0,39	1,78	0,18	0,52
Κλαδευτικά	1,18	0,53	0,43	0,28	3,92
Εκροές (καρποί και κλαδευτικά)	3,26	1,97	7,22	0,65	4,54

Κατωτέρω επίσης παρουσιάζονται τα άριστα όρια συγκέντρωσης κάθε ανόργανου στοιχείου σε φύλλα μηλιάς ποικ. Red Delicious, όπως αυτά έχουν βρεθεί σε διάφορες μηλοπαραγωγές περιοχές του κόσμου (Πίνακες 2 και 3). Τα αποτελέσματα αυτά είναι από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση τα τέλη Ιουλίου και σε φύλλα από το μέσο ετήσιων βλαστών και περιοχές του κόσμου που συνήθως έχουν παρόμοιο κλίμα με την Ελλάδα. Αποτελούν δε τιμές που προήλθαν από μεγάλο αριθμό μετρήσεων σε μηλεώνες με κανονική παραγωγή. Είναι προφανές ότι τα όρια διαφέρουν από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή. Επομένως είναι επιτακτική η ανάγκη με μεγάλο

αριθμό μετρήσεων και με κατάλληλη περαιτέρω επεξεργασία να τεθούν τα όρια επάρκειας για κάθε ποικιλία και για τις κύριες περιοχές της Ελλάδας. Πάντως, αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα χρησιμοποιούμε τα δεδομένα από πηγές του εξωτερικού, που φαίνονται κατωτέρω καθώς και άλλες που δεν αναφέρονται.

Πίνακας 2. Όρια επάρκειας των μακροστοιχείων σε μηλιές ποικ. Red Delicious, όπως αυτά έχουν βρεθεί σε διάφορες μηλοπαραγωγές περιοχές του κόσμου (μέσο ετήσιου βλαστού, δειγματοληψία Ιουλίου).

Περιοχή / Χώρα	N(%)	P(%)	K(%)	Mg(%)	Ca(%)
Αυστραλία	2,00-2,40	0,15-0,20	1,20-1,50	0,21-0,25	1,10-2,00
Οντάριο / Καναδά	2,20-2,70	0,15-0,30	1,40-2,20	0,25-0,40	0,80-1,50
Γαλλία	2,40-2,60	0,17-0,19	1,60-1,80	0,25-0,30	-
Τρεντίνο / Ιταλία	2,10-2,70	0,16-0,24	1,10-1,70	0,27-0,39	1,10-1,70
Πιεντμόντ / Ιταλία	2,30-2,90	0,14-0,22	1,10-1,70	0,22-0,34	0,90-1,50
Εμίλια / Ιταλία	2,10-2,50	0,16-0,21	1,50-1,90	0,30-0,40	1,30-1,80
Νότια Αφρική	2,10-2,80	0,13-0,19	0,80-1,60	0,30-0,50	1,20-1,60
Ουάσινγκτον / ΗΠΑ	1,80-3,00	0,15-0,40	1,30-2,50	0,25-1,00	1,20-2,60

Πίνακας 3. Όρια επάρκειας των ιχνοστοιχείων σε μηλιές ποικ. Red Delicious, όπως αυτά έχουν βρεθεί σε διάφορες μηλοπαραγωγές περιοχές του κόσμου.

Περιοχή / Χώρα	Fe($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Mn($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	B($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Zn($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Cu($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
Αυστραλία	>100	50-100	21-40	20-50	6-20
Οντάριο / Καναδά	25-200	20-200	20-60	15-100	5-30
Γαλλία	-	-	30-40	-	-
Τρεντίνο / Ιταλία	40-150	>8	20-40	>15	>1
Πιεντμόντ / Ιταλία					
Εμίλια / Ιταλία					
Νότια Αφρική	80-150	20-90	25-40	30-50	5-10
Ουάσινγκτον / ΗΠΑ	75-150	25-100	35-75	40-80	10-50

Πίνακας 4. Λιπαντικές οδηγίες που δίνονται σε μηλοπαραγωγούς μήλων Red Delicious σε διάφορες περιοχές του κόσμου.

Περιοχή	Σχόλια	N (Kg/στρ)	P (Kg/στρ)	K (Kg/στρ)
Οντάριο/ Καναδά	8 ετών, 100 δέντρα/στρ., 12,5Kg N/στρ. Γενικά, 2 Kg P/στρ για χλοοτάπητα μόνο. Για 20 εκατ. διάμετρο κορμό, 30 δέντρα/στρ., 20 Kg K/στρ. Αν pH<5,6 προσθέστε 0,1-2 τόννους ασβέστη στο στρέμμα.			
Γαλλία	Από παραγωγή, βλάστηση και φυλλοδιαγνωστική (5 τπ/στρ)	6-10	5-10	10-25
Ελλάδα	1 Kg N/ δέντρο	<35	<17	<35
Ιταλία	Παραγωγή, βλάστηση, φυλλοδ/στική	0-7	0-2,5	0-10
Ολλανδία	Παραγωγή, βλάστηση, φυλλοδ/στική	0-10	0-4	0-30
Νότια Αφρική	Παραγωγή, βλάστηση, φυλλοδ/στική	3,5-18,5	0-11,5	0-36

Από τον Πίνακα 4 βλέπουμε ότι για μηλεώνες Red Delicious σε όλες τις περιοχές του κόσμου τα ανώτερα όρια εφαρμογής των κύριων στοιχείων και ιδιαίτερα του αζώτου είναι πολύ χαμηλότερα από τις τιμές που δίνονται απροσδιόριστα για την Ελλάδα. Είναι αξιοσημείωτο ότι η λιπαντική αγωγή προτείνεται να στηρίζεται στην ποσότητα παραγωγής μήλων, την παρατήρηση της βλάστησης και τα αποτελέσματα (συνήθως ανά έτος) της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης στις περισσότερες περιοχές του κόσμου.

Στην περιοχή της Ζαγοράς τα τελευταία χρόνια, με πρωτοβουλία του Συνεταιρισμού Ζαγοράς και με το κόστος να βαρύνει τους παραγωγούς, έγινε ένας σημαντικός αριθμός εδαφολογικών αναλύσεων (περί τις 100) και ελάχιστες αναλύσεις φυλλοδιαγνωστικής. Από τις αναλύσεις βρέθηκε ότι τα εδάφη της περιοχής Ζαγοράς περιέχουν αρκετή οργανική ουσία (στο επιφανειακό εδαφικό στρώμα), αρκετό άζωτο, ενώ υστερούν σε ασβέστιο, μαγνήσιο και κάλιο. Έτσι ένας αριθμός παραγωγών εφαρμόζει τα τελευταία χρόνια κατάλληλα μικτά λιπάσματα με αποτέλεσμα την πιο ορθολογική λίπανση ανάλογα με τις αναλύσεις εδάφους που έγιναν. Περαιτέρω εφαρμόζονται από μερικούς παραγωγούς και κοπριά ή ασβέστης για βελτίωση των ιδιοτήτων και γονιμότητας του εδάφους. (στοιχεία γεωπόνου-Συμβούλου του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ζαγοράς Πηλίου).

Τελευταία επεκτείνεται και η διαφυλλική εφαρμογή ενώσεων Ca για τη βελτίωση της θρεπτική κατάστασης του φυτού όσον αφορά το Ca και κύρια της ποιότητας του καρπού. Ουσιαστική πειραματική μελέτη για την αποτελεσματικότητα των ανωτέρω εφαρμογών δεν έχει γίνει για τη μηλοκαλλιέργεια στη Ζαγορά και πιθανόν για τις Ελληνικές συνθήκες γενικότερα.

1.4. Ρόλος του ασβεστίου στη φυσιολογία του κυττάρου

Το Ca παίζει σημαντικό ρόλο στη δομή του κυττάρου, στις λειτουργίες του και τη φυσιολογία και ρύθμιση του μεταβολισμού του. Ρυθμίζει τη δραστηριότητα των ενζύμων και των πρωτεϊνών που κρατούν θέσεις κλειδιά σε μεταβολικούς οδούς και εμπλέκεται στη διαίρεση του κυττάρου και στην αύξησή του.

Το Ca είναι σημαντικό για τη δομή και λειτουργία του κυτταρικού τοιχώματος και των μεμβρανών. Έλλειψη Ca προκαλεί τη φθορά των μεμβρανών (Marinos, 1962), ενώ εισαγωγή Ca σε φυσικές (Paliyath *et al.*, 1984) ή τεχνητές μεμβράνες φωσφολιπιδίων (Gary-Bobo, 1970) είχε ως αποτέλεσμα αλλαγές στη ρευστότητα και διαπερατότητα των μεμβρανών. Το Ca σταθεροποιεί τις κυτταρικές μεμβράνες γεφυρώνοντας τις φωσφορικές και καρβοξυλικές ομάδες των φωσφολιπιδίων στην επιφάνεια της μεμβράνης (Legge *et al.*, 1982), ενώ η παρουσία εξωκυτταρικού Ca αυξάνει τους δεσμούς μεταξύ των αλυσίδων του κυτταρικού τοιχώματος και του πλασμαλήμματος (Gomez-Lepe *et al.*, 1979)

Το Ca δημιουργεί εν πολλοίς και τη δομή του κυτταρικού τοιχώματος καθώς το 60% του συνολικού Ca στο φυτό σχετίζεται με τη δομή του κυτταρικού τοιχώματος (Rossignol *et al.*, 1977). Τα πηκτινικά πολυμερή των κυτταρικών τοιχωμάτων σχηματίζουν γέλης (gel) όταν προστίθεται Ca (Grant *et al.*, 1973). Ο σχηματισμός γέλης (gel) εξαρτάται από τις χημικές και δομικές ιδιότητες της πηκτίνης. Όταν οι πηκτίνες έχουν υψηλό βαθμό εστέρων, δεν σχηματίζουν συνδέσμους ή γέλη (gel) ακόμα και όταν προστίθεται Ca (Yamaoka and Chiba, 1983). Το Ca αποτελεί έναν ενδομοριακό σύνδεσμο που σταθεροποιεί το σύμπλοκο πηκτίνης-πρωτεΐνης στη μέση πλάκα του κυτταρικού τοιχώματος (middle lamella) (Dey and Brinson, 1984).

Μετασυλλεκτικά, η αντοχή των καρπών σε παθογόνα οφείλεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος και των ιόντων Ca. Τα παθογόνα προκαλούν σήψεις και διάλυση των ιστών των καρπών μέσω της δράσης πηκτολυτικών ενζύμων. Τα ιόντα Ca είναι δεσμευμένα στις πηκτίνες του κυτταρικού τοιχώματος (Demarty *et al.* 1984). Οι πηκτίνες είναι αλυσίδες πολυγαλακτουρινικού οξέος μέσα στις οποίες παρεμβάλλεται η ραμνόζη (Preston, 1979). Αυτή η παρεμβολή της ραμνόζης προκαλεί συνδέσμους στην αλυσίδα, οι οποίοι επιτρέπουν την σύνδεση των ιόντων Ca. Τα ιόντα Ca σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ των πηκτινικών οξέων ή μεταξύ των πηκτινικών οξέων και άλλων

πολυσακχαριτών. Αυτοί οι δεσμοί κάνουν τα κυτταρικά τοιχώματα λιγότερα ευάλωτα στη δράση των πηκτολυτικών ενζύμων, και τους καρπούς λιγότερο ευάλωτους σε μετασυλλεκτικές προσβολές από παθογόνα και μετασυλλεκτικές σήψεις (Conway *et al.* 1994).

Το Ca συμμετέχει επίσης στην ενεργή μεταφορά κάποιων ιόντων μέσω των μεμβρανών επηρεάζοντας φυσιολογικές δραστηριότητες του κυττάρου (Hanson, 1983).

Επίσης, το Ca παίζει ρυθμιστικό ρόλο σε διάφορες διαδικασίες που επιδρούν στη λειτουργία του κυττάρου και στη μετάδοση των ερεθισμάτων (Marme and Dieter, 1983; Ροοναiah, 1988). Το Ca έχει αναγνωρισθεί ως δευτερεύον αγγελιοφόρος (secondary messenger) σε πολλές κυτταρικές δραστηριότητες. Ένας δευτερεύον αγγελιοφόρος δρα σαν σύνδεσμος μεταξύ ενός πρωταρχικού εξωκυτταρικού ερεθίσματος και μιας ενδοκυτταρικής αντίδρασης. Το πρωταρχικό ερέθισμα μπορεί να είναι χημικό, ηλεκτρικό ή περιβαλλοντικό και το Ca δρα είτε στο πλασμαλήμμα, είτε στις εσωτερικές μεμβράνες, είτε στο κυτόπλασμα. Σε μερικές περιπτώσεις το πρωταρχικό ερέθισμα απαιτείται να δρα για αρκετό χρονικό διάστημα. Το πρωταρχικό ερέθισμα δρα αυξάνοντας τα επίπεδα του κυτοπλασματικού Ca. Η εξωκυττάρια συγκέντρωση Ca είναι 4-5 φορές υψηλότερη από την ενδοκυττάρια συγκέντρωσή του. Τοπικές αλλαγές στην κυτοπλασματική συγκέντρωση του Ca προκαλούνται από αλλαγές στη διαπερατότητα κάθε μεμβράνης. Έτσι, επιτρέπεται η κίνηση του Ca μέσα στο κυτόπλασμα, και η αύξηση ή μείωση της συγκέντρωσής του τοπικά. Τα σημεία εισόδου Ca είναι κυρίως μέσω πρωτεϊνικών-πόρων (channels Ca) που βρίσκονται στις μεμβράνες. Οι πρωτεϊνικοί-πόροι Ca ανενεργοποιούνται καθώς τα επίπεδα ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης Ca αυξάνουν. Μέσω των αντλιών μεταφοράς ιόντων Ca (αντλίες Ca: Ca^{2+} -ATPases), που βρίσκονται στις μεμβράνες, το Ca αντλείται από το κυτόπλασμα μέσα στα οργανίδια. Η δράση των αντλιών ρυθμίζεται από το Ca. Το Ca συνεχίζει να αντλείται μέσα στα οργανίδια μέχρι η συγκέντρωσή του στο κυτόπλασμα γίνει τόσο χαμηλή ώστε να μη μπορεί να ενεργοποιήσει τις αντλίες Ca (Allan and Trewavas, 1987).

Η αντίδραση του κυττάρου στις αλλαγές συγκέντρωσης Ca και επομένως στα πρωταρχικά ερεθίσματα εξαρτάται από τον τύπο του κυττάρου και το φυσιολογικό του στάδιο. Το πρωταρχικό ερέθισμα μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση του Ca αλλά και την ενδοκυτταρική κατανομή του. Τα διαφορετικά ερεθίσματα προκαλούν διαφορετικές αντιδράσεις στην κίνηση του Ca είτε λόγω διαφορετικών πρωτεϊνικών-

υποδοχέων (receptors) είτε λόγω διαφορών στον τρόπο δράσης των πρωτεϊνικών-υποδοχέων ή λόγω διαφορών στους μηχανισμούς μετακίνησης. Πολλά περιβαλλοντικά και ορμονικά ερεθίσματα (άγγιγμα, άνεμος, βαρύτητα, φως, κρύο, αυξίνη, γιββερυλικό οξύ, αμπισικό οξύ, άλατα) προκαλούν αλλαγές στο κυτοπλασματικό Ca και μπορούν να προκαλέσουν φυσιολογικές αντιδράσεις (Roonaiah and Reddy, 1993). Έτσι η επίδραση της περιβαλλοντικής και βιοτικής καταπόνησης μπορεί να ρυθμιστεί από το κυτοπλασματικό Ca. Πρόσφατες ενδείξεις αναφέρουν το ρόλο του Ca στον εγκλιματισμό των φυτών στο κρύο (Μονροϋ *et al.*, 1993). Το Ca λοιπόν είναι βέβαιο ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην αντίδραση του φυτού στις περιβαλλοντικές και βιοτικές καταπονήσεις.

Το κυτοπλασματικό Ca μπορεί να προκαλέσει μεταβολικές αντιδράσεις στο κύτταρο με δύο διαφορετικούς βασικούς τρόπους. Ο πρώτος είναι μέσω της ενδοκυτταρικής ηλεκτροφόρησης, μπορεί δηλαδή να μεταφέρει ηλεκτρικό φορτίο μέσα στο κύτταρο. Ο δεύτερος τρόπος, πιο γενικός, είναι διαμέσου πρωτεϊνικών-υποδοχέων Ca, δηλαδή πρωτεΐνες-υποδοχείς που δεσμεύουν το Ca (CaBP, Calcium-binding protein). Το σύμπλοκο αυτό (Ca^{2+} -CaBP) μπορεί να ευθύνεται άμεσα για φυσιολογικές αλλαγές στο κύτταρο ή μπορεί να δεσμεύεται με άλλες πρωτεΐνες και ένζυμα και να τα ενεργοποιεί. Η σημαντικότερη πρωτεΐνη-υποδοχέας Ca στα φυτικά κύτταρα φαίνεται να είναι η καλμοδουλίνη (calmodulin). Κάθε μόριο καλμοδουλίνης μπορεί να δεσμεύσει 4 άτομα Ca. Η καλμοδουλίνη ενεργοποιείται δεσμεύοντας το Ca και σχηματίζοντας σύμπλοκο. Το σύμπλοκο αυτό μπορεί να προκαλέσει πολλές άμεσες φυσιολογικές αντιδράσεις στο κύτταρο ρυθμίζοντας τις φωσφορυλιώσεις και τη δράση πολλών ενζύμων και πρωτεϊνών (Allan and Trewavas, 1987).

Το κυτοπλασματικό Ca ελαττώνεται είτε με την εκροή από την πλασματική μεμβράνη είτε με τη συσσώρευση μέσα στα οργανίδια. Υψηλά επίπεδα Ca έχουν μετρηθεί μέσα στο χυμοτόπιο, στα πλαστίδια και στα μιτοχόνδρια, στον πυρήνα και στο ενδοπλασματικό δίκτυο. Μέσα στα οργανίδια είτε δεσμεύεται με ανιόντα είτε δεσμεύεται στις μεμβράνες των οργανιδίων. Τα οργανίδια είναι αποθηκευτικοί χώροι για το Ca. Συσσωρεύουν Ca το οποίο διαφορετικά θα ήταν τοξικό για το κυτόπλασμα (Allan and Trewavas, 1987).

Το Ca μέσα στο κύτταρο διακρίνεται σε κυτοπλασματικό, αυτό που βρίσκεται στο κυτόπλασμα και ενδοοργανιδιακό, αυτό που βρίσκεται μέσα στα οργανίδια. Τα οργανίδια ρυθμίζοντας τη ροή του Ca προς το κυτόπλασμα, ρυθμίζουν γεγονότα του κυττάρου που εξαρτώνται από το Ca. Το ενδοοργανικό Ca ρυθμίζει ένζυμα που

βρίσκονται μέσα στα οργανίδια και δεσμευμένα εσωτερικά στις μεμβράνες των οργανιδίων. Το κυτοπλασματικό Ca ρυθμίζει ένζυμα δεσμευμένα εξωτερικά στις μεμβράνες οργανιδίων καθώς και στην εξωτερική μεμβράνη και άνω επιφάνεια της εσωτερικής μεμβράνης των μιτοχονδρίων. Για παράδειγμα η δραστηριότητα των ενζύμων κινάση πρωτεϊνών (protein kinase) στους χλωροπλάστες και αφυδρογονάση του NADH και κινάση του NAD στα μιτοχόνδρια, ρυθμίζονται από το κυτοπλασματικό Ca (Allan and Trewavas, 1987).

Για το σχηματισμό του NADP απαιτείται η φωσφορυλίωση του NAD μέσω της δράσης του ενζύμου κινάση του NAD. Το ένζυμο κινάση του NAD είναι το πρώτο ένζυμο που βρέθηκε ότι εξαρτάται από το Ca και την καλμοδουλίνη. Θεωρείται μάλιστα το πιο χαρακτηριστικό ένζυμο εξαρτώμενο από την καλμοδουλίνη.

Όταν αυξάνονται τα επίπεδα του κυτοπλασματικού Ca, ενεργοποιείται το ένζυμο κινάση του NAD και το NAD φωσφορυλιώνεται σε NADP. Συνεπώς, σε μεταβολικούς οδούς, όπως της γλυκόλυσης και του κύκλου TCA, όπου απαιτείται NAD και NADH, ο εφοδιασμός με NAD μειώνεται. Αντίθετα κατά τη βιοσύνθεση των φωσφορικών πεντοζών, των αμινοξέων και λιπαρών οξέων καθώς και στο φωτοσύστημα I (PSI) της φωτοσύνθεσης, όπου απαιτείται NADP και NADPH, ο εφοδιασμός με NADP αυξάνεται. Επομένως χαμηλές συγκεντρώσεις κυτοπλασματικού Ca ευνοούν μεταβολικούς οδούς, όπως της γλυκόλυσης και του κύκλου TCA. Ενώ, υψηλές συγκεντρώσεις ευνοούν τη βιοσύνθεση λιγνίνης, αρωματικών οξέων, λιπαρών οξέων, νουκλεϊνικών οξέων και αμινοξέων καθώς και τη φωτοσύνθεση (Allan and Trewavas, 1987).

1.5. Ρύθμιση ασβεστίου μέσα στο κύτταρο

Το κύτταρο ρυθμίζει τις συγκεντρώσεις Ca με τη διαπερατότητα της πλασματικής μεμβράνης μέσω των πρωτεϊνικών-πόρων (channels Ca), την IP₃ (Inositol 1,4,5-triphosphate) και IP₄ (Inositol 1,3,4,5-tetraphosphate), με την ανταλλαγή H⁺ και με τις αντλίες Ca.

Η διαπερατότητα του πλασμαλήμματος στο Ca είναι σχετικά χαμηλή. Αν και μπορεί να αλλάξει λόγω κάποιων ερεθισμάτων κατά τη διάρκεια κάποιων διεργασιών, στην κανονική της όμως κατάσταση η μεμβράνη δρα ως εμπόδιο για τη μεταφορά του Ca μέσα στο κυτόπλασμα. (Allan and Trewavas, 1987).

Στα κύτταρα γρήγορη κίνηση μεγάλων ποσοτήτων Ca μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ενεργοποίησης των πρωτεϊνικών-πόρων για το Ca, τα οποία βρίσκονται στην πλασματική μεμβράνη (Allan and Trewavas, 1987).

Η ορμονικά προκαλούμενη υδρόλυση της phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση της υδατοδιαλυτής IP₃ (Inositol 1,4,5-triphosphate) μέσα στο κυτόπλασμα. Η IP₃ προκαλεί γρήγορη απελευθέρωση του Ca από ενδοκυτταρικές αποθήκες Ca. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι η φωσφορυλίωση της IP₃ σε IP₄ (Inositol 1,3,4,5-tetraphosphate) ενεργοποιεί την είσοδο εξωκυτταρικού Ca μέσα στο κυτόπλασμα (Allan and Trewavas, 1987).

Η μεταφορά Ca μπορεί να γίνει με αντιμεταφορά H⁺. Στους χλωροπλάστες, η ροή H⁺ από το στρώμα μπορεί να προκαλέσει την εισροή Ca μέσω αντιμεταφοράς Ca²⁺/H⁺. Παρόμοιος μηχανισμός μεταφοράς Ca δρα και στα μιτοχόνδρια (Allan and Trewavas, 1987).

Οι αντλίες Ca (Ca²⁺ ATPases) βρίσκονται κύρια στο πλασμαλήμμα και στο ενδοπλασματικό δίκτυο. Οι αντλίες Ca του πλασμαλήμματος εξαρτώνται από την καλμοδουλίνη και άρα από το Ca. Όταν λοιπόν αυξάνεται η ενδοκυτταρική συγκέντρωση Ca αυξάνεται και η λειτουργία αυτών των αντλιών. Οι αντλίες Ca του ενδοπλασματικού δικτύου είναι εξαρτώμενες από το οξαλικό ιόν και μπορούν να είναι ενεργές και σε χαμηλή συγκέντρωση Ca (Allan and Trewavas, 1987).

1.6. Κίνηση του ασβεστίου

Πρόσληψη Ca. Η πρόσληψη Ca από τις ρίζες εξαρτάται από το ριζικό σύστημα (του δένδρου) και το περιβάλλον του ριζικού συστήματος. Ο συνολικός όγκος, η πυκνότητα, η αύξηση και δραστηριότητα του ριζικού συστήματος σε σχέση με τις απαιτήσεις του δένδρου και η εξάπλωσή του στο έδαφος, επηρεάζουν την απορρόφηση Ca από το εδαφικό διάλυμα (Atkinson and Wilson, 1980)

Τα ιόντα Ca στο εδαφοδιάλυμα κινούνται προς την ρίζα είτε με μαζική ροή είτε με διάχυση από υψηλότερες σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (Barber *et al.*, 1963). Η διαθέσιμη συγκέντρωση Ca στο εδαφοδιάλυμα είναι επαρκής όταν κυμαίνεται από 5 έως 40 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ εκτός και αν υπάρχει ανταγωνισμός ιόντων λόγω ανισόρροπης σύστασης του εδαφοδιαλύματος (Loneragen *et al.*, 1968). Κάποια ιόντα στο εδαφοδιάλυμα μπορούν να εμποδίσουν την πρόσληψη Ca, όπως NH_4^+ > K^+ > Mg^{2+} > Na^+ (Geraldson, 1971) και κάποια άλλα ιόντα μπορούν να ευνοήσουν την πρόσληψη Ca, όπως NO_3^- και HPO_4^{2-} ή H_2PO_4^- (Jakobsen, 1979; Kirkby and Knight, 1977). Αντικρουόμενα δεδομένα δεν δίνουν ενδείξεις αν η πρόσληψη Ca είναι ενεργητική ή παθητική. Το Ca μπαίνει στο φλοιό της ρίζας με διάχυση (Bangerth, 1979), ενώ όταν φτάσει στην ταινία Caspary στην ενδοδερμίδα κινείται συμπλαστικά. Τέλος στο χώρο του αγωγού ιστού, τα ιόντα Ca μπορούν να περάσουν στα αγγεία του ξυλώματος μέσω ενεργής έκκρισης (Biddulph, 1967) ή με παθητική ροή (Bowling, 1973).

Μετακίνηση Ca. Ο αγγειώδης ιστός θεωρείται η κύρια οδός μεταφοράς του Ca στο φυτό. Το Ca απορροφάται σε αρνητικά φορτισμένες θέσεις ανταλλαγής των τοιχωμάτων των αγγείων και κινείται προς τα πάνω λόγω διαπνοής με μια σειρά δράσεων ανταλλαγής. Η κινητικότητα Ca στα αγγεία προάγεται από την παρουσία δισθενών ιόντων, όπως το Mg, το οποίο επίσης απορροφάται στις θέσεις ανταλλαγής. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων δισθενών ιόντων, χηλικών συστατικών (EDTA), μηλικού ή κιτρικού οξέος αυξάνει το ρυθμό μετακίνησης του Ca (Millikan and Hanger, 1965, 1966; Shear and Faust, 1970). Το περισσότερο Ca βρίσκεται σε ιοντική μορφή στο χυμό των αγγείων (Ferguson and Bollard, 1976) ή μια ποσότητα Ca βρίσκεται σαν σύμπλοκο με κιτρικά και μηλικά ιόντα.

Συσώρευση Ca. Δεν φαίνεται να υπάρχει άμεση σχέση της εισροής Ca στο φυτό και της συσώρευσης του Ca στα φυτικά όργανα (Mix and Marrchner, 1976).

Υπάρχει αύξηση της συσσώρευσης Ca όταν αυξάνεται ο ρυθμός διαπνοής, ενώ νεαρά φύλλα συσσωρεύουν περισσότερο Ca από ότι παλαιότερα φύλλα (Stebbins and Dewey, 1972). Μείωση διαπνοής οδηγεί σε μείωση της συσσώρευσης Ca στα φύλλα (Gergely *et al.*, 1980; Stebbins and Dewey, 1972). Έτσι, κλιματικοί παράγοντες και έλλειψη νερού που προκαλούν μειωμένη εξατμισοδιαπνοή μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη Ca στα δένδρα. Αυτή η επίδραση είναι πιο έντονη και επιζήμια έως και 5 εβδομάδες μετά την άνθιση όταν ο καρπός της μηλιάς είναι στο στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης (Fallahi *et al.*, 1997).

Η κίνηση του Ca προς τον καρπό φαίνεται να γίνεται μέσω του φλοιώματος ενώ μέσα στον καρπό συμπεριφέρεται όπως στη κίνηση του στο ξύλωμα. Το σημείο που γίνεται η έκκριση Ca από το φλοιώμα στο ξύλωμα είναι το σημείο όπου εμφανίζεται η ζώνη ωρίμανσης, ένωσης του ποδίσκου με το φλοιό (Faust and Shear, 1973). Μελέτες των Faust and Klein (1974) δείχνουν ότι το Ca στον καρπό μετακινείται και στο φλοιώμα και στο ξύλωμα.

Βέβαια το Ca μπορεί να μετακινείται μέσω φλοιώματος στα φύλλα, τους καρπούς και το κορυφαίο μερίστωμα (Millikan and Hanger, 1964; Shear and Faust, 1970), όμως αυτό γίνεται σε πολύ μικρό ποσοστό γιατί είναι γνωστό ότι το Ca δύσκολα περνά στο φλοιώμα (Ferguson, 1979), και έχει μικρή διαλυτότητα και χαμηλή συγκέντρωση στο χυμό του φλοιώματος (Van Goor and Wiersma, 1974).

Στους καρπούς υπάρχουν δύο φάσεις συσσώρευσης Ca. Στην πρώτη φάση κατά τη διάρκεια των κυτταρικών διαιρέσεων παρατηρείται γρήγορη αύξηση της ποσότητας Ca. Στη δεύτερη φάση, της τάνυσης των κυττάρων, η πρόσληψη Ca συνεχίζεται με μικρότερο ρυθμό ή το Ca επιστρέφει πίσω στο δένδρο κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας (Smith, 1950). Οι Van der Boon *et al.* (1970) ανέφεραν ότι κατά τη βλαστική περίοδο σε ξηρές χρονιές 1-2mg Ca μπορούν να εξαχθούν από τον καρπό.

Οι νεαροί αναπτυσσόμενοι καρποί έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια, σχετικά διαπερατή επιδερμίδα, και υψηλό βαθμό διαπνοής. Επομένως έχουν μεγαλύτερη απαίτηση σε νερό και η πρόσληψη του Ca γίνεται κύρια από το ξύλωμα. Καθώς οι καρποί αναπτύσσονται, η διαπνοή, η φωτοσύνθεση και η αναλογία επιφάνειας προς όγκο μειώνονται. Τώρα ο καρπός λαμβάνει τις κυριότερες ποσότητες θρεπτικών συστατικών από τα φύλλα. Ο εφοδιασμός με νερό γίνεται από το φλοιώμα όπου το Ca είναι δυσκίνητο. Έτσι καθώς ο καρπός συνεχίζει να μεγαλώνει, η συγκέντρωση Ca μέσα στον καρπό μειώνεται (Bangerth and Link, 1972).

Ο καρπός συσσωρεύει το 90% του συνολικού Ca στις πρώτες 6 εβδομάδες αύξησης του (Quinlan, 1969). Τα επίπεδα Ca συνεχίζουν να αυξάνονται με βραδύ ρυθμό κατά την υπόλοιπη περίοδο έως τη συγκομιδή (Rogers and Batjer, 1954; Tromp, 1979; Van Gooi, 1971). Η πρόσληψη Ca στους καρπούς στο δεύτερο μισό της περιόδου αύξησης του γίνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας (Tromp, 1979). Κατά τη διάρκεια ζεστών, ηλιόλουστων ημερών όταν η διαπνοή αυξάνεται, η καταπόνηση νερού μπορεί να οδηγήσει σε έξοδο Ca από τον καρπό. Με βάση αυτό η συγκέντρωση Ca καθορίζεται από την εισαγωγή του μέσω του φλοιώματος τη νύχτα και την εξαγωγή του την ημέρα όταν το νερό βγαίνει από τον καρπό. Όταν η εκροή ξεπερνά –υπερβαίνει την εισροή Ca, τα επίπεδα του στον καρπό μειώνονται (Himelrick and McDuffie, 1983).

Κατανομή Ca. Καθώς το Ca συγκεντρώνεται σε ένα συγκεκριμένο ιστό, μεγάλο ποσοστό του γίνεται δυσκίνητο και ελάχιστη επαναμετακίνηση γίνεται μέσα στο φυτό. Τα όργανα με υψηλό ρυθμό μεταβολισμού, όπως οι καρποί και οι βλαστοί, εξαρτώνται από συνεχή εφοδιασμό Ca μέσω της ρίζας του φυτού. Έτσι όταν το Ca είναι δυσκίνητο στα φύλλα, η χρήση φυλλοδιαγνωστικής για τον προσδιορισμό φυσιολογικών ανωμαλιών είναι αναποτελεσματική (Drake *et al.*, 1974; Shear, 1972). Πράγματι, τα φύλλα μηλιάς περιέχουν περισσότερο Ca από ότι οι ιστοί των καρπών (Hanger, 1979).

Μέσα στον καρπό δημιουργούνται διαβαθμίσεις συγκέντρωσης Ca με υψηλότερα επίπεδα στο φλοιό, χαμηλότερα στη σάρκα και μέτρια επίπεδα στην περιοχή των γιγάρτων (Faust *et al.*, 1967; Kohl, 1966). Όταν τα επίπεδα Ca πέσουν κάτω από το κριτικό επίπεδο των 700 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ στον φλοιό (Drake *et al.*, 1974) και 200 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Mason *et al.*, 1975a; Milikan and Hanger, 1964) στη σάρκα, τότε είναι πιθανόν να αναπτυχθούν φυσιολογικές ανωμαλίες όπως πικρή κηλίδωση, φελλώδης κηλίδωση και εσωτερική κατάρρευση.

Καθώς τα φύλλα πέφτουν το φθινόπωρο πολύ λίγο Ca μετακινείται από τα φύλλα προς τον σκελετό του δένδρου και τις ρίζες, πράγμα που συμβαίνει έντονα με άλλα στοιχεία (Hill, 1980). Όμως το Ca που είναι αποθηκευμένο στο σκελετό του δένδρου συνεισφέρει το 20-25% από την ολική συγκέντρωση Ca των νέων βλαστών, φύλλων και καρπών (Martin, 1967).

Οι ρίζες αποτελούν το 17%, το ξύλο το 9%, ο φλοιός το 44%, τα φύλλα το 29% και οι καρποί το 1% της συνολικής ξηρής ουσίας του νεαρού δένδρου της μηλιάς, ενώ οι ρίζες περιέχουν το 18%, το ξύλο το 40%, ο φλοιός το 11%, τα φύλλα το 13%



και οι καρποί το 18% της συνολικής ποσότητας Ca στο δένδρο (Terblanche *et al.*, 1979). Οι απαιτήσεις σε Ca των γηραιότερων δένδρων είναι μεγαλύτερες από ότι των νεότερων.

Σε πυκνότητα 500 δένδρων ανά εκτάριο δείγματα όλων των τμημάτων των δένδρων περιείχαν 84 Kg/ha Ca ενώ συνολικά για τα υπόλοιπα στοιχεία N, P, K, Mg, S, Na και Cl περιείχαν 105 Kg/ha (Haynes and Goh, 1980). Το Ca λοιπόν είναι πολύ σημαντικό για τη θρέψη αλλά και τη φυσιολογία του φυτού με τις πολύπλευρες παρεμβολές του σε ποικίλες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτικού κυττάρου.

1.7. Ασβέστιο και ποιότητα

Είναι γνωστό ότι το Ca παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας των καρπών (Shear,1975; Bangerth,1979; Hopfinger and Poovaiah,1979; Arteca *et al.*,1980; Collier and Tibbitts,1982; Huber,1983). Διατηρεί τη σκληρότητα τους και καθυστερεί το χρόνο γήρανσης τους μετά τη συγκομιδή τροποποιώντας ενδοκυτταρικές και εξωκυτταρικές διεργασίες και περιορίζει την παραγωγή CO₂ και αιθυλενίου. Τα επίπεδα Ca συνδέονται με την ανθεκτικότητα των καρπών στις μετασυλλεκτικές ασθένειες και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών. Έτσι η συγκέντρωση Ca στον καρπό σχετίζεται με την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης, της εσωτερικής κατάρρευσης, των σήψεων, του υδατώδους πυρήνα και του επιφανειακού εγκαύματος των καρπών.

Η αποδόμηση (ενζυμική υδρόλυση) του κυτταρικού τοιχώματος έχει ως αποτέλεσμα οι καρποί να μαλακώνουν (Diehl and Hamann,1979). Το Ca καθυστερεί την αποδόμηση των πολυμερών του κυτταρικού τοιχώματος και συνεπώς καθυστερεί τη διαδικασία μαλακώματος του καρπού (Sams and Conway,1984). Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στη δύναμη συγκράτησης μεταξύ των κυττάρων. Καρποί που εμβαπτίστηκαν με Ca, μετά την αποθήκευσή τους για αρκετούς μήνες, διατήρησαν την σκληρότητά τους και την επαφή μεταξύ των κυττάρων τους καλύτερα από τους μη εμβαπτισθέντες καρπούς οι οποίοι μαλάκωσαν (Poovaiah *et al.*, 1988). Ανάλογα με τα επίπεδα Ca στον καρπό επηρεάζεται και ο ρυθμός με τον οποίο μαλακώνει ο καρπός (Fallahi *et al.*,1987; Lidster and Porritt,1978; Mason *et al.*, 1975b; Poovaiah,1988).

Μελέτες σχετικές με την ωρίμανση των καρπών (Tingwa and Young, 1974; Suwwan and Poovaiah, 1978) δείχνουν ότι ο ρυθμός γήρανσης εξαρτάται από τα επίπεδα Ca στους ιστούς. Όταν τα επίπεδα Ca αυξάνουν διάφοροι παράμετροι γήρανσης αλλάζουν όπως ο ρυθμός αναπνοής (Faust and Shear, 1972; Bangerth *et al.*, 1972), η περιεκτικότητα πρωτεϊνών και χλωροφύλλης (Poovaiah and Leopold, 1973) και η ρευστότητα των μεμβρανών (Paliyath *et al.*, 1984).

Καρποί με υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης Ca είναι λιγότερο ευάλωτοι σε μετασυλλεκτικές προσβολές από παθογόνα. Στην Ευρώπη μετασυλλεκτικές σήψεις στα μήλα έχουν αναφερθεί από τα παθογόνα *Alternaria* spp., *Glomerella cingulata* (πικρή σήψη), *Botryosphaeria obtusa* (μαύρη σήψη), *Penicillium expansum* (κυανή

σήψη), *Monilinia fructigena* (φαιά σήψη), *Pezicula alba*, *Pezicula malicorticis*, *Botryotinia fuckeliana* (τεφρά σήψη), *Trichothecium roseum* και *Phytophthora cactorum* και *Phytophthora syringae*. Για τη μείωση των μετασυλλεκτικών απωλειών από σήψεις θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην καθαριότητα του οπωρώνα, στον προσεχτικό χειρισμό των καρπών (για να αποφεύγονται οι πληγές) και τα αυστηρά μέτρα υγιεινής κατά τη συλλογή, μεταφορά, διαλογή, τυποποίηση και συσκευασία των καρπών. Απαραίτητη είναι η απομάκρυνση των προσβεβλημένων ή πληγωμένων καρπών για να μην αποτελούν πηγή μόλυνσης για τους υγιείς καρπούς. Η συντήρηση των καρπών θα πρέπει να γίνεται σε καθαρές (αν είναι επαναχρησιμοποιούμενες) συσκευασίες συντήρησης και πώλησης και σε καθαρούς θαλάμους συντήρησης με σταθερή θερμοκρασία και σχετική υγρασία. Τέλος για τη μείωση των μετασυλλεκτικών απωλειών από σήψεις γίνονται προσυλλεκτικές και μετασυλλεκτικές εφαρμογές μυκητοκτόνων (Snowdon, 1990).

Η πικρή κηλίδωση του μήλου είναι μία φυσιολογική δυσλειτουργία που οφείλεται στη χαμηλή συγκέντρωση Ca στον καρπό (DeLong, 1936; Garman and Mathis, 1956). Οι Smock και Van Doren (1937) περιέγραψαν πρώτοι τα συμπτώματα πικρής κηλίδωσης και ανέφεραν ότι οι κυτταρικές μεμβράνες των προσβεβλημένων τμημάτων του καρπού καταρρέουν, ακολουθεί πλασμόλυση και δημιουργία κοιλοτήτων φελλού.

Και άλλα θρεπτικά στοιχεία, όπως το Mg και K, συνδέονται με την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης στα μήλα (Faust and Shear, 1968). Η επίδραση των στοιχείων αυτών οφείλεται κυρίως στη συνεργιστική ή ανταγωνιστική τους επίδραση με το Ca. Όταν μήλα (Golden Delicious) εμβαπτίστηκαν σε Mg εμφάνισαν σοβαρά συμπτώματα πικρής κηλίδωσης λόγω υψηλής αναλογίας Mg/ Ca (Fallahi *et al.*, 1987). Το Ca και το Mg αλληλοανταλάσσονται (Ferguson and Watkins, 1981a, 1981b) και το Mg μειώνει την πρόσληψη του Ca μέσα στον καρπό (Ferguson and Watkins, 1981b). Καρποί με έλλειψη Ca έχουν λιγότερο Ca και σχετικά υψηλότερα επίπεδα Mg και K (Sharples, 1967).

Καλλιεργητικές πρακτικές που διεγείρουν την αύξηση της βλάστησης όπως η αζωτούχος λίπανση έχουν ως αποτέλεσμα το Ca να συσσωρεύεται κύρια στα φύλλα παρά στους ιστούς των καρπών. Έτσι, υψηλή αζωτούχος λίπανση αυξάνει την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης στα μήλα (Faust and Shear, 1968). Τα δένδρα που εφοδιάζονται με N αμμωνιακής μορφής είναι πιο ευαίσθητα στην πικρή κηλίδωση

από ότι αυτά με νιτρικό N (Martin *et al.*, 1970). Επίσης, το B έχει συνδυασθεί με το Ca και τη μείωση εμφάνισης της πικρής κηλίδωσης (Faust and Shear, 1968).

Τα επίπεδα συγκέντρωσης Ca στον καρπό είναι πιο ενδεικτικά για την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης σε σχέση με τα επίπεδα συγκέντρωσης Ca στα φύλλα (Askew *et al.*, 1960; Fallahi *et al.*, 1985a, 1985b). Η ανάλυση φύλλων είναι περισσότερο χρήσιμη για την εκτίμηση της θρεπτικής κατάστασης του δένδρου. Η ανάλυση καρπών είναι πιο χρήσιμη για την εκτίμηση της ποιότητας (Fallahi *et al.*, 1985b; Sharples, 1980) και των μετασυλλεκτικών δυσλειτουργιών που θα εμφανιστούν στους καρπούς (Bramlage *et al.*, 1980; Sharples, 1980) με την ανάλυση καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή. Επίσης, οι αναλογίες N/Ca, (K+Mg)/Ca στους καρπούς θεωρούνται πιο ενδεικτικές για την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης από ότι τα επίπεδα Ca μόνα τους (Swietlik and Faust, 1984).

Το επιφανειακό έγκαυμα είναι μια αβιοτική ασθένεια των μήλων που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια ή μετά τη συντήρηση. Το κύριο σύμπτωμα είναι ακανόνιστες καφετί περιοχές νεκρής επιδερμίδας. Η ευαισθησία των μήλων στο επιφανειακό έγκαυμα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η ποικιλία, ο βαθμός ωριμότητας στη συγκομιδή και οι συνθήκες αποθήκευσης (Ingle and D'Souza, 1989, Lau, 1990, Sfakiotakis *et al.*, 1993, Barden and Bramlage, 1994). Η ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος σχετίζεται με τη συσσώρευση δεσμευμένων τριενίων που είναι προϊόντα οξειδωσης του α-φαρνεζίνης. Υψηλή συγκέντρωση φυσικών αντιοξειδωτικών στο φλοιό των καρπών μπορεί να ελαττώσει την ανάπτυξη του επιφανειακού εγκαύματος (Anet, 1974, Meir and Bramlage, 1988, Gallerani *et al.*, 1990, Manseka and Vasilakakis, 1993). Σύμφωνα με τον Watkins *et al.* (1995) το επιφανειακό έγκαυμα στα 'Granny Smith' μήλα εμφανίζεται σαν τυπική ζημιά από παγετό. Παράγοντες που μειώνουν την ζημιά από παγετό μειώνουν την εμφάνιση του επιφανειακού εγκαύματος. Οι ώρες που εκτίθενται οι καρποί σε θερμοκρασίες κάτω των 10° C πριν τη συγκομιδή σχετίζονται με τη μείωση ευαισθησίας από το επιφανειακό έγκαυμα των μήλων 'Stayman' (Merritt *et al.*, 1961). Μήλα 'Granny Smith' που ωριμάζουν κάτω από θερμές καιρικές συνθήκες είναι πιο ευαίσθητα στο επιφανειακό έγκαυμα από ότι μήλα που ωριμάζουν κάτω από ψυχρές συνθήκες (Little and Taylor, 1981) και το επιφανειακό έγκαυμα φαίνεται ότι συσχετίζεται με τη συγκέντρωση Ca στον καρπό.

Είναι επομένως προφανές ότι το Ca παίζει σημαντικό ρόλο στην αρχική ποιότητα και στην ποιότητα μετά τη συντήρηση των μήλων. Η δυσκινησία του Ca

μέσα στο φυτό απαιτεί πολλές φορές την επιπλέον εφαρμογή του από εδάφους, με διαφυλλικούς ψεκασμούς ή και με μετασυλλεκτική εμβάπτιση των καρπών.

1.8. Εφαρμογή ασβεστίου

Όπως προαναφέρθηκε, η έλλειψη Ca στον καρπό λόγω της μικρής πρόσληψης του και της περιορισμένης διανομής του προκαλεί την υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών και μετασυλλεκτικών ασθενειών.

Διάφορες μέθοδοι για την αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στους καρπούς έχουν διερευνηθεί. Η λίπανση και η πρακτική της ασβέστωσης των εδαφών φαίνεται να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος. Πολλές όμως σύνθετες περιβαλλοντικές και φυσιολογικές επιδράσεις επηρεάζουν την πρόσληψη του Ca και τη διανομή του. Η αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στον καρπό με εφαρμογές Ca από το έδαφος είναι εξαιρετικά δύσκολη λόγω της περιορισμένης μετακίνησης του Ca από τα φύλλα στον καρπό και της μικρής μετακίνησης μέσα στον καρπό (Swietlik and Faust, 1984). Γι' αυτό η πρακτική λίπανσης από εδάφους δεν δίνει πάντοτε τα καλύτερα αποτελέσματα για την επαρκή αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στους καρπούς παρόλο τα μακροχρόνια αποτελέσματά της (Bargerth, 1979).

Έχει αποδειχθεί ότι το δένδρο μπορεί να εφοδιάζει τον καρπό με το 85% της συνολικής του ανάγκης σε Ca, ενώ το υπόλοιπο 15% του συνολικού Ca που απαιτείται από τον καρπό μπορεί να δοθεί μέσω ψεκασμών (Swietlik and Faust, 1984).

Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca στον καρπό κατά την εποχή αύξησης του μπορούν να μειώσουν την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών και να βελτιώσουν την ποιότητά του. Οι Drake *et al.* (1979) αναφέρουν ότι διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca αύξησαν την περιεκτικότητα του Ca στα μήλα. Ψεκασμός δένδρων με CaCl_2 και ανάλυση καρπών μετά από 5 μήνες αποθήκευσης έδειξε ότι η συγκέντρωση Ca στο φλοιό του καρπού και στη σάρκα του, λίγο πιο κάτω από το φλοιό (1-4 mm), αυξήθηκε ενώ η αύξηση δεν ήταν σημαντική στην υπόλοιπη σάρκα (Biggs *et al.*, 1993). Πέντε ψεκασμοί με $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ή CaCl_2 μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα Ca κατά 1mg ανά 100g νωπού βάρους του μήλου (Swietlik and Faust, 1984). Σε πειράματα των Drake *et al.* (1979) με 5 ψεκασμούς CaCl_2 η αύξηση της συγκέντρωσης Ca στη σάρκα των καρπών, αφού αφαιρέθηκε ο φλοιός, ήταν 0,5mg ανά 100g νωπού βάρους του καρπού. Κατά τους ψεκασμούς Ca ο φλοιός συσσωρεύει περισσότερο Ca από ότι η σάρκα του καρπού. Ένας ψεκασμός πριν από τη συγκομιδή

με μεγάλη δόση CaCl_2 (8,4Kg/στρ.) αύξησε το Ca στα μήλα κατά 0,7-1mg ανά 100g ωπού βάρους (Swietlik and Faust, 1984).

Διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca προσυλλεκτικά μειώνουν την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης στα μήλα (Baxter, 1960; Bramlage *et al.*, 1985; Garman and Mathis, 1956), μειώνουν τον υδατώδη πυρήνα (Beyers, 1963; Fukuda, 1977; Sharples, 1980), μειώνουν τις μετασυλλεκτικές σήψεις (Sharples and Johnson, 1977), την εμφάνιση σήψης από *Alternaria* spp. (Biggs *et al.*, 1993), μειώνουν την εμφάνιση φελλώδους κηλίδωσης, αποδιοργάνωσης και επιφανειακού εγκαύματος στα μήλα (Swietlik and Faust, 1984).

Η ποσότητα Ca που προσλαμβάνεται από τον καρπό κατά τον ψεκασμό επηρεάζεται από τις συνθήκες αύξησης και ανάπτυξης του καρπού, από περιβαλλοντικούς παράγοντες, από την ωριμότητα του καρπού και την ποικιλία. Σύμφωνα με τους Glenn *et al* (1985) η αύξηση της περιεκτικότητας του Ca στα μήλα ποικίλλει από χρονιά σε χρονιά και εξαρτάται από τις συνθήκες αύξησης. Για την αύξηση του Ca στους καρπούς με ψεκασμό θα πρέπει το Ca να διαπεράσει άμεσα τον καρπό και τα σταγονίδια του ψεκαστικού να εφαρμόζονται κύρια στον καρπό.

Κατά τον ψεκασμό το Ca εισέρχεται πρωταρχικά μέσω των φακιδίων (Betts and Bramlage, 1977). Η ανάπτυξη σχισμών στην κηρώδη επιδερμίδα του κατά τα τελευταία στάδια της αυξητικής περιόδου του καρπού παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόσληψη Ca από τον καρπό. Σχισμές στην επιδερμίδα μπορούν να αποτελέσουν είσοδο ιδίως σε καρπούς που συγκομίζονται αργά (Clements, 1935).

Εφαρμογή B σε μηλιές που είχαν χαμηλό B έδειξε ότι αύξησε την κινητικότητα του Ca στα δένδρα. Ψεκασμοί B μπορούν να επιδράσουν στη θρέψη του καρπού με Ca, θα πρέπει όμως το δένδρο να παρουσιάζει έλλειψη B. Όταν το B ήταν ανεπαρκές, οι ψεκασμοί B αύξησαν τα επίπεδα Ca στους καρπούς. Ο εφοδιασμός, λοιπόν, με B τη στιγμή της μεγαλύτερης απαίτησης του καρπού για Ca είναι πολύ σημαντικός ώστε η συγκέντρωση Ca στον καρπό κατά τη συγκομιδή να είναι επαρκής (Swietlik and Faust, 1984).

Στους ψεκασμούς Ca κύρια χρησιμοποιούνται σκευάσματα χλωριούχου ασβεστίου το οποίο όμως σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να προκαλέσει κάψιμο του φύλλου και ζημιά στον καρπό. Επίσης, έχει μικρή συνδυαστικότητα με άλλα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα. Το νιτρικό ασβέστιο επίσης χρησιμοποιείται αλλά είναι πιο πιθανό να προκαλέσει ζημιά στους καρπούς από ότι το χλωριούχο ασβέστιο. Η εφαρμογή του δεν βελτιώνει το πράσινο χρώμα των μήλων και μπορεί να

προκαλέσει θολό χρώμα στα κόκκινα μήλα. Διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειικό ασβέστιο μπορεί να αυξήσουν την πικρή κηλίδωση και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται. Σύμπλοκα οργανικά και χημικές ενώσεις που περιείχαν Ca δεν είναι πιο αποτελεσματικά από το χλωριούχο ασβέστιο. Τα CaCl_2 ή νιτρικό ασβέστιο δεν πρέπει να εφαρμόζονται με συνθήκες ξηρασίας ή σε θερμοκρασίες άνω των 26-29° C. Πέντε με οκτώ εφαρμογές CaCl_2 κατά περιοδικά διαστήματα από αρχές Ιουνίου (Μάιο για τις ελληνικές συνθήκες) μέχρι Αύγουστο μπορεί να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο ανάπτυξης πικρής κηλίδωσης. Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από την ποικιλία, την τοποθεσία που βρίσκεται ο οπωρώνας και την περίοδο αύξησης (Anonymous, 1998).

Μετασυλλεκτικές εμβαπτίσεις (υπό κενό ή υπό πίεση) σε διάλυμα CaCl_2 είναι αποτελεσματικές στην αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στους ιστούς των καρπών (Scott and Wills, 1977; Roovaiah, 1980; Roovaiah and Moulton, 1982; Paliyath *et al.*, 1984). Οι εμβαπτίσεις των καρπών σε Ca αυξάνουν τη συγκέντρωση Ca στους ιστούς των καρπών και μειώνουν τις φυσιολογικές δυσλειτουργίες που σχετίζονται με το Ca (Scott and Wills, 1977). Εμβάπτιση καρπών σε διάλυμα CaCl_2 μειώνει την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης (Fallahi *et al.*, 1987), την εμφάνιση του υδατώδους πυρήνα (Bangerth, 1973), τη σήψη από *Alternaria* spp (Biggs *et al.*, 1993) από *P. expansum* (Conway *et al.* 1994) και καθυστερεί το μαλάκωμα των καρπών (Fallahi *et al.*, 1987; Roovaiah *et al.*, 1988). Όμως αυτή η μετασυλλεκτική εμβάπτιση δημιουργεί προβλήματα όπως κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό και υπολείμματα Ca στην επιφάνεια του καρπού συχνά αρνητικά για τον καταναλωτή.

Έτσι, είναι φανερό ότι αρκετές μέθοδοι πιο εύκολα ή πιο δύσκολα εφαρμοζόμενες στα μήλα είναι αποτελεσματικές στην αύξηση της συγκέντρωσης Ca στον καρπό και αντίστοιχα στη μείωση των μετασυλλεκτικών προβλημάτων που σχετίζονται με το χαμηλό Ca. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν μέθοδοι εφαρμογής Ca, που είτε χρησιμοποιούνται κλασικά στην περιοχή Ζαγοράς είτε είναι πρωτοποριακοί για τα Ελληνικά δεδομένα, και η αποτελεσματικότητά τους στην ποιότητα του καρπού.

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα διεξήχθη κατά τη βλαστική περίοδο του 2000 στην περιοχή της Ζαγοράς, σε μηλεώνες που βρίσκονται σε 700m υψόμετρο και σε απόσταση 30Km από το Βόλο (περιοχή «Κοντού»). Οι μηλεώνες της περιοχής αυτής λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της έχουν ενταχθεί σε πιλοτικό πρόγραμμα ολοκληρωμένης παραγωγής μήλων με τη συνεργασία ποικίλων φορέων συμπεριλαμβανομένου και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και φορέα υλοποίησης το Συνεταιρισμό Ζαγοράς.

2.1. Πειραματικό Υλικό – Πειραματικοί αγροί

Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ποικιλίας Starking Delicious, ηλικίας τουλάχιστον 40 ετών, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο εξαιρετικά μεγάλου μεγέθους (άνω των 6 μέτρων ύψος). Τα περισσότερα από αυτά ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενα φικριάς απευθείας ή με ενδιάμεσο από αλλαγή ποικιλίας τις παλιές ποικιλίες Renette du Canada, Σκιούπια ή Μπελφόρ.

Οι μηλεώνες στους οποίους διεξήχθη το πείραμα ανήκουν σε δύο καλλιεργητές (Νίκος Λιάτσικος-(μηλεώνας Α) και Σπύρος Λιάτσικος-(μηλεώνας Β)) και καλλιεργούνταν επί σειρά ετών με τον ίδιο τρόπο και τα έτη 1999 και 2000 βάσει κανόνων της ολοκληρωμένης παραγωγής.

2.2. Μεταχειρίσεις

Οι δύο μηλεώνες δέχτηκαν τις ίδιες μεταχειρίσεις (πλήρης άνθιση στην περιοχή 20/4/2002), οι οποίες ήταν:

α. Μεταχείριση Ca + N

Ασβέστιο εφαρμόστηκε από εδάφους σε μορφή σβησμένου ασβέστη (σκόνη) (20 kg/δένδρο CaO) και προσθήκη 1 Kg/δένδρο Νίτρο Νορβηγίας (15,5%N + 19%Ca) στις 10/4/2000 και 1 Kg/δένδρο Νίτρο Νορβηγίας στις 1/6/2000.

β. Μεταχείριση Ca – N

Ασβέστιο εφαρμόστηκε από εδάφους σε μορφή σβησμένου ασβέστη (σκόνη) (20 kg/ δένδρο CaO) χωρίς προσθήκη Νίτρου Νορβηγίας ή άλλης μορφής αζωτούχου λιπάσματος.

γ. Μεταχείριση Λιθόθαμνος

Ασβέστιο εφαρμόστηκε από εδάφους σαν λιθόθαμνος ($80\%CaCO_3$ ή $42,5\%CaO, +7\%MgCO_3$ ή $3\%MgO$ + ποικίλα ιχνοστοιχεία) ως εξής: 3 Kg/δένδρο Λιθόθαμνου στις 13/4/2000.

δ. Μεταχείριση $CaCl_2$

Έγιναν 2 εφαρμογές Νίτρου Νορβηγίας ($15,5\%N + 19\%Ca$) από 1Kg/δένδρο στις 10/4/2000 και 1/6/2000 και 5 ψεκασμοί με $0,4\% CaCl_2$ ($37\% Ca$) σε ποσότητα 800g σκευάσματος σε 200L νερού στις 9/5/2000, 9/6/2000, 24/7/2000, 11/8/2000 και 7/9/2000.

ε. Μεταχείριση Set

Έγιναν τρεις ψεκασμοί με Set ($8\%Ca + 1\%B$) + Harvest Plus (πλήρες διαφυλλικό λίπασμα: $6,8\%N + 24\%P_2O_5 + 2,7\%K_2O + 1\%Mg + 0,4\%Mn + 2,7\%S + 0,4\%Fe + 0,4\%Zn + 0,13\%B + 650mg/LMo + 650mg/LCo$ + ενεργοποιητές ανάπτυξης) σε ποσότητα 1,5L και 0,25L αντίστοιχα στα 200L νερού με παράλληλες εφαρμογές (ριζοπότισμα) Nitroplus ($9\%N + 9\%Ca$) σε ποσότητα 1Kg/δένδρο στις 27/4/2000, 9/5/2000 και 9/6/2000. Έγινε επίσης ένας επιπλέον ψεκασμός με Set ($8\%Ca + 1\%B$) σε ποσότητα 1,5L στα 200L νερού με παράλληλη εφαρμογή (ριζοπότισμα) Nitroplus ($9\%N + 9\%Ca$) σε ποσότητα 1Kg/δένδρο στις 7/9/2000.

Κάθε μεταχείριση εφαρμόστηκε σε 3 δένδρα από κάθε μηλεώνα οπότε στο μηλεώνα Α υπήρχαν 3 δένδρα που δέχθηκαν τη μεταχείριση Ασβέστη και Άζωτο ($Ca + N$), 3 δένδρα που δέχθηκαν τη μεταχείριση Ασβέστη χωρίς Άζωτο ($Ca - N$), 3 δένδρα που δέχθηκαν τη μεταχείριση λιθόθαμνος, 3 δένδρα που δέχθηκαν τη μεταχείριση χλωριούχου ασβεστίου ($CaCl_2$) και 3 δένδρα που δέχθηκαν τη μεταχείριση Set (Set). Αντίστοιχα και στο μηλεώνα Β πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες εφαρμογές.

2.3. Δειγματοληψίες

Στις 28/7/2000 έγινε δειγματοληψία φύλλων και καρπών. Λήφθηκαν από κάθε δένδρο-επανάληψη κάθε μεταχείρισης 40 περίπου ώριμα φύλλα από το μέσο ετησίων (οδηγών) βλαστών και μη καρποφόρων αιχμών σε ύψος 2-5m περιφερειακά της κόμης του δένδρου. Επίσης από τα 3 δένδρα-επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης κόπηκαν 10 καρποί (3-4 καρποί/ δένδρο) σε ύψος 2-5m περιφερειακά της κόμης του δένδρου.

Στις 20/9/2000 (7 ημέρες πριν την εμπορική συγκομιδή) έγινε εκτίμηση της κατάστασης του δένδρου και δειγματοληψία καρπών. Από κάθε δένδρο-επανάληψη κάθε μεταχείρισης κόπηκαν 6 καρποί περιφερειακά της κόμης του δένδρου σε ύψος 2-4m.

Τα δείγματα τοποθετούνταν άμεσα σε σακούλες PE και μεταφέρονταν με φορητό ψυγείο από την περιοχή «Κοντού» Ζαγοράς στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Π.Θ., όπου και τοποθετούνταν σε ψυχοσυντήρηση (5° C) ώστε να επιβραδυνθούν όλες οι μεταβολικές διαδικασίες (διαπνοή, αναπνοή, φωτοσύνθεση) και έως ότου ολοκληρωθεί η διαδικασία των ζυγίσεων και μετρήσεων (συνήθως την ίδια ημέρα).

Στις 27/9/2000 (εμπορική συγκομιδή) έγινε επιπλέον δειγματοληψία καρπών. Λήφθηκαν από κάθε δένδρο-επανάληψη κάθε μεταχείρισης 10 καρποί περιφερειακά της κόμης του δένδρου σε ύψος 2-5m. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στα ψυγεία του Συνεταιρισμού Ζαγοράς, μπήκαν σε κλούβες και χωρίς καμιά συνήθη επεξεργασία-μεταχείριση (μυκητοκτόνα και αντιοξειδωτικά) τοποθετήθηκαν στη ψυχοσυντήρηση (0° C).

Στις 13/3/2001 τα δείγματα βγήκαν από τα ψυγεία του Συνεταιρισμού και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας για να ολοκληρωθεί η διαδικασία εκτίμησης της ποιότητας των καρπών μετά τη συντήρηση.

2.4. Αναλύσεις ποιότητας

2.4.1. Μέτρηση Σκληρότητας Σάρκας (20/9/00)

Η μέτρηση σκληρότητας σάρκας έγινε με πενετρόμετρο Effegi μοντέλο FT 327 με έμβολο διατομής 11mm.

2.4.2. Μέτρηση Διαλυτών Στερεών Συστατικών Σάρκας (20/9/00)

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών συστατικών χρησιμοποιήθηκε διαθλασίμετρο Atago N-IE (Atago, Japan).

2.4.3. Μετά τη ψυχοσυντήρηση (15/3/01)

Στις 13/3/01 τα συντηρημένα μήλα μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (20-22 ° C) για 2 ημέρες shelf life και κατόπιν εκτιμήθηκε η εμφάνιση πικρής στιγμάτωσης (0 όχι συμπτώματα, 1 ναι συμπτώματα), η εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος (EE) (0: όχι EE, 1: έως 25% επιφάνειας καρπού με EE, 2: 25-50%

επιφάνειας καρπού με ΕΕ, 3: 50-75% επιφάνειας καρπού με ΕΕ, 4 >75% επιφάνειας καρπού με ΕΕ) και η σκληρότητα σάρκας όπως αναφέρθηκε ανωτέρω.

2.5. Αναλύσεις ανόργανων στοιχείων

2.5.1. Προετοιμασία δείγματος

Τα δείγματα φύλλων και καρπών πλύθηκαν 3 φορές με νερό βρύσης και 2 φορές με απιονισμένο νερό. Από τα δείγματα των καρπών μετά τη μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας και των διαλυτών στερεών σάρκας, κόπηκε τυχαία και χρησιμοποιήθηκε για τις περαιτέρω αναλύσεις το ένα τεταρτημόριο του καρπού.

2.5.2. Μετρήσεις Βάρους

Κατ' αρχήν έγινε ζύγιση του νεπού βάρους των φύλλων και των καρπών σε ζυγό ακριβείας 2 δεκαδικών. Ακολούθως όλα τα δείγματα τοποθετημένα σε χάρτινη σακούλα με αναγραμμένα τα σχετικά σύμβολα, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα θερμοκρασίας 120° C για 3-4 ημέρες ώστε να γίνει η πλήρης αποξήρανση τους. Μετά την αποξήρανση, όλα τα δείγματα επαναζυγίστηκαν ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό ξηρού βάρους. Κατόπιν τα αποξηραμένα δείγματα τοποθετούνταν σε πλαστικό σακουλάκι και σφραγίζονταν ώστε να αποφευχθεί η επανύγραυσή τους.

2.5.3. Προετοιμασία αποξηραμένου δείγματος

Τα αποξηραμένα δείγματα φύλλων αλέσθηκαν σε εργαστηριακό μύλο. Τα αποξηραμένα δείγματα καρπών αλέσθηκαν σε γουδί έως ότου κονιορτοποιηθούν σε λεπτή σκόνη που διαπερνά κόσκινο 40 mesh. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστική σακούλα.

2.6. Προσδιορισμός Αζώτου

Ο προσδιορισμός του ολικού Αζώτου έγινε με τη μέθοδο Kjeldahl.

A. Υγρή καύση: Ζυγίστηκε 1g ξ.ο. δείγματος σε χαρτί ashless και μεταφέρθηκε σε φιάλη Kjeldahl. Προστέθηκαν 20mL 96% H₂SO₄ και καταλύτης (2 ταμπλέτες Kjeldahl (10g) (Hg + Se free)). Οι φιάλες Kjeldahl τοποθετήθηκαν στη συσκευή πέψης η οποία ήταν προθερμασμένη. Κατόπιν έγινε η καύση του δείγματος για 90min περίπου ώσπου να γίνει διαυγές σε θερμοκρασία 370° C.

Β. Απόσταξη: Μετά την υγρή καύση προστέθηκαν στη φιάλη Kjeldahl 50mL H₂O και τοποθετήθηκε στην υποδοχή της αποστακτικής συσκευής. Ακολούθως προστέθηκαν 70mL 30% NaOH (μέσω της συσκευής απόσταξης) και ξεκίνησε η απόσταξη για 4min. Η συλλογή του αποστάγματος έγινε σε κωνική φιάλη των 250 mL όπου είχαν προστεθεί 60 mL 2% H₃BO₃.

Γ. Τιτλοδότηση: Μετά την απόσταξη τιτλοδοτήθηκε το απόσταγμα με 0,1N H₂SO₄ με τη βοήθεια pHμέτρου (τελικό pH=4,65).

2.6.1. Παρασκευή των διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στον προσδιορισμό του αζώτου

- Διάλυμα 96% H₂SO₄: έτοιμο του εμπορίου.
- Καταλύτης: Ταμπλέτες Kjeldahl 5g ελεύθερες από Hg και Se.
- Διάλυμα 30% NaOH: 400g NaOH διαλύθηκαν σε 1L H₂O (2,4Kg NaOH σε 6L H₂O)
- Διάλυμα 2% H₃BO₃: 20g H₃BO₃ διαλύθηκαν σε 1L H₂O.
- H₂SO₄ 0,1N: αμπούλα H₂SO₄ διαλύθηκε σε 1L H₂O.

2.7. Προσδιορισμός Ανόργανων Θρεπτικών Στοιχείων

Οι αναλύσεις έγιναν στο Κ.Γ.Ε.Β.Ε. στα Εργαστήρια των Ινστιτούτων Εδαφολογίας και Λαχανοκομίας (Υπεύθυνος Ερευνητής Δημ. Γερασόπουλος). Ζυγίστηκε 1g ξ.ο. δείγματος και τοποθετήθηκε σε κάψα. Έγινε καύση των δειγμάτων στους 550° C (σε κλίβανο Nabertherm) για χρονικό διάστημα 24h περίπου. Η παραλαβή τέφρας έγινε ρίχνοντας λίγες σταγόνες απιονισμένο νερό για ύγρανση και 6mL HCl. Η κάψα τοποθετήθηκε σε θερμαινόμενο αμμόλουτρο μέχρι να ατμίζει (περίπου 1-2 min). Έπειτα το περιεχόμενο της κάψας αδειάστηκε σε πλαστική ογκομετρική φιάλη των 100mL με πλαστικό χωνάκι μέσα από διηθητικό χαρτί για φίλτρο. Επιπλέον η κάψα ξεπλύθηκε με απιονισμένο νερό 2-3 φορές αδειάζοντας κάθε φορά το υγρό στην ογκομετρική. Κατόπιν προστέθηκε νερό στην ογκομετρική έως τα 100mL. Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε πλαστικά μπουκαλάκια και αποθηκεύτηκε στο ψυγείο μέχρι τον προσδιορισμό των ανόργανων στοιχείων. Η ανάλυση της συγκέντρωσης για τα ανόργανα στοιχεία έγινε με τη μέθοδο φασματοφωτομετρίας Πλάσματος Αργού (ICP, inductive coupled plasma Ar) με το μοντέλο Optima 3000 (Perkin-Elmer, Conn., USA).

2.8. Στατιστική Ανάλυση

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε με το πρόγραμμα SPSS 10.0(Chicago,ΙΙ.)με δύο παράγοντες: το χωράφι και τις μεταχειρίσεις Ca. Η ελάχιστη σημαντική διαφορά υπολογίσθηκε για 5% παραλλακτικότητα και οι μέσοι όροι των μεταχειρίσεων διαχωρίστηκαν με Duncan's Multiple Range Test (αποτελέσματα στο κείμενο)

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Αποτελέσματα συγκέντρωσης ανόργανων στοιχείων

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση N στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο (Πίν.1). Η συγκέντρωση N στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.1).

Πίνακας 1. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη συγκέντρωση N, K και στη σχέση K/N στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς (δειγματοληψία Ιουλίου)(μηλεώνες: A: Νίκος Λιάτσικος, B: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	N (%)	K (%)	K/N
A	Ca+N	2,21	2,65	1,20
	Ca-N	2,13	2,72	1,28
	Λιθόθαμνος	2,22	2,23	1,01
	CaCl ₂	2,15	2,22	1,03
	Set	2,14	2,82	1,32
B	Ca+N	2,09	1,94	0,93
	Ca-N	2,06	1,66	0,81
	Λιθόθαμνος	2,10	1,87	0,89
	CaCl ₂	2,53	2,05	0,81
	Set	2,36	2,20	0,93
Σημαντικότητα				
Χωράφι		NS	***	***
Μεταχείριση		NS	*	*
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		0,273	0,467	0,219

Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο ήταν υψηλότερη στο χωράφι του Νίκου Λιάτσικου (μηλεώνας A) σε σχέση με το χωράφι του Σπύρου Λιάτσικου (μηλεώνας B) (Πίν.1). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N και Set. Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον

Ιούλιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.1). Συγκεκριμένα, φύλλα από τη μεταχείριση Set βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση K σε σχέση με τα φύλλα από τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνου και διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα A και πιθανόν να οφείλεται στην εύκολα αφομοιώσιμη, μικρή βέβαια ποσότητα, K που εφαρμόστηκε διαφυλλικά στη μεταχείριση Set.

Η αναλογία K/N σε φύλλα μηλιάς τον Ιούλιο ήταν μεγαλύτερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.1). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N και Set. Η αναλογία K/N στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.1). Συγκεκριμένα η αναλογία K/N σε φύλλα από τη μεταχείριση Set ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τα φύλλα από τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνου και διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα A και οφείλονταν στην υψηλή συγκέντρωση K στα φύλλα.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο (Πίν.2). Η συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.2).

Η συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο ήταν χαμηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.2). Η συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.2).

Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.2). Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.2).

Η συγκέντρωση B στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.2). Η συγκέντρωση B στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.2).

Πίνακας 2. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη συγκέντρωση Ca, Mg, P και B στην ξ.ο. φύλλων μηλιάς (δειγματοληψία Ιουλίου) (μηλεώνες: A: Νίκος Λιάτσικος, B: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	B ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
A	Ca+N	1,01	0,23	0,13	16,33
	Ca-N	0,90	0,21	0,13	16,67
	Λιθόθαμνος	0,93	0,21	0,14	16,33
	CaCl ₂	1,03	0,23	0,14	16,67
	Set	0,93	0,21	0,13	19,67
B	Ca+N	0,95	0,23	0,12	13,67
	Ca-N	0,91	0,25	0,12	13,00
	Λιθόθαμνος	0,89	0,23	0,13	14,33
	CaCl ₂	1,15	0,24	0,13	15,00
	Set	1,24	0,26	0,13	15,33
Σημαντικότητα					
Χωράφι		NS	*	**	**
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		0,297	0,056	0,016	3.909

Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.3). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca-N και Set. Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3). Συγκεκριμένα καρποί από τη μεταχείριση Set βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση K σε σχέση με τους καρπούς από τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνου, διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂ και Ca-N. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα A.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο (Πίν.3). Η συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε ακόμα να είναι παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3).

Πίνακας 3. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη συγκέντρωση K, Ca, Mg, P και B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς (δειγματοληψία Ιουλίου) (μηλεώνες: A: Νίκος Λιάτσικος, B: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	K (mg/100g DW)	Ca (mg/100g DW)	Mg (mg/100g DW)	P (mg/100g DW)	B (mg/100g DW)
A	Ca+N	837,4	46,0	52,3	56,5	1,5
	Ca-N	788,1	41,1	44,8	48,0	1,5
	Λιθόθαμνος	766,1	52,6	51,6	63,5	1,5
	CaCl ₂	737,9	66,1	54,6	68,0	1,0
	Set	907,4	66,2	62,7	80,0	1,3
B	Ca+N	753,0	47,1	48,1	62,0	1,0
	Ca-N	576,0	44,0	44,1	49,0	1,5
	Λιθόθαμνος	698,1	49,3	46,3	49,5	1,4
	CaCl ₂	754,5	57,6	49,4	62,5	1,3
	Set	778,8	47,1	52,0	62,5	1,4
Προστικότητα						
χώραφι		***	NS	NS	*	NS
μεταχείριση		**	NS	NS	**	NS
Δ. 0.05 χώραφι * μεταχείριση		87,71	30,43	15,12	15,51	0,79

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο (Πίν.3). Η συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3).

Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.3). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Set. Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3). Συγκεκριμένα καρποί από τη μεταχείριση Set βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση P σε σχέση με τους καρπούς από τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνου, Ca+N και Ca-N. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα A και πιθανόν οφείλεται στην εφαρμογή διαφυλλικά του Harvest Plus πλούσιου σε P για 3 φορές έως τότε.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο (Πίν.3). Η συγκέντρωση B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε ακόμη να είναι παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3).

Πίνακας 4. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη συγκέντρωση K, Ca, Mg, P και B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς (δειγματοληψία Σεπτεμβρίου) (μηλεώνες: A: Νίκος Λιάτσικος, B: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	K (mg/100g DW)	Ca (mg/100g DW)	Mg (mg/100g DW)	P (mg/100g DW)	B (mg/100g DW)
A	Ca+N	788,4	42,0	46,3	56,2	1,5
	Ca-N	716,1	28,6	41,4	45,0	1,5
	Λιθόθαμος	760,5	51,8	47,6	54,0	1,5
	CaCl ₂	689,0	47,5	45,4	53,8	1,4
	Set	798,4	52,3	47,1	55,0	1,4
B	Ca+N	601,5	52,1	38,7	43,3	1,4
	Ca-N	545,2	33,4	35,3	41,3	1,4
	Λιθόθαμος	645,9	48,1	40,3	52,7	1,6
	CaCl ₂	582,6	58,5	41,4	47,8	1,5
	Set	631,5	36,8	37,4	43,2	1,8
στατιστική						
χώραφι		***	NS	***	**	NS
μεταχείριση		**	*	NS	*	NS
Δ. 0,05 χώραφι * μεταχείριση		74,13	21,32	6,53	10,47	0,35

Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. καρπών μηλιάς του Σεπτεμβρίου ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.4). Η διαφορά αυτή βρέθηκε για όλες τις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση K στην ξ.ο. καρπών μηλιάς του Σεπτεμβρίου βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.4). Συγκεκριμένα καρποί από τις μεταχειρίσεις Set, Λιθόθαμος και Ca+N βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση K σε σχέση με τους καρπούς από τις μεταχειρίσεις διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂ και Ca-N. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα A.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο (Πίν.4). Αντίθετα, η συγκέντρωση Ca στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.4). Συγκεκριμένα καρποί από τις μεταχειρίσεις διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂, Λιθόθαμνου και Ca+N βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση Ca σε σχέση με τους καρπούς από τη μεταχείριση Ca-N. Στο μηλεώνα Α βρέθηκε να διαφέρει κύρια η μεταχείριση Λιθόθαμνου σε σχέση με τη μεταχείριση Ca-N και στο μηλεώνα Β βρέθηκε να διαφέρει κύρια η μεταχείριση διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂ σε σχέση με τη μεταχείριση Ca-N.

Η συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα Α σε σχέση με το μηλεώνα Β (Πίν.4). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N, Λιθόθαμνος και Set. Η συγκέντρωση Mg στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.4).

Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα Α σε σχέση με το μηλεώνα Β (Πίν.4). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N και Set. Η συγκέντρωση P στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.4). Συγκεκριμένα καρποί από τη μεταχείριση Λιθόθαμνου βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση P σε σχέση με τους καρπούς από τη μεταχείριση Ca-N. Στο μηλεώνα Α η ανωτέρω διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων ήταν υπαρκτή αλλά οριακή.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη συγκέντρωση B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο (Πίν.4). Η συγκέντρωση B στην ξ.ο. καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.4).

Η συγκέντρωση N στην ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν χαμηλότερη στο μηλεώνα Α σε σχέση με το μηλεώνα Β (Πίν.5). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τη μεταχείριση διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂. Η συγκέντρωση N στην ξ.ο. καρπών μηλιάς του Σεπτεμβρίου βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.5). Συγκεκριμένα καρποί από τη μεταχείριση διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂ βρέθηκαν να περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση N σε σχέση με τους καρπούς από τις μεταχειρίσεις Set και Ca-N. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα Β.

Πίνακας 5. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη συγκέντρωση N και τις σχέσεις N/Ca και (K+Mg)/Ca σε καρπούς μηλιάς (δειγματοληψία Σεπτεμβρίου) (μηλεώνες: A: Νίκος Λιάτσικος, B: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	N (mg/100g DW)	N/Ca	(K+Mg)/ Ca
A	Ca+N	0,32	8,00	21,29
	Ca-N	0,27	9,44	27,03
	Λιθόθαμνος	0,33	6,49	16,01
	CaCl ₂	0,31	7,14	17,04
	Set	0,31	6,78	18,22
	B	Ca+N	0,33	7,47
Ca-N		0,31	9,32	17,63
Λιθόθαμνος		0,35	7,79	14,86
CaCl ₂		0,40	8,01	12,50
Set		0,30	10,34	22,94
Σημαντικότητα				
Χωράφι		*	NS	*
Μεταχείριση		*	NS	**
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		0,063	3,155	6.398

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά την αναλογία N/Ca στους καρπούς μηλιάς το Σεπτεμβρίου (Πίν.5). Η αναλογία N/Ca στους καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.5).

Η αναλογία (K+Mg)/Ca στους καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν υψηλότερη στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B (Πίν.5). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N και Ca-N. Η αναλογία (K+Mg)/Ca στους καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.5). Συγκεκριμένα η αναλογία (K+Mg)/Ca σε καρπούς από τις μεταχειρίσεις Ca-N και Set ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνου και διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂. Στο μηλεώνα A βρέθηκε κύρια η διαφορά της μεταχείρισης Ca-N σε σχέση με τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνος και διαφυλλικής εφαρμογής CaCl₂. Στο μηλεώνα B

βρέθηκε κύρια η διαφορά της μεταχείρισης Set σε σχέση με τις μεταχειρίσεις Λιθόθαμνος και διαφυλλικής εφαρμογής CaCl_2 .

3.2. Αποτελέσματα φυσιολογίας και ποιότητας

Η % ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο ήταν χαμηλότερη στο μηλεώνα Α σε σχέση με το μηλεώνα Β (Πίν.6). Η διαφορά αυτή βρέθηκε κύρια για τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N και Λιθόθαμνος. Η % ξ.ο. φύλλων μηλιάς τον Ιούλιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.6). Συγκεκριμένα η % ξ.ο. σε φύλλα από τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N και Λιθόθαμνου ήταν μεγαλύτερη σε σχέση την % ξ.ο. σε φύλλα από τη μεταχείριση Set. Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλεώνα Β.

Πίνακας 6. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στο ποσοστό ξ.ο. φύλλων τον Ιούλιο και καρπών το Σεπτέμβριο (μηλεώνες: Α: Νίκος Λιάτσικος, Β: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	% Ξηρά	% Ξηρά
		ουσία φύλλων	ουσία φρούτων
A	Ca+N	34,8	13,1
	Ca-N	34,4	14,4
	Λιθόθαμνος	35,2	13,0
	CaCl_2	35,8	14,5
	Set	33,6	13,7
B	Ca+N	37,1	14,9
	Ca-N	38,6	14,6
	Λιθόθαμνος	37,2	14,4
	CaCl_2	34,7	13,9
	Set	34,4	15,7
Σημαντικότητα			
Χωράφι		***	*
Μεταχείριση		**	NS
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		1,87	2,43

Η % ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν χαμηλότερη στο μηλεώνα Α σε σχέση με το μηλεώνα Β (Πίν.6). Η % ξ.ο. καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.6).

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά το νωπό βάρος καρπών μηλιάς του Σεπτεμβρίου (Πίν.7). Το νωπό βάρος καρπών μηλιάς τον Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοιο και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.7).

Πίνακας 7. Επίδραση του μηλεώνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στο νωπό βάρος ανά καρπό, σκληρότητα σάρκας και διαλυτά στερεά συστατικά καρπών μηλιάς (δειγματοληψία 20/9/02) (μηλεώνες: Α: Νίκος Λιάτσικος, Β: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Νωπό βάρος (g) / καρπό	Σκληρότητα σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)
Α	Ca+N	153,1	80,4	10.7
	Ca-N	167,4	81,5	11.2
	Λιθόθαμνος	142,7	82,5	10.9
	CaCl ₂	162,3	83,4	11.7
	Set	140,6	82,1	10.7
Β	Ca+N	157.9	82,5	12.8
	Ca-N	173,4	80,3	12,7
	Λιθόθαμνος	159,2	82,7	13.6
	CaCl ₂	164,6	82,4	12.1
	Set	146,4	84,9	13.4
Σημαντικότητα				
Χωράφι		NS	NS	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		35,19	4,94	1,28

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη σκληρότητα σάρκας των καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο (Πίν.7). Η σκληρότητα σάρκας των καρπών μηλιάς το Σεπτέμβριο βρέθηκε παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.7).

Τα διαλυτά στερεά συστατικά (Δ.Σ.Σ.) σε καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο ήταν χαμηλότερα στο μηλέωνα Α σε σχέση με το μηλέωνα Β, όπως και η ξηρά ουσία (%) των καρπών (Πίν.7). Τα Δ.Σ.Σ. σε καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο βρέθηκαν παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.7).

Πίνακας 8. Επίδραση του μηλέωνα και μεθόδου εφαρμογής Ca στη σκληρότητα σάρκας και εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος σε καρπούς μηλιάς μετά από ψυχοσυντήρηση 167 ημ. και 2 ημ. διατήρηση στο ράφι(μηλεώνες: Α: Νίκος Λιάτσικος, Β: Σπύρος Λιάτσικος)

ΜΗΛΕΩΝΑΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Σκληρότητα σάρκας (N)	Επιφανειακό έγκαυμα (0-4)
A	Ca+N	51,40	3.00
	Ca-N	46,60	3.00
	Λιθόθαμνος	46,80	3,30
	CaCl ₂	46,30	2.30
	Set	45,40	2.30
B	Ca+N	47,70	2.20
	Ca-N	54.30	2.30
	Λιθόθαμνος	51,80	2,50
	CaCl ₂	46,80	2.50
	Set	44.20	2.60
Σημαντικότητα			
Χωράφι		NS	NS
Μεταχείριση		*	NS
Ε.Σ.Δ. 0.05 χωράφι * μεταχείριση		5,81	1,48

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά τη σκληρότητα σάρκας σε καρπούς μηλιάς το Μάρτιο (ύστερα από 167 ημέρες ψυχοσυντήρησης και 2 ημέρες shelf-life)(Πίν.8). Η σκληρότητα σάρκας σε καρπούς μηλιάς τον Μάρτιο βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.8). Συγκεκριμένα η σκληρότητα σάρκας καρπών από τις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N και Λιθόθαμνου ήταν μεγαλύτερη

σε σχέση την σκληρότητα σάρκας καρπών από τη μεταχείριση Set . Αυτή η διαφορά βρέθηκε κύρια στο μηλέωνα Β.

Δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των δύο μηλεώνων όσο αφορά την εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος (Scald) σε καρπούς μηλιάς το Μάρτιο (Πίν.8). Η εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος σε καρπούς μηλιάς το Μάρτιο βρέθηκε ακόμα να είναι παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.8).

Τέλος πικρή στιγμάτωση δεν παρατηρήθηκε σε κανένα μήλο για κάθε χωράφι και μεταχείριση. Επίσης βρέθηκαν μόνο τρία μήλα με ανάπτυξη μυκήτων και σήψη σε όλους τους καρπούς που μετρήθηκαν το Μάρτιο. Αυτές οι σήψεις οφείλονταν στον μύκητα *Botrytis cinerea*.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η υψηλότερη συγκέντρωση Β στα φύλλα τον Ιούλιο του οπωρώνα του Νίκου Λιάτσικου (μηλεώνας Α) σε σχέση με τον οπωρώνα του Σπύρου Λιάτσικου (μηλεώνας Β) φάνηκε να επιδρά θετικά στη συγκέντρωση του Κ και Ρ, καθώς είναι γνωστό ότι βοηθά την κινητικότητά τους. Οι Στυλιανίδης κ.α. (1995) ανέφεραν ότι χορήγηση δύο μονάδων καλιούχου λιπάσματος ανά δένδρο μηλιάς είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης Β κατά $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ στα φύλλα. Αντίθετα οι Ballinger *et al.* (1966) ανέφεραν ότι υπάρχει ανταγωνιστική σχέση μεταξύ του Β και Κ. Οι Fallahi *et al.* (1988) βρήκαν ότι όταν η συγκέντρωση Β μειώθηκε στα φύλλα (μετρήσεις σε διαφορετικές χρονιές), η συγκέντρωση Κ δεν τροποποιήθηκε, ενώ η συγκέντρωση Ρ αυξήθηκε. Η υψηλότερη συγκέντρωση Β στα φύλλα τον Ιούλιο του μηλεώνα Α σε σχέση με τον μηλεώνα Β δεν επηρέασε την συγκέντρωση του Ca αλλά και του Mg. Αντίθετα οι Swietlik and Faust (1984) ανέφεραν ότι το Β αυξάνει την κινητικότητα του Ca στο δένδρο. Επομένως δεν είναι ακόμα ευκρινές αν το Β με τη γνωστή του δράση στην κινητικότητα των υπόλοιπων στοιχείων σχετίζεται τελικά με αυτά.

Όσον αφορά τις ιδιότητες του εδάφους και την επίδραση του στη θρέψη του δένδρου, οι αναλύσεις εδάφους που έγιναν στα πλαίσια του προγράμματος Ε.Π.Ε.Ρ. (τελική έκθεση προς στην Γ.Γ.Ε.Τ., 2001) από το ΙΧΤΕΛ για τους δύο μηλεώνες, έδειξαν ότι ο μηλεώνας Α είχε περισσότερο Κ ($1,12 \text{ meq}/100\text{g}$ εδάφους) και χαμηλότερο Mg ($1,3 \text{ meq}/100\text{g}$ εδάφους) από το μηλεώνα Β (Κ: $0,74$, Mg: $1,7 \text{ meq}/100\text{g}$ εδάφους), ενώ η συγκέντρωση Ca στο έδαφος ήταν παρόμοια και στους δύο μηλεώνες ($7,1$ και $6,8 \text{ meq}/100\text{g}$ εδάφους αντίστοιχα). Οι εδαφικές διαφορές στα στοιχεία Κ, Mg και Ca των δύο μηλεώνων φάνηκαν και στις αναλύσεις των φύλλων Ιουλίου το 2000, όπου η συγκέντρωση Κ ήταν μεγαλύτερη και του Mg χαμηλότερη στο μηλεώνα Α απ' ότι του Β και η συγκέντρωση Ca ήταν παρόμοια στους δύο μηλεώνες. Έτσι φαίνεται ότι οι εδαφικές και φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις μπορούν να συσχετιστούν και να δώσουν χρήσιμα συμπεράσματα ακόμα και για τα μεγάλα δένδρα μηλιάς (σε ηλικία και μέγεθος) της περιοχής Ζαγοράς.

Η συγκέντρωση Ν στα φύλλα μηλιάς τον Ιούλιο 1999 (ανάλυση ανόργανων σε φύλλα μηλιάς του Ιουλίου στην περιοχή 'Κοντού' στα πλαίσια του προγράμματος Ε.Π.Ε.Ρ. στο ΙΧΤΕΛ) ήταν σε επάρκεια ($2,18 \%$ ξ.ο.) όπως και την επόμενη χρονιά

κατά τη διάρκεια του πειράματος μας (2000) μετά τις διάφορες μεταχειρίσεις (μ.ο.2,20 %ξ.ο.). Η συγκέντρωση Κ σε φύλλα Ιουλίου το 1999 ήταν σε επάρκεια (1,85 %ξ.ο.), ενώ την επόμενη χρονιά (2000) αυξήθηκε (μ.ο.2,24 %ξ.ο.) και βρέθηκε σε πολύ καλά επίπεδα έως και σε υπερεπάρκεια. Αυτό πιθανόν βρέθηκε λόγω της εφαρμογής του νιτρικού καλίου (1 kg/δένδρο) τον Ιούνιο του 1999 και της καθυστερημένης απορρόφησής του και καταμερισμού του στα φύλλα την επόμενη χρονιά, καθώς οι μηλεώνες στην περιοχή έχουν μόνιμο χλοοτάπητα και ατελή άρδευση (1-3 φορές τον χρόνο).

Η συγκέντρωση Ρ στα φύλλα Ιουλίου το 1999 ήταν σε επάρκεια (0,17 %ξ.ο.) ενώ την επόμενη χρονιά (2000) μετά τις μεταχειρίσεις μειώθηκε κατά 22 % (μ.ο.0,132 %ξ.ο.) και βρέθηκε οριακά σε έλλειψη. Βέβαια οι εδαφικές αναλύσεις έχουν δείξει υπερεπάρκεια Ρ (που είναι δεσμευμένος) λόγω των μακροχρόνιων του σύνθετου λιπάσματος 11-15-15.

Η συγκέντρωση Ca στα φύλλα Ιουλίου το 1999 ήταν σε έλλειψη (0,89 %ξ.ο.) ενώ την επόμενη χρονιά (2000) μετά τις μεταχειρίσεις αυξήθηκε κατά 10 % (μ.ο.0,994 %ξ.ο.) και με τις διαφυλλικές εφαρμογές Ca (μεταχειρίσεις CaCl₂ και Set) αυξήθηκε σημαντικά κατά 20 % (μ.ο.1,087 %ξ.ο.). Οι από εδάφους εφαρμογές Ca το 2000 αναμένεται να αποδώσουν Ca στην καλλιέργεια τις επόμενες χρονιές.

Η συγκέντρωση Mg στα φύλλα Ιουλίου το 1999 ήταν οριακά σε επάρκεια (0,266 %ξ.ο.) ενώ την επόμενη χρονιά (2000) μετά τις μεταχειρίσεις μειώθηκε κατά 13 % (μ.ο.0,231 %ξ.ο.) και βρέθηκε οριακά σε έλλειψη. Ακόμη και στην από εδάφους εφαρμογή Λιθόθαμνου (ο οποίος περιέχει Mg, υδατοδιαλυτό και άμεσα αφομοιώσιμο) η συγκέντρωση Mg στα φύλλα μειώθηκε σημαντικά (μ.ο.0,22 %ξ.ο.). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης Ca στα φύλλα καθώς είναι γνωστό ότι τα στοιχεία Ca και Mg ανταγωνίζονται. Σύμφωνα με τους Askew *et al.* (1960) και τους Ferguson και Watkins (1983) ψεκασμοί Ca είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης Mg. Βέβαια στην περίπτωση του Λιθόθαμνου αναμένεται βελτίωση της προσρόφησης Ca και Mg την επόμενη χρονιά καθώς και πάλι η περιορισμένη άρδευση πιθανόν να προκαλεί μείωση της κινητικότητας των στοιχείων.

Η συγκέντρωση Β στα φύλλα Ιουλίου το 1999 ήταν σε επάρκεια (30,5 μg.g⁻¹) ενώ την επόμενη χρονιά (2000) μετά τις μεταχειρίσεις μειώθηκε σημαντικά κατά 50% (μ.ο.14,2 μg.g⁻¹) και βρέθηκε σε έλλειψη. Εδώ πρέπει να αναφερθεί η απολύτως διαφορετική μέθοδος ανίχνευσης της συγκέντρωσης Β τις δύο χρονιές που πιθανόν να

επηρεάζει τις μετρήσεις και αποτελεί ενδιαφέροντα τομέα για περαιτέρω μελέτη καθώς η μέθοδος I.C.P. επεκτείνεται τελευταία.

Η αναλογία K/N στα φύλλα του Ιουλίου 1999 ήταν 0,83, ενώ την επόμενη χρονιά (2000) μετά τις μεταχειρίσεις αυξήθηκε (μ.ο.1,02) κύρια λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του K.

Γενικά πάντως πρέπει να τονιστεί ότι οι διαφορές που επισημαίνονται στην ανόργανη θρέψη των φύλλων του Ιουλίου 1999 και φύλλων της επόμενης χρονιάς (2000) μετά τις μεταχειρίσεις, μπορεί να οφείλονται κατά μέρος στο ότι οι αναλύσεις έγιναν σε διαφορετικά εργαστήρια και με διαφορετικές μεθόδους.

Το έδαφος του μηλεώνα Α μετά από εδαφολογική ανάλυση στο ΙΧΤΕΛ το 1999, ήταν πολύ ισχυρά όξινο με pH 4,9, ενώ του μηλεώνα Β ισχυρά όξινο με pH 5.2. Ο Νίκος Λιάτσικος (μηλεώνας Α) για την βελτίωση του pH του εδάφους κατά 1.6 μονάδες στα πρώτα 30cm εδάφους θα έπρεπε να ρίξει 1512 kg/στρ.CaO (60 kg/δένδρο), ενώ ο Σπύρος Λιάτσικος (μηλεώνας Β) θα έπρεπε για τη βελτίωση του pH του εδάφους κατά 1,3 μονάδες στα 30cm να ρίξει 901 kg/στρ.CaO (36 kg/δένδρο). Στο πείραμα και στα δύο χωράφια στις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N έπεσε η ίδια ποσότητα (CaO) ασβέστης 500 kg/στρ. (20 kg/δένδρο). Έτσι στο μηλεώνα Α στις μεταχειρίσεις Ca+N και Ca-N δόθηκε το 33 % της προτεινόμενης δόσης (60 kg/δένδρο) και στο μηλεώνα Β στις μεταχειρίσεις Ca+N και Ca-N δόθηκε το 55 % της προτεινόμενης δόσης (36 kg/δένδρο) για την βελτίωση του pH του εδάφους και αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στο έδαφος. Γι' αυτό και πιθανόν δεν επήλθε η αναμενόμενη βελτίωση pH του εδάφους και αύξηση της συγκέντρωσης Ca στο έδαφος και επομένως στα φύλλα και τους καρπούς. Άλλωστε μπορεί σύμφωνα με τους Ferguson and Watkins (1989) η κοινή πρακτική της ασβέστωσης για τη ρύθμιση της οξύτητας του εδάφους συνήθως να παρέχει αρκετή ποσότητα Ca στο έδαφος, όμως σύμφωνα με τους Van Lune (1984) και Lord *et al.* (1981) η ασβέστωση σε αμμώδη εδάφη (όπως είναι τα εδάφη στην περιοχή 'Κοντού' Ζαγοράς) έχει μικρή επίδραση στην συγκέντρωση Ca στους καρπούς και στα φύλλα. Επίσης η πρόσληψη και διανομή του Ca επηρεάζεται από περιβαλλοντικές καλλιεργητικές (όπως επάρκεια νερού) και φυσιολογικές επιδράσεις. Έτσι, η τεχνική της ασβέστωσης δεν δίνει πάντα τα καλύτερα αποτελέσματα (Bangerth, 1979), γιατί πράγματι η πρόσληψη Ca ανά δένδρο δεν ανταποκρίνεται πάντοτε στις απαιτήσεις των καρπών σε Ca (Hansen, 1980) και αυτό αναμένεται να είναι ακόμα πιο έντονο στα μεγάλα δένδρα της Ζαγοράς.

Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν την ανόργανη θρέψη των φύλλων δίνοντας ελάχιστες διαφορές. Πολύ πιθανόν τα διαφυλλικά εφαρμοζόμενα στοιχεία, κύρια το Ca και το B, να απορροφήθηκαν και να μεταφέρθηκαν σε καταναλωτές όπως καρπούς και νέα βλάστηση.

Στην μεταχείριση Ca-N όπου δεν χορηγήθηκε N δεν παρατηρήθηκε μείωση N στα φύλλα. Υπολειμματικό N από την εφαρμοζόμενη αζωτούχο λίπανση της προηγούμενης χρονιάς δεν υφίσταται λόγω υψηλών βροχοπτώσεων (>1000 mm Οκτώβριο-Απρίλιο) και ελαφριάς σύστασης εδάφης. Από την άλλη μεριά τα επιφανειακά εδάφη στη Ζαγορά έχουν υψηλή οργανική ουσία σύμφωνα με τα αποτελέσματα του IXTEL. Ο μηλεώνας Α στα 0-30 cm εδάφους είχε 4,45 % οργανική ουσία και ο μηλεώνας Β στα 0-30 cm εδάφους είχε 3,61 % οργανική ουσία (στοιχεία 1999). Η υψηλή οργανική ουσία στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους μπορεί να τροφοδοτήσει το δένδρο με μια ποσότητα N ακόμη και αν δεν γίνει εφαρμογή N για μια χρονιά, όπως στην μεταχείριση Ca-N. Άλλωστε η μηλιά έχει μικρές απαιτήσεις σε N (συνιστώμενη εφαρμογή N περίπου 300 g/δένδρο) ενώ τα μεγάλα δένδρα μηλιάς που υπάρχουν στη Ζαγορά αποθηκεύουν από την προηγούμενη χρονιά αρκετό N στο σκελετό και ρίζες το οποίο είναι ικανό να καλύψει τις μικρές σχετικά ανάγκες της μηλιάς σε N για τουλάχιστον μια βλαστική περίοδο.

Ο μηλεώνας Α είχε περισσότερο K και P στους καρπούς και στα φύλλα απ' ό τι ο μηλεώνας Β. Πράγματι σύμφωνα με τους Fallahi *et al.* (1985a), υπάρχει θετική συσχέτιση της συγκέντρωσης των ανόργανων στοιχείων K και P στα φύλλα της μηλιάς με τη συγκέντρωση στους καρπούς.

Στους καρπούς μηλιάς τον Ιούλιο η συγκέντρωση Ca ήταν παρόμοια και στους δύο μηλεώνες. Η ομοιότητα αυτή στους δύο μηλεώνες βρέθηκε και για τη συγκέντρωση Ca στα φύλλα του Ιουλίου. Βέβαια η συγκέντρωση Ca στα φύλλα δεν έχει βρεθεί να συσχετίζεται με την συγκέντρωση Ca στους καρπούς (Fallahi *et al.*, 1985a).

Οι μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν ουσιαστικά το Ca και δευτερευόντος το Mg και το B στους καρπούς μηλιάς τον Ιούλιο. Στην εφαρμογή Λιθόθαμου από το έδαφος είναι πιθανόν ότι η παρουσία ίσως της μικρής ποσότητας Mg που περιέχει ο Λιθόθαμος (42,5% CaO +3% MgO) να εμπόδισε την πρόσληψη του Ca και δεν τροποποίησε την συγκέντρωση Ca στους καρπούς μηλιάς τον Ιούλιο. Οι Ferguson and Watkins (1981a) βρήκαν ότι η ποσότητα πρόσληψης Ca μειώθηκε παρουσία Mg. Βέβαια στη δική μας έρευνα η εφαρμογή Λιθόθαμου δεν επηρέασε τη συγκέντρωση

Ca και Mg στους καρπούς τον Ιούλιο ώστε να διαφαίνεται η αναποτελεσματικότητα της χρήσης του Λιθόθαμου στις συνθήκες Ζαγοράς (έδαφος, νερό) τουλάχιστον για την πρώτη χρονιά από την εφαρμογή. Στις διαφυλλικές εφαρμογές Ca (CaCl_2 και Set) πολλοί παράγοντες μπορεί να έπαιξαν ρόλο. Σύμφωνα με τους Swietlik and Faust (1984) η μετακίνηση του Ca από τα φύλλα στον καρπό είναι περιορισμένη και αυτό κάνει δύσκολη την αύξηση της συγκέντρωσης του Ca στον καρπό. Άλλωστε ανάμεσα στα φύλλα και στους καρπούς υπάρχει ανταγωνισμός για το Ca. Η αναλογία καρπών/φύλλων είναι σημαντική. Πράγματι σε περίπτωση δακτυλίωσης όπου τα φύλλα γίνονται μεγαλύτερα, ο συναγωνισμός μεταξύ φύλλων και καρπών για το Ca γίνεται μεγαλύτερος, ενώ στη αποφύλλωση ο ανταγωνισμός μειώνεται (Ferguson and Watkins, 1989). Σύμφωνα με τους Schumacher *et al.* (1966) και Van der Boon and Das (1969) κατά την εφαρμογή Ca, πολύ λίγο Ca πηγαίνει από τα φύλλα στον καρπό, ενώ το Ca κύρια εισέρχεται στον καρπό απ' ευθείας από τον φλοιό και συγκεκριμένα από τα φακίδια. Το Ca λοιπόν εισέρχεται κύρια στον καρπό μέσω των φακιδίων (Betts and Bramlage, 1977) και μέσω του κάλυκα και της κοιλότητας του ποδίσκου (Ferguson and Watkins, 1989). Στην παρούσα εργασία παρά την σχετικά νωρίς διαφυλλική εφαρμογή Ca, η συγκέντρωση Ca δεν αυξήθηκε στους καρπούς. Όταν το Ca μπει στον καρπό η κατανομή του σε αυτόν παρουσιάζει διακυμάνσεις. Η αυξημένη συγκέντρωση Ca στον καρπό είναι πρωταρχικά στο φλοιό και στις εσωτερικές ζώνες της σάρκας του (Ferguson and Watkins, 1983, Perring, 1985). Σε νεαρούς καρπούς το Ca εισέρχεται σε βάθος 1 cm (Van der Boon, 1968). Έτσι η συγκέντρωση Ca είναι υψηλότερη στην καρδιά του καρπού και στον φλοιό και χαμηλότερη στη σάρκα του καρπού (Wilkinson and Perring, 1961). Γενικά η κίνηση του Ca μέσα στη σάρκα είναι αργή (Chittenden *et al.*, 1969). Στο πείραμα μας μετρήθηκε η συγκέντρωση Ca συνολικά (φλοιός και σάρκα). Πολύ πιθανόν, ακόμη και αν η συγκέντρωση Ca ήταν αυξημένη στον φλοιό λόγω των ψεκασμών, η μικρή κατανομή του Ca στη σάρκα είχε ως αποτέλεσμα συνολικά η συγκέντρωση Ca να μην τροποποιηθεί.

Η μεταχείριση του Λιθόθαμου, ενώ περιέχει Mg, δεν φάνηκε να επηρεάζει την συγκέντρωση του Mg στον καρπό. Οι μεταχειρίσεις των διαφυλλικών ψεκασμών επίσης δεν τροποποίησαν ουσιαστικά την συγκέντρωση του Mg. Παρόμοιο αποτέλεσμα βρέθηκε από τους Tabatabaie and Malahouti (1998) όπου οι ψεκασμοί Ca δεν επηρέασαν την συγκέντρωση Mg στον καρπό. Αντίθετα οι Grange *et al.* (1998) βρήκαν ότι οι ψεκασμοί Ca μειώνουν την συγκέντρωση Mg στον καρπό.

Παρόμοια αποτελέσματα μείωσης του Mg μετά από ψεκασμούς Ca έχουν βρεθεί από προηγούμενους ερευνητές (Askew *et al.*, 1960, Ferguson and Watkins, 1983) ίσως γιατί η κατανομή Mg στο φλοιό είναι χαμηλή (όπου κύρια αυξάνεται η συγκέντρωση Ca) και μεγαλύτερη στη σάρκα όπου το Ca δεν συσσωρεύεται (Perring, 1985).

Οι μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν τη συγκέντρωση B στους καρπούς μηλιάς τον Ιούλιο. Το B είναι δυσκίνητο ιόν και δεν κινείται από τα ώριμα μέρη του φυτού στους αναπτυσσόμενους ιστούς (Mengel and Kirkby, 1987). Ψεκασμοί B στη μηλιά αύξησαν τα επίπεδα συγκέντρωσης B στα φύλλα, όμως εννέα ημέρες μετά την εφαρμογή, τα επίπεδα συγκέντρωσης B μειώθηκαν και ήταν σε όμοια επίπεδα με τα φύλλα μη μεταχειρισμένων φυτών καθώς το B εξήλθε από τα φύλλα και παρέμεινε σε ιστούς κοντά στα ψεκασμένα φύλλα (Hanson, 1991). Η σχετική κίνηση του B εξαρτάται από τα επίπεδα B στους ιστούς. Οι Skok and McIlrath (1958) βρήκαν ότι στα φυτά που είναι εφοδιασμένα με αρκετό B, ένα σημαντικό ποσοστό B στους ιστούς είναι διαλυτό, ενώ το διαλυτό B τείνει στο μηδέν σε φυτά με έλλειψη B. Η διαλυτή μορφή του B μπορεί να κινείται ελεύθερα ενώ η αδιάλυτη μορφή αντιπροσωπεύει το B που δεν μπορεί να κατανεμηθεί αλλού. Το B είναι γνωστό ότι δεσμεύεται (και έτσι ακινητοποιείται) στους πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος (Bowen and Nissen, 1976).

Σε προηγούμενες εργασίες ο ψεκασμός Ca δεν επηρέασε τις συγκεντρώσεις P και K στους καρπούς (Grange *et al.*, 1998, Tabatabaie and Malahouti, 1998). Και στη δική μας εργασία η διαφυλλική εφαρμογή με CaCl_2 δεν επηρέασε τη συγκέντρωση P και K, όμως η διαφυλλική εφαρμογή Set την επηρέασε θετικά. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται στην παράλληλη με το Set εφαρμογή Harvest Plus το οποίο περιέχει ποσότητες P και K. Η διαφυλλική εφαρμογή Set (εφαρμογή Ca και B) δεν βελτίωσε τη συγκέντρωση Ca στα φύλλα και καρπούς του Ιουλίου παρόλο που υπήρχε έλλειψη B στα φύλλα του Ιουλίου ($\mu\text{o.}\cdot 15,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Αντίθετα, όταν υπάρχει έλλειψη B στο δένδρο ψεκασμοί B μπορεί να επιδράσουν θετικά στην θρέψη του καρπού με Ca και να αυξήσουν τα επίπεδα Ca και B στους καρπούς (Swietlik and Faust, 1984).

Οι συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων στους καρπούς στη συγκομιδή (δειγματοληψία Σεπτεμβρίου) βρέθηκαν να διαφέρουν μεταξύ των δύο μηλεώνων. Σε καρπούς μηλιάς το Σεπτέμβριο οι συγκεντρώσεις K, Mg και P ήταν μεγαλύτερες στο μηλεώνα A σε σχέση με το μηλεώνα B, οι συγκεντρώσεις Ca και B ήταν όμοιες και στους δύο μηλεώνες, ενώ η συγκέντρωση N ήταν μικρότερη στο μηλεώνα A σε

σχέση με το μηλέωνα Β. Τα τελευταία χρόνια στους δύο μηλεώνες οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν παρόμοιες, ενώ τον προηγούμενο χρόνο (1999) και τον χρόνο του πειράματος (2000) ήταν πανομοιότυπες. Είναι λοιπόν προφανές ότι ο παράγοντας μηλεώνας επηρεάζει σημαντικά τη συγκέντρωση ανόργανων στους καρπούς και στα φύλλα και όπως αναφέρθηκε προηγούμενα φαίνεται να σχετίζεται με τη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο έδαφος.

Στην παρούσα εργασία τα επίπεδα συγκέντρωσης ανόργανων στους καρπούς του Σεπτεμβρίου κυμάνθηκαν για το N: 267–403 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 322 mg/100g ξ.ο.), για το K: 545,2–798,4 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 675 mg/100g ξ.ο.), για το Ca: 28,6–58,5 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 45,1 mg/100g ξ.ο.), για το Mg: 35,3–47,6 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 42,1 mg/100g ξ.ο.), για το P: 41,3–56,2 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 49,2 mg/100g ξ.ο.) και για το B: 1,38–1,62 mg/100g ξ.ο. (μ.ο. 1,51 mg/100g ξ.ο.)

Σύμφωνα με τους Fallahi *et al.*, (1988) μετά την ανάλυση ανόργανων στοιχείων σε καρπούς 'Starkspur Golden Delicious' που συγκομίστηκαν τον Οκτώβριο από οπωρώνες στην Ουάσινγκτον και δέχθηκαν την τυπική εμπορική λίπανση για 4 συνεχείς χρονιές, τα επίπεδα συγκέντρωσης ανόργανων ήταν για το N: 250 mg/100g ξ.ο., για το K: 760 mg/100g ξ.ο., για το Ca: 57,5 mg/100g ξ.ο., για το Mg: 35 mg/100g ξ.ο., για το P: 95 mg/100g ξ.ο. και για το B: 2,43 mg/100g ξ.ο. Οι Sarah *et al.* (1985) μετά την ανάλυση ανόργανων σε καρπούς 'Mcintosh' που συγκομίστηκαν τον Αύγουστο από 34 οπωρώνες στην Ανατ. Ακτή των Η.Π.Α για 2 συνεχείς χρονιές αναφέρουν ότι οι συγκεντρώσεις ανόργανων ήταν για το N: 214 mg/100g ξ.ο., για το K: 707,5 mg/100g ξ.ο., για το Ca: 34,9 mg/100g ξ.ο., για το Mg: 37,7 mg/100g ξ.ο. και για το P: 71,5 mg/100g ξ.ο. Μια εβδομάδα πριν τη συγκομιδή, δείγματα καρπών συλλέχθηκαν από οπωρώνες (της νότιας Φιλανδίας) από 6 ποικιλίες μηλιάς για 2 συνεχείς χρονιές από τους Dris *et al.* (1998). Η συγκέντρωση N στους καρπούς κυμάνθηκε από 208–439 mg/100g ξ.ο. και η συγκέντρωση Ca από 19–47,9 mg/100g ξ.ο. Τέλος για την καλή συντηρησιμότητα των καρπών κατά την αποθήκευση οι καρποί θα πρέπει να περιέχουν N: 352–492,8 mg/100g ξ.ο., K: 915,2–1056 mg/100g ξ.ο., Ca: 31,7–35,2 mg/100g ξ.ο., Mg: 35,2 mg/100g ξ.ο. και P: 49,3–70,4 mg/100g ξ.ο. (στοιχεία εταιρείας PHOSYN, U.S.A.).

Έτσι είναι προφανές ότι η ανόργανη θρέψη του καρπού στη συγκομιδή (όπως ήταν αναμενόμενο) επηρεάζεται (πέραν των καλλιεργητικών τεχνικών και χρησιμοποιούμενου υποκειμένου) από την ποικιλία και την περιοχή καλλιέργειας της μηλιάς. Η ποικιλία 'Starking Delicious' καλλιεργείται σε σχετικά ήπιες περιοχές της

υψηλίου ενώ ποικιλίες όπως η 'McIntosh' καλλιεργούνται σε πολύ πιο ψυχρές περιοχές της Ευρώπης και Β. Αμερικής. Επίσης η 'Golden Delicious' είναι πολύ πιο ζωνηρή και παραγωγική ποικιλία από την 'Starking Delicious' σε οποιοδήποτε περιβάλλον μελετηθούν μαζί (και στη Ζαγορά βέβαια). Επομένως είναι μάλλον παρακινδυνευμένο να συγκρίνουμε τις τιμές των ανόργανων στοιχείων της μελέτης μας με τις τιμές άλλων ποικιλιών και από άλλες περιοχές καλλιέργειας στον κόσμο με πολύ διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Βέβαια, ουσιαστικό είναι να συγκριθούν τιμές ανόργανων στοιχείων με το αποτέλεσμα στην ποιότητα και συντηρησιμότητα του καρπού (εμφάνιση μετασυλλεκτικών σήψεων και μη παρασιτικών ασθενειών, μαλάκωμα και κατάρρευση, κ.λ.π.) για αρκετά καλά αναπτυσσόμενα και καρποφορούντα χωράφια κάθε μηλοπαραγωγού περιοχής ώστε να δημιουργηθούν τα standards για κάθε ποικιλία και περιοχή. Έτσι από εκεί και πέρα θα υπάρχουν τιμές σύγκρισης για κάθε μηλεώνα και τυχόν μεταχειρίσεις-τροποποιήσεις της ανόργανης θρέψης του.

Η αναλογία N/Ca στους καρπούς Σεπτεμβρίου στην παρούσα εργασία κυμάνθηκε από 6,49–10,34 (μ.ο. 8,1). Για τους Fallahi *et al.* (1988) η αναλογία N/Ca ήταν 4,35 για τους Sarah *et al.* (1985) ήταν 6,1, για τους Dris *et al.* (1998) κυμάνθηκε από 5-16 και για την καλή συντηρησιμότητα των καρπών θα πρέπει να είναι 11-14 (στοιχεία εταιρείας PHOSYN, U.S.A.). Γενικά η αναλογία N/Ca στη σάρκα των καρπών ποικίλλει από 10 έως 30. Όταν είναι 10 δεν εμφανίζονται φυσιολογικές ανωμαλίες ενώ όταν είναι 30 η εμφάνιση τους είναι βέβαιη (Jones and Aldwinckle, 1990).

Η αναλογία (K+Mg)/Ca στους καρπούς Σεπτεμβρίου στη παρούσα εργασία κυμάνθηκε από 12,49–27,03 (μ.ο. 18,16). Για τους Fallahi *et al.* (1988) η αναλογία (K+Mg)/Ca ήταν 13,83 για τους Sarah *et al.* (1998) ήταν 21,4. Για την καλή συντηρησιμότητα των καρπών η αναλογία (K+Mg)/Ca θα πρέπει να είναι μικρότερη του 30 (στοιχεία εταιρείας PHOSYN, U.S.A.). Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σχέσης (K+Mg)/Ca τόσο πιθανότερη είναι η εμφάνιση πικρής κηλίδωσης (Jones and Aldwinckle, 1990). Είναι προφανές ότι η μη εμφάνιση πικρής στιγμάτωσης για μήλα Ζαγοράς που καλλιεργούνται σε εδάφη πάρα πολύ φτωχά σε Ca και με έλλειψη Ca στα φύλλα οφείλεται στην ισορροπία μεταξύ Ca και των N, Mg, K και οποιαδήποτε τροποποίηση των τελευταίων μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των μήλων.

Σύμφωνα με τους Fallahi *et al.* (1997) η εμφάνιση πικρής κηλίδωσης μπορεί να περιοριστεί με συγκέντρωση Ca στους καρπούς περίπου στα 25 mg/100g ξ.ο. Επίσης σύμφωνα με τους Dris *et al.* (1998) καρποί με συγκέντρωση Ca κάτω των 31,7 mg/100g ξ.ο. είναι ευαίσθητοι στην εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης των καρπών. Στους καρπούς του Σεπτεμβρίου η συγκέντρωση Ca ήταν κατά μ.ο. 45,1 mg/100g ξ.ο., και φυσικά δεν εμφάνισαν πικρή κηλίδωση. Τα επίπεδα Ca στη σάρκα των καρπών θα πρέπει να είναι 80-100 mg/100 g ξ.ο. ώστε να υπάρχει σημαντική επίδραση στην σκληρότητα των καρπών και να μειωθούν τα ποσοστά σήψης των καρπών (Sams and Conway, 1984). Έτσι η συγκέντρωση Ca στα μήλα των μηλεώνων που μελετήθηκαν και με τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν δεν ήταν ικανή να βελτιώσει τη σκληρότητα της σάρκας και να μειώσει τις σήψεις των καρπών. Σε συνδυασμό με τη σχετικά υψηλή συγκέντρωση N στους καρπούς, η μειωμένη σκληρότητα σάρκας που παρατηρείται τα τελευταία έτη στη συγκομιδή και μετά τη συντήρηση μπορεί εύκολα να εξηγηθεί. Αντίθετα, η πολύ χαμηλή εμφάνιση σήψεων στους καρπούς κατά τη συντήρηση που έχει βρεθεί συνολικά στα μήλα Ζαγοράς δεν μπορεί εύκολα να εξηγηθεί αν σκεφθεί κανείς όλη τη μετασυλλεκτική μεταχείριση των καρπών και τις ατέλειες της.

Η μη εφαρμογή N επηρέασε τη θρέψη των καρπών το Σεπτέμβριο. Στους καρπούς του Σεπτεμβρίου οι συγκεντρώσεις N, K, Ca, και P ήταν χαμηλότερες στη μεταχείριση μη εφαρμογής N (Ca-N) από ότι στις άλλες μεταχειρίσεις. Η μη εφαρμογή N έχει βρεθεί να επηρεάζει θετικά τη θρέψη του καρπού με Ca αυξάνοντας την πρόσληψη Ca λόγω ανταγωνισμού των ιόντων. Το N ευνοώντας την βλάστηση, έχει επίσης αναφερθεί ότι μειώνει τον εφοδιασμό του καρπού με Ca λόγω ανταγωνισμού με άλλους καταναλωτές (Shear and Faust, 1980).

Η αναλογία N/Ca ήταν μεγαλύτερη στη μεταχείριση Ca-N σε σχέση με τη μεταχείριση Ca+N. Στη μεταχείριση μη εφαρμογής N (Ca-N) η αναλογία N/Ca ήταν στο μηλέωνα A 9,44 και στο μηλέωνα B 9,32 (μ.ο. 9,38), ενώ στη μεταχείριση εφαρμογής N (Ca+N) η αναλογία N/Ca ήταν στο μηλέωνα A 7,99 και στο μηλέωνα B 7,46 (μ.ο. 7,73) και αυτό οφείλεται στο ότι οι συγκεντρώσεις N και Ca στους καρπούς στη μεταχείριση Ca-N ήταν χαμηλότερες από ότι στη μεταχείριση Ca+N.

Η αναλογία (K+Mg)/Ca ήταν μεγαλύτερη στη μεταχείριση Ca-N σε σχέση με την μεταχείριση Ca+N. Στη μεταχείριση μη εφαρμογής N (Ca-N) η αναλογία (K+Mg)/Ca ήταν στο μηλέωνα A 27,03 και στο μηλέωνα B 17,63 (μ.ο. 22,33), ενώ στη μεταχείριση εφαρμογής N (Ca+N) η αναλογία (K+Mg)/Ca ήταν στο μηλέωνα A

21,29 και στο μηλεώνα Β 14,08 (μ.ο. 17,69). Η συγκέντρωση Mg στους καρπούς δεν διέφερε και στις δύο μεταχειρίσεις (Ca-N, Ca+N), ενώ οι συγκεντρώσεις K και Ca στους καρπούς στη μεταχείριση Ca-N ήταν χαμηλότερες από ότι στη μεταχείριση Ca+N. Έτσι η μη εφαρμογή N δεν αύξησε συγκέντρωση του Ca στον καρπό, συνεπώς ούτε μείωσε την αναλογία (K+Mg)/Ca. Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η μη εφαρμογή N δεν έχει κατ' ανάγκη θετικό αποτέλεσμα στην ποιότητα και συντηρησιμότητα του μήλου.

Η διαφυλλική εφαρμογή Ca με CaCl₂ βελτίωσε τη συγκέντρωση Ca και N στους καρπούς μόνο σε σχέση με την εφαρμογή από το έδαφος μόνο ασβέστη χωρίς αζωτούχο λίπανση (μεταχείριση Ca-N). Με την εφαρμογή CaCl₂ τα επίπεδα συγκέντρωσης Ca στους καρπούς Σεπτεμβρίου ήταν 47,5 και 58,5 mg/100g ξ.ο. στο μηλεώνα Α και Β αντίστοιχα, ενώ στην μη εφαρμογή N ήταν 28,6 και 33,5 mg/100g ξ.ο.. Διαφορετικά όλες οι μέθοδοι εφαρμογής του Ca από εδάφους ή διαφυλλικά δεν τροποποίησαν περαιτέρω θετικά τη συγκέντρωση Ca στους καρπούς.

Η αναλογία (K+Mg)/Ca στο μηλεώνα Α και Β αντίστοιχα για την διαφυλλική εφαρμογή του CaCl₂ ήταν 17,04 και 12,49 και για την από εδάφους εφαρμογή Λιθόθαμνου ήταν 16,01 και 14,86. Στις άλλες εφαρμογές η αναλογία (K+Mg)/Ca ήταν μεγαλύτερη. Στο μηλεώνα Α και Β αντίστοιχα, για την εφαρμογή Ca+N ήταν 21,29 και 14,07, για την εφαρμογή Ca-N ήταν 27,03 και 17,63 και για την εφαρμογή Set ήταν 18,22 και 22,94. Έτσι οι διαφυλλικές εφαρμογές CaCl₂ και από το έδαφος Λιθόθαμνου βελτίωσαν τη σχέση (K+Mg)/Ca σε σχέση με τη μεταχείριση Set, καθώς αυτή η σχέση (K+Mg)/Ca έγινε πιο μικρή. Έτσι η διαφυλλική εφαρμογή CaCl₂ και η από εδάφους εφαρμογή Λιθόθαμνου βελτίωσαν τη θρεπτική ισορροπία στους καρπούς του Σεπτεμβρίου ώστε να αναμένεται καλύτερη συντηρησιμότητα.

Το ποσοστό % ξ.ο. στα φύλλα και στους καρπούς είναι ένας δείκτης της παραγωγικότητας του φυτού αλλά και τυχόν καταπόνησης από έλλειψη νερού. Είναι προφανές ότι ο μηλεώνας Β είχε συσσωρεύσει υψηλότερα ποσοστά ξηράς ουσίας στα φύλλα (34,4-38,6 %ξ.ο.) και στους καρπούς (13,8-15,6 %ξ.ο.) του Σεπτεμβρίου από τον μηλεώνα Α [φύλλα (33,6-35,2 %ξ.ο.), καρποί (12,9-14,5 %ξ.ο.)]. Ίσως αυτή η διαφορά να οφείλεται στις καλύτερες συνθήκες φωτισμού στον μηλεώνα Β, παρόλο που οι δειγματοληψίες γίνονταν από παρόμοιου μεγέθους δένδρα και σε παρόμοιες θέσεις στο δένδρο, αλλά τα δένδρα στο μηλεώνα Β ήταν αραιά φυτεμένα. Βάσει και των μετρήσεων της ξηράς ουσίας, καρποί από τον μηλεώνα Β είχαν υψηλότερη συγκέντρωση Διαλυτών Στερεών Συστατικών (Δ.Σ.Σ.) (12,1-13,6 %) στη συγκομιδή

σε σχέση με καρπούς από τον μηλεώνα Α (10,7-11,7 %). Γενικά μεταξύ μηλεώνων και μεταχειρίσεων δεν βρέθηκαν περαιτέρω διαφορές στην ποιότητα καρπών (νωπό βάρος/καρπό και σκληρότητα σάρκας στην συγκομιδή).

Μετά από τη ψυχοσυντήρηση (167 ημέρες) η ποιότητα των καρπών ήταν παρόμοια μεταξύ των μηλεώνων με ικανοποιητική σκληρότητα σάρκας (4,5–5,5 KgF ή 44,2–54,3 N). Η υψηλή εμφάνιση του επιφανειακού εγκαύματος (2,2–3,3) ήταν αναμενόμενη για το 2000 καθώς οι θερμοκρασίες έως τη συγκομιδή του Σεπτεμβρίου ήταν σχετικά υψηλές. Για να μειωθεί η ευαισθησία στο Επιφανειακό Έγκαυμα απαιτείται η προσυλλεκτική έκθεση του καρπού σε χαμηλές θερμοκρασίες για ένα σημαντικό αριθμό ωρών (>100 h) (Diamantidis *et al.*, 2002), παρόλο που και η ανόργανη θρέψη είναι γνωστό ότι παίζει ένα σημαντικό ρόλο.

Έτσι μπορούμε να καταλήξουμε ότι στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Ζαγοράς και με τα δένδρα που καλλιεργούνται εκεί, η διαφυλλική ή από εδάφους εφαρμογή Ca με τον τρόπο και υλικά που μελετήθηκαν δεν ήταν ικανή να τροποποιήσει σε ουσιαστικό βαθμό την ποιότητα και συντηρησιμότητα των μήλων 'Starking Delicious', τουλάχιστον για την χρονιά που γινόταν οι εφαρμογές. Στην παρούσα εργασία εξηγήθηκαν ακόμη περίεργα θέματα όπως η μη εμφάνιση πικρής στιγματώσης στα μήλα σε περιοχή με χαμηλό Ca στο έδαφος και στα φύλλα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allan, E. F. and A. J. Trewavas. 1987. The role of calcium in metabolic control. In: D.D. Davies (ed). *The Biochemistry of Plants*. San Diego. CA. p:117-149.
- Anet, E. F. 1974. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IX. Apple antioxidants. *J. Sci. Food Agric.* 25:299-304.
- Anonymous. 1998. *Crop protection guide for tree fruits in Washington*. Washington State Univ. Cooperative Extension. EB0419. pp.87.
- Arteca, R. N., B. W. Poovaiah and L. K. Hiller. 1980. Electron microprobe and neutron activation analysis for the determination of elemental distribution in hollow heart potato tubers. *Amer. Pot. J.* 57:271-277.
- Askew, H. O., E. T. Chittenden, R. J. Monk and J. Watson. 1960. Chemical investigations on bitter pit of apples. II. The effect of supplementary mineral sprays on incidence of pitting and on chemical composition of Cox's Orange fruit and leaves. *New Zeal. J. Agr. Res.* 3:141-168.
- Atkinson, D. and S. A. Wilson. 1980. The growth and distribution of fruit tree roots; some consequences for nutrient uptake. In: D. Atkinson, J. E. Jackson, R. O. Sharples and W. M. Waller (eds.). *Symposium on mineral nutrition and fruit quality of temperate zone fruit trees*. Butterworth, Kent, England. p:137-150.
- Ballinger, W. E., H. K. Bell and N. F. Childers. 1966. Peach Nutrition. In: Childers, N. F. (ed) *Nutrition of fruit crops*. Somervest Press Inc. Sommerville, New Jersey. p:489-503.
- Bangerth, F. 1973. Investigations upon Ca-related physiological disorders. *Phytopath.* 77: 20-37.
- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17: 97-122.
- Bangerth, F. and H. Link. 1972. Möglichkeiten der Entstehung und bekämpfung von Stippigkeit und Lentizellenflecken. I. *Der Erwerbsobstbau.* 14:113-116.
- Bangerth, F., D. R. Dilley and D. R. Dewey. 1972. Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. *J. Am. Soc. Hort Sci.* 87:679-688.
- Barber, S. R., J. M. Walker and E. H. Vasey. 1963. Mechanisms for the movement of plant nutrient from the soil and fertilizer to plant root. *J. Amer. Food Chem.* 11: 204-207.
- Barden, C. L. and W. J. Bramlage. 1994. Separating the effects of low temperature, ripening and light on loss of scald susceptibility in apples before harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 807-813.
- Baxter, P. 1960. Bitter pit of apples. Effects of calcium sprays. *J. Agr. Vic. Dept. Agr.* 58: 801-811.
- Betts, H. A. and W. J. Bramlage. 1977. Uptake of calcium by apples from postharvest dips in calcium chloride solutions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 785-788.
- Beyers, E. 1963. Knock out bitter pit. Control of bitter pit and other disorders of apples with calcium sprays. *Decidious. Fruit Grower* 13: 319-335.

- Biddulph, S. 1967. A microautoradiographic study of ^{45}Ca and ^{35}S distribution in the intact bean root. *Planta (Berlin)* 74:350-367.
- Biggs, A. R., M. Ingle and W. D. Solihati. 1993. Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar 'Nittany' with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.* 77: 976-980.
- Bowen, J. E. and P. Nissen. 1976. Boron uptake by excised barley roots. I. Uptake in the free space. *Plant Physiol.* 57:353-357.
- Bowling, D. J. 1973. The origin of transroot potential and the transfer of ions to the xylem of sunflower roots. In: Anderson, W. P. (ed). *Ion Transport of Plants*. Academic Press, London. p. 483-491.
- Bramlage, W. J., M. Drake and W. J. Lord. 1980. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of some fruit grown in North America. In: D. Atkinson, J. E. Jackson, R. O. Sharples and W. M. Waller (eds.), *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths, Boston. p.29-39.
- Bramlage, W. J., S. A. Weis and M. Drake. 1985. Predicting the occurrence of poststorage disorders of 'McIntosh' apples from preharvest mineral analyses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 493-498
- Chittenden, E. T., D. J. Standon and J. Watson. 1969. Bitter pit in Cox's Orange apples. *New Zeal. J. Agr. Res.* 12:240-247.
- Clements, H. F. 1935. Morphology and physiology of the pome lenticels of *Pyrus malus*. *Bot. Gaz.* 97: 101-117.
- Collier, G. F. and T. W. Tibbitts. 1982. Tipburn of lettuce. *Hort. Rev.* 4:49-75.
- Conway, W. S., C. E. Sams and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. *HortScience*, 29:751-754.
- Delong, W. A. 1936. Variations in the chief ash constituents of apples affected with blotchy cork. *Plant Physiol.* 11: 453-457.
- Dermarty, M. C., Morvan and M. Thelier. 1984. Calcium and cell wall. *Plant Cell Environ.* 7:441-448.
- Dey, P. M. and K. Brinson. 1984. Plant cell-walls. *Adv. Carbohydrate Chem. Biochem.* 265-382.
- Diamantidis, Gr., T. Thomai, M. Genitsariotis, G. Nanos, N. Bolla and E. Sfakiotakis. 2002. Scald susceptibility and biochemical, physiological changes in respect to low preharvest temperature in "Starking Delicious" apple fruit. *Sci. Hort.* 92:361-366.
- Diehl, K. C. and D. D. Hamann. 1979. Structural failure in selected raw fruits and vegetables. *J. Texture Studies.* 10: 371-400.
- Drake, M., W. J. Bramlage and J.H. Baker. 1974. Correlations of calcium content of "Baldwin" apples with leaf calcium, tree yield and occurrences of physiological disorders and decay. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:379-380.
- Drake, M., W. J. Bramlage and J. H. Baker. 1979. Effects of foliar calcium on McIntosh apple storage disorders. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10: 303-309.

- Dris, R., R. Niskanen and E. Fallahi. 1998. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. *J. Plant Nutrition* 21: 2389-2402.
- Fallahi, E., D. E. Richardson, M. N. Westwood and M. H. Chaplin. 1985a. Relationships among mineral nutrition, ethylene and post-harvest physiology in apples on six rootstocks. *Sci. Hort.* 25:163-175.
- Fallahi, E., T. L. Righetti and D. G. Richardson. 1985b. Prediction of quality by preharvest fruit and leaf mineral analyses in 'Starkspur Golden Delicious' apple. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.* 110: 524-527.
- Fallahi, E., T. L. Righetti and J. G. Wernz. 1987. Effects of dip and vacuum infiltration of various inorganic chemicals on postharvest quality of apple. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 18: 1017-1029.
- Fallahi, E., T. L. Righetti and J. T. Raese. 1988. Ranking tissue mineral analyses to identify limitations on quality in fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 382-389.
- Fallahi, E., W. S. Conway, K. D. Hickey and C. E. Sams. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience*, Vol. 32: 831-835.
- Faust, M. and C. B. Shear. 1968. Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review. *Bot. Rev.* 34: 441-469.
- Faust, M. and C. B. Shear. 1972. The effect of calcium on respiration of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:437.
- Faust, M. and C. B. Shear. 1973. Calcium translocation patterns in apples. *Proc. Res. Inst. Pomology, Skierniewice, Poland, Ser. E.* 3:423-436.
- Faust, M. and J. D. Klein. 1974. Levels and sites of metabolically active calcium in apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:93-94.
- Faust, M., C. B. Shear and C. B. Smith. 1967. Investigation of corking disorders of apples. Mineral element gradients in "York Imperial" apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91:69-72.
- Ferguson, I. B. and E. G. Bollard. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40:1057-1066.
- Ferguson, I. B.. 1979. The movement of calcium in non-vascular tissue of plants. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 10 :217-224.
- Ferguson, I. B. and C. B. Watkins. 1981a. Ion relations of apple fruit tissue during fruit development and ripening III. Calcium uptake. *Austral. J. Plant Physiol.* 8:259-266.
- Ferguson, I. B. and C. B. Watkins. 1981b. Ion relations of apple fruit tissue during fruit development and ripening. I Cation leakage. *Austral. J. Plant Physiol.* 8: 155-164.
- Ferguson, I. B. and C. B. Watkins. 1983. Cation distribution and balance in apple fruit in relation to calcium treatments for bitter pit. *Sci.Hort.* 19:301-310.
- Ferguson, I. B. and C. B. Watkins. 1989. Bitter pit in apple fruit. *Hort. Rev.* 11:289-355.

- Fukuda, H. 1977. Effects of calcium on the incidence of internal breakdown of 'Delicious'. *Bull. Fruit Tree Res. Sta. (Marioka), Series C, 4: 13-23*
- Gallerani, G., G. C. Pratella and R. A. Budini. 1990. The distribution and role of natural antioxidant substances in apple fruit affected by superficial scald. *Adv. Hort. Sci. 4: 144-146.*
- Garman, P. and W. T. Mathis. 1956. Studies of mineral balance as related to occurrence of 'Baldwin' spot in Connecticut. *Conn. Agr. Expt. Sta. Bul. 601: 5-19.*
- Gary-Bobo, C. M. 1970. Effects of calcium on the water and non-electrolyte permeability of phospholipid membranes. *Nature. 228:1101.*
- Geraldson, C. M. 1971. Intensity and balance concept as an approach to optimal production. In: R. M. Samish (ed.). *Recent Advances in Plant Nutrition.* Gordon and Breach Sci. Publ. New York. p:352-364.
- Gergely, I., R. F. Korcak and M. Faust. 1980. Polyethyleneglycol produced water stress effect on apple seedlings. II Calcium uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:858-861.*
- Glenn, G. M., B. W. Poovaiah and H. P. Rasmussen. 1985. Pathways of calcium penetration through isolated cuticles of Golden Delicious apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 166-171.*
- Gomez-Lepe, B. E., O. Y. Lee-Stadelmann, J. P. Palta and E. J. Stadelmann. 1979. Effects of octylguanidine on cell permeability and other protoplasmic properties of *Allium cepa* epidermal cells. *Plant Physiol. 64:131-138.*
- Grange, S. A., K. I. Theron, G. Jacobs and S.A. Le-Grange. 1998. Influence of the number of calcium sprays on fruit mineral concentration and bitter pit development in "Braeburn" apples (*Malus x domestica* Borkh). *J. South Afr. Soc. Hort. Sci. 8:5-9.*
- Grant, G.T., E. R. Morris, D. A. Rees, P. J. C. Smith and D. Thom. 1973. Biological interactions between polysaccharites and divalent cations: The egg-box model. *FEBS Lett. 32: 195-198.*
- Hanger, B. C. 1979. The movement of calcium in plants. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 10:171-193.*
- Hansen, P. 1980. Crop load and nutrient translocation. In: D. Atkinson, J. E. Jackson, R. D. Sharples and W. M. Waller (eds.). *Mineral Nutrition of Fruit Trees.* Butterworths, London. p:201-202.
- Hanson, E. J. 1996. Apples and Pears. In: W. F. Benett (ed) *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants.* APS Press, St. Paul, Minnesota. p.159-164.
- Hanson, E. J. 1991. Movement of boron out of tree fruit leaves. *HortScience 26: 271-273.*
- Hanson, J. B. 1983. The roles of calcium in plant growth. In: D. D. Randall, D.G. Blevins and R. Larson (ed) *Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology.* Columbia Vol. 1 p.1-45.
- Haynes, R. J. and K. M. Goh. 1980. Distribution and budget of nutrients in a commercial apple orchard. *Plant & Soil 56:445-457.*

- Hill, J. 1980. The remobilization of nutrients from leaves. *J. Plant Nutr.* 2:407-444.
- Himelrick, D. G. and R. E. McDuffie. 1983. The calcium cycle: Uptake and distribution in apple trees. *HortScience*, 18:147-150.
- Hopfinger, J. A. and B. W. Poovaiah. 1979. Calcium and magnesium gradients in apples with bitter pit. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:57-68.
- Huber, D. J. 1983. Role of cell wall hydrolase in fruit softening. *Hort. Rev.* 5:169-203.
- Ingle, M. and M. C. D'Souza. 1989. Physiology and control of superficial scald of apples: a review. *HortScience*. 24: 28-32.
- Jakobsen, S. T.. 1979. Interaction between phosphate and calcium in nutrient uptake by plant roots. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:141-152.
- Jones, A. L. and H. S. Aldwinckle. 1990. *Compendium of Apple and Pear Diseases*. APS Press. St. Paul Minnesota p.82-91.
- Kirkby, E. A. and A. H. Knight. 1977. Influence of the level of the nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation-anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiol.* 60:349-353.
- Kohl, W. 1966. Die calciumverteilung in apfeln und ihre veränderung während des wachstums. *Gartenbauwissenschaft* 31:513-547.
- Lau, O. L. 1971. Orchard nutrition in B. C. Panel –Orchard nutrition for apples. *Okanaga-Similkameen Fieldman's Association*. p.25-32.
- Lau, O. L. 1990. Efficacy of diphenylamine, ultra low- oxygen and ethylene scrubbing on scald control in 'Delicious' apples. *J. Hort. Sci.* 115: 959-961.
- Legge, R. L., J. E. Thompson, J. E. Baker and M. Lieberman. 1982. The effect of calcium on the fluidity and phase properties of microsomal membranes isolated from postclimacteric "Golden Delicious" apples. *Plant Cell Physiol.* 23: 161-169.
- Lidster, P. D. and S. W. Porritt. 1978. Some factors affecting uptake of calcium by apples dipped after harvest in calcium chloride solution. *Can. J. Plant Sci.* 58: 35-40.
- Little, C. R. and H. J. Taylor. 1981. Orchard locality and storage factors affecting the commercial quality of Australian 'Granny Smith' apples. *J. Hort. Sci.* 56: 323-329.
- Loneragen, J. F., K. Snowball and W. J. Simmons. 1968. Response of plants to calcium concentration in solution culture. *Austral. J. Agr. Res.* 19:845-57.
- Lord, W. J., J. H. Baker and R. A. Damon. 1981. Soil, tree and fruit responses to lime and to type and timing of nitrogenous fertilizer applications under "Sturdeespur Delicious" apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:616-619.
- Manseka, V. S. and M. D. Vasilakakis. 1993. Effect of stage of maturity, postharvest treatments and storage conditions on superficial scald and quality of apples. *Acta Hort.* 326: 213-224.
- Marinos, N. G. 1962. Studies on sub-microscopic aspects of mineral deficiencies. I. Calcium deficiency in the shoot apex of barley. *Amer. J. Bot.* 49:834-848.

- Marmé, D. and P. Dieter. 1983. Role of Ca and calmodulin in plants. In: W. Y. Cheung (ed.). Calcium and Cell Function. Academic, Press, New York. p. 264-311.
- Martin, D. 1967. ^{45}Ca movement in apple trees. Experiments in Tasmania 1960-65. Field. Sta. Rec. C.S.I.R.O. 6:49-54.
- Martin, D., T. L. Lewis and J. Gerny. 1970. Postharvest treatments of apples for storage disorders. 1967. Field. Sta. Rec. C.S.I.R.O. (Austral.) 9: 25-36.
- Mason, J. L., B. G. Drought and J. M. McDougald. 1975a. Calcium concentration of "Spartan" apple in relation to amount of senescent breakdown in individual fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:343-346.
- Mason, J. L., J. J. Jasmin and R.L. Granger. 1975b. Softening of 'McIntosh' apples reduced by a postharvest dip in calcium chloride solution plus thickener. HortScience. 10: 524-525.
- Meir, S., and W. J. Bramlage. 1988. Antioxidant activity in 'Cortland' apple peel and susceptibility to superficial scald after storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 412-418.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. Boron. In: Principles of Plant Nutrition. International Potash Inst., Worblaufen-Bern, Switzerland. p:559-572
- Merritt, R. H., W. C. Stiles, A. V. Havens and L. A. Mitterling. 1961. Effects of preharvest air temperature on storage scald of 'Stayman' apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78: 24-34.
- Millikan, C. R. and B. C. Hanger. 1964. Effect of calcium level in the substrate on the distribution of ^{45}Ca in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Austral. J. Biol. Sci. 17:823-844.
- Millikan, C. R. and B. C. Hanger. 1965. Effects of chelation and of certain cations on the mobility of foliar-applied ^{45}Ca in stock, broad bean, peas and subterranean clover. Austral. J. Biol. Sci. 18:211-226.
- Millikan, C. R. and B. C. Hanger. 1966. Movement of previously deposited ^{45}Ca in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) by foliar injections of certain cations. Austral. J. Biol. Sci. 19:1-14.
- Mix, G. P. and H. Marschner. 1976. Calciumgehalte in fruchten von paprika, bohne, quitte und hagebutte im verlauf des fruchtwachstums. Z. Pflanzenernahr. Bodenkunde. 132:537-549.
- Monroy, A. F., F. Sarhan and R. S. Dhindsa. 1993. Cold-induced changes in freezing tolerance, protein phosphorylation and gene expression. Plant Physiol. 102:1227-1235.
- Paliyath, G. and B. W. Poovaiah. 1984. Calmodulin inhibitor in senescing apples and its pharmacological significance. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 81:2065-2069.
- Paliyath, G., B. W. Poovaiah, G. R. Munske and J. A. Magnuson. 1984. Membrane fluidity in senescing apples: Effects of temperature and calcium. Plant Cell Physiol. 25:1083.
- Perring, M. A. 1985. Redistribution of minerals in apple fruit during storage: effects of late summer pruning, calcium sprays and low temperature breakdown. J. Sci. Food Agr. 36:333-342.

- Poovaiah, B. W. 1979. Role of calcium in ripening and senescence. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10: 83-95.
- Poovaiah, B. W. 1980. Vacuum-spray infiltration system for fruits. *HortScience* 15:391 (suppl.).
- Poovaiah, B. W. 1988. The molecular and cellular aspects of calcium action. *HortScience*. 23: 267-271.
- Poovaiah, B. W. and A. C. Leopold. 1973. Deferral of leaf senescence with calcium. *Plant Physiol.* 52:236.
- Poovaiah, B. W. and G. A. Moulton. 1982. Vacuum pressure infiltration process for fresh produce. U.S. patent 4, 331, 691.
- Poovaiah, B. W. and A. S. N. Reddy. 1993. Calcium and signal transduction in plants. *CRC Crit. Rev. Plant Sci.* 12: 185-211.
- Poovaiah, B. W., G. M. Glenn and A. S. N. Reddy. 1988. Calcium and fruit softening: Physiology and biochemistry. *Hort. Rev.:* 107-152.
- Poovaiah, B. W. 1988. The molecular and cellular aspects of calcium action. *HortScience*. 23:267-271.
- Preston, R. D. 1979. Polysaccharide formation and cell wall function. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 30:55-78.
- Quinlan, J. D. 1969. Chemical composition of developing and shed fruits of Laxton's Fortune apple. *J. Hort. Sci.* 44:97-106.
- Rogers, B. L. and L. P. Batjer. 1954. Seasonal trends of six nutrient elements in the flesh of "Winesap" and "Delicious" apple fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63:67-73.
- Rossignol, M., D. Lamant, L. Salsac and R. Heller. 1977. Calcium fixation by the roots of calcicole and calcifuge plants. In: Thelier, M., A. Monier and M. Dermarty. (eds.) *Transmembrane Ionic Exchange in Plants*. Editions du CRNS. Paris et Editions de l' Universite, Rouen. p. 483-515.
- Sams, C. E. and W. S. Conway. 1984. Effects of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 53-57.
- Sarah, A. W., W. J. Bramlage and M. Drake. 1985. Comparison of four sampling methods for predicting poststorage senescent breakdown of "McIntosh" apple fruit from preharvest mineral composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:710-714.
- Schumacher, R., F. Fankhauser and K. Schaltegger. 1966. Stippebefall und fruchtkalziumgehalt nach behandlung der äpfel und blätter mit lalziiumchlorid. *Schweiz. Z. Obst. U Weinbau*, 102:538-541.
- Scott, K. J. and R. B. H. Wills. 1977. Vacuum infiltration of calcium chloride: A method for reducing bitter pit and senescence of apples storage at ambient temperatures. *HortScience* 12: 71-72.
- Sfakiotakis, E., N. Niklis, G. Stavroulakis and T. Vasiliadis. 1993. Efficacy of controlled atmosphere and ultra low oxygen-low ethylene storage on keeping quality of 'Starking Delicious' apples. *Acta Hort.* 326: 191-202.

- Sharples, R. O. 1967. A note on the occurrence of watercore breakdown in apples during 1966. *Plant Pathol.* 16: 119-120.
- Sharples, R. O. 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In: D. Atkinson, J. E. Jackson, R. O. Sharples and W. M. Waller (eds.), *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths, Boston. p.17-28.
- Sharples, R.O. and D. S. Johnson.1977. The influence of calcium on senescence changes in apple. *Ann. Appl. Biol.* 85:450-453.
- Shear, C. B. 1972. Incidence of cork spot as related to calcium in the leaves and fruit of "York Imperial" apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:61-64.
- Shear, C. B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortScience* 10:361-369.
- Shear, C. B. and M. Faust. 1970. Calcium transport in apple trees. *Plant Physiol.* 45:670-674.
- Shear, C. B. and M. Faust. 1980. Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Hort. Rev.* 2:142-163.
- Skok, J. and W. J. McIlrath. 1958. Distribution of boron in cells of dicotyledonous plants in relation to growth. *Plant Physiol.* 33:428-431.
- Smith, W. H. 1950. Cell multiplication and cell enlargement in the development of the flesh of the apple fruit. *Ann. Bot.* 14:23-28.
- Smock, R. M. and A. Van Doren. 1937. The histology of bitter pit in apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 35: 176-179.
- Snowdon, A.L. 1990. A color atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. CRC Press, Boca Raton, Florida 1:170-217.
- Stebbins, R. L. and D. H. Dewey. 1972. Role of transpiration and phloem transport in accumulation of ⁴⁵Ca in leaves of young apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:471-474.
- Suwwan, M. and B. W. Poovaiyah. 1978. Association between elemental content and fruit ripening in *rin* and normal tomatoes. *Plant Physiol.* 61:883-887.
- Swietlik, D. and M. Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. *Hort. Rev.* 6:287-35.
- Tabatabaie, S. J. and M. J. Malakouti.1998. The effect of calcium on fruit firmness and quality in "Red Delicious" apple. *Soil Water* 12:43-49.
- Terblanche, J. G., L. G. Woolbridge, L. G. Hesebeck and M. Joubert. 1979. The redistribution and immobilization of calcium in apple trees with special reference to bitter pit. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 10:195-215.
- Tingwa, P.O. and R. E. Young. 1974. The effect of calcium on the ripening of avocado (*Persea americana* mill.) fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:540.
- Tromp, J. 1979. The intake curve for calcium into apple fruits under various environmental conditions. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 10:325-335.
- Van der Boon, J., and A. Das. 1969. Was moet gemaakt worden bij kalksalpeterbespuitingen bij stip? *Fruitteelt* 59:993-994.

- Van der Boon, J., B. J. Van Goor and L. K. Wiersum. 1970. Discussion-meeting on bitter pit in apples. *Acta Hort.* 16: 1-30.
- Van der Boon, J. 1968. Bitter pit in apples and fruit analysis. II. *Coll. Europ. Mediterr. Seville (E) Memoria General*, 599-606.
- Van Goor, B. J. and D. Wiersma. 1974. Redistribution of potassium, calcium, magnesium and manganese in the plant. *Physiol. Plant.* 31:163-168.
- Van Goor, B. J. 1971. The effect of frequent spraying with calcium nitrate solutions on the mineral composition and the occurrence of bitter pit of the apple Cox's Orange Pippin. *J. Hort. Sci.* 46:347-364.
- Van Lune, P. 1984. Effect of lime, gypsum and trace elements on bitter pit and breakdown in apples from trees growing on river clay. *J. Hort. Sci.* 59:71-78.
- Watkins, C. B., W. J. Bramlage and B. A. Gregoe. 1995. Superficial scald of 'Granny Smith' apples is expressed as a typical chilling injury. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 88-94.
- Wilkinson, B. G. and M. A. Perring. 1961. Variation in mineral composition of Cox's Orange Pippin apples. *J. Sci. Food Agr.* 12:74-80.
- World Fertilizer Use Manual. 2001. International Fertilizer Association. Manual. www.fertilizer.org.
- Yamaoka, T. and N. Chiba. 1983. Changes in the coagulating ability of pectin during the growth of soybean hypocotyls. *Plant Cell Physiol.* 24: 1281-1290.
- Ανώνυμος. 1998. I.O.B.C., Κατευθυντήριες γραμμές για την Ολοκληρωμένη Παραγωγή Μηλοειδών στην Ευρώπη. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 9, 168-174.
- Βασιλακάκης, Μ. και Ι. Θεριός. 1984. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας-Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. *Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.* 1-54
- Στυλιανίδης, Δ. Κ., Γ. Δ. Συργιανίδης και Κ.Δ. Χολέβας. 1995. Στοιχεία ερευνητικών εργασιών γύρω από την έλλειψη και την περίσσεια του Β στα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα. *Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών.* 5:107-111.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072400