

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**Μελέτη του φαινομένου της μικροκαρπίας στην  
μηλιά ποικιλίας Starking Delicious  
στη Ζαγορά Πηλίου**

ΑΜΑΛΙΑ Ι. ΣΤΑΣΙΝΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2002



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

Αριθ. Εισ.: 1585/1

Ημερ. Εισ.: 01-07-2003

Δωρεά: \_\_\_\_\_

Ταξιδετικός Κωδικός: Δ

634.119 949 54

ΣΤΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**Μελέτη του φαινομένου της μικροκαρπίας στην  
μηλιά ποικιλίας Starking Delicious  
στη Ζαγορά Πηλίου**

ΑΜΑΛΙΑ Ι. ΣΤΑΣΙΝΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2002

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η συσσώρευση και καταμερισμός νωπής και ξηράς ουσίας, και διαλυτών σακχάρων και αμύλου από το Μάιο έως τη συγκομιδή σε 4 φυτικά μέρη καρποφόρων βλαστών: φύλλα, παλιό βλαστό, καρπούς, νέο βλαστό. Σύγκριση έγινε μεταξύ δύο χωραφιών που παρουσίασαν ή όχι μικροκαρπία. Οι μεταχειρίσεις περιελάμβαναν ορθολογική αζωτούχο λίπανση και ασβέστωση εδάφους, μόνο ασβέστωση ή εφαρμογή daminozide μετά την άνθιση με σκοπό την τροποποίηση της κατανομής των υδατανθράκων υπέρ της καρποφορίας.

Η νωπή και ξηρά ουσία συνέχισε να συσσωρεύεται έως τη συγκομιδή των καρπών, στους καρπούς (κύρια), στη νέα βλάστηση και δευτερευόντως στα φύλλα. Οι ρυθμοί συσσώρευσης και οι συνολικές ποσότητες νωπής και ξηράς ουσίας σε κάθε φυτικό τμήμα συσχετίζονται με τις απαιτήσεις κάθε φυτικού μέρους σε ποσότητα και με το χρόνο. Έτσι οι καρποί συσσωρεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό νωπής και ξηράς ουσίας, ενώ η νεαρή βλάστηση ελάχιστη νωπή και ξηρά ουσία μόνο. Τα φύλλα συσσώρευσαν επίσης σημαντική ποσότητα ξηράς ουσίας, ενώ σαν παραγωγά όργανα, με τη φωτοσύνθεση παρήγαγαν πολλαπλάσια του βάρους τους ποσότητα ξηράς ουσίας για την ανάπτυξη των καρπών. Οι καρποί και η νέα βλάστηση συσσώρευσαν διαλυτά σάκχαρα και άμυλο το Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο, ενώ στα φύλλα και το παλιό βλαστό η ποσότητα διαλυτών σακχάρων μειώθηκε και του αμύλου δεν τροποποιήθηκε ως τη συγκομιδή των καρπών.

Η μικροκαρπία μείωσε τις ποσότητες συσσωρευμένης νωπής και ξηράς ουσίας και δεν τροποποίησε ουσιαστικά τις ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου σε όλα τα φυτικά μέρη που μελετήθηκαν. Επιπλέον η μικροκαρπία δεν μετέβαλε ουσιαστικά την ποσοστιαία κατανομή νωπής και ξηράς ουσίας μεταξύ των τεσσάρων φυτικών μερών που μελετήθηκαν καταρρίπτοντας την αρχική υπόθεση ότι η μικροκαρπία μεταβάλλει τη δύναμη των «καταναλωτών» υπέρ της βλάστησης και σε βάρος των καρπών. Βρέθηκε όμως ότι η μικροκαρπία προκαλεί απίσχναση όλων των φυτικών μερών σαν αποτέλεσμα της μειωμένης φωτοσύνθεσης ή και μείωσης των αποθεμάτων αποθησαυριστικών ουσιών στο βλαστό και ρίζες από την προηγούμενη χρονιά.

Τέλος οι μεταχειρίσεις δεν μετέβαλαν ουσιαστικά τη συσσώρευση και καταμερισμό νωπής και ξηράς ουσίας, ενώ φάνηκε ότι η ορθολογική αζωτούχος λίπανση βελτιώνει τη συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων και αμύλου στους καρπούς και το παλιό ξύλο και των διαλυτών σακχάρων στα φύλλα σε σχέση με τη μη εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης. Επομένως, οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν δεν ήταν ικανές να τροποποιήσουν την ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας, καθώς τα πειραματικά δένδρα ήταν μεγάλου μεγέθους και ρυθμιστικής ικανότητας όσον αφορά την ανάπτυξή τους και την περιεκτικότητα σε N.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Στη Μαγνησία η συστηματική μηλοκαλλιέργεια εντοπίζεται στις ορεινές περιοχές του Πηλίου με μεγαλύτερη μηλοπαραγωγό περιοχή τη Ζαγορά.

Η καλλιέργεια της μηλιάς χρονολογείται στη περιοχή από το 1950 με ποικιλίες τοπικές όπως τα Φιρίκια, τα Σκιούπια, τα Μπελφόρ, οι Ρενέδες. Σήμερα τις μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας καλύπτει η ποικιλία Starking Delicious (οπωρώνες δεύτερης και τρίτης ζώνης) η οποία ξεχωρίζει για την ανώτερη ποιότητα των καρπών που αφορά στο χρώμα, τη γεύση, το άρωμα, τη τραγανή σάρκα. Στους οπωρώνες της πρώτης ζώνης (=περιοχή χαμηλότερου υψόμετρου) η Starking Delicious έχει αντικατασταθεί από ποικιλίες σε νάνα ή ημινάνα υποκείμενα όπως η Red Chief, οι παραλλαγές Gala σε υποκείμενα M9, M106 κλπ που εκτός της υψηλής ποιότητας συμβάλλουν στο μικρότερο κόστος καλλιέργειας.

Τα τελευταία χρόνια ωστόσο, στη περιοχή της Ζαγοράς, αλλά και σε άλλες μηλοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας, εμφανίστηκε το πρόβλημα της μικροκαρπίας το αίτιο της οποίας δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί πλήρως. Στη Ζαγορά το πρόβλημα εμφανίζεται πιο έντονο σε ορεινούς κυρίως μηλεώνες (> 700 m υψόμετρο) και άρχισε να επεκτείνεται προς τους οπωρώνες στην κύρια ζώνη καλλιέργειας (500-700 m). Μακροσκοπικά η μικροκαρπία εμφανίζεται με μείωση του μεγέθους των καρπών ιδιαίτερα μετά τον Ιούνιο χωρίς να παρουσιάζεται ουσιαστική τροποποίηση στη βλάστηση. Τα αίτια της μικροκαρπίας δεν έχουν ακόμα διευκρινιστεί, αλλά μπορεί να σχετίζονται με το αραίωμα, την έλλειψη θρεπτικών συστατικών (ψευδαργύρου), την ανάπτυξη ασθενειών (μυκητολογικών και ιώσεων), την προσβολή εχθρών ή με άλλους παράγοντες (κλιματικούς κλπ), που επηρεάζουν τη σχέση παραγωγών καταναλωτών και τη μεταφορά των υδατανθράκων. Με σκοπό την αρχική φυσιολογική μελέτη του προβλήματος και σε συνδυασμό με τη μελέτη της οικονομίας υδατανθράκων στη μηλιά, στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι μεταβολές στη συσσώρευση νωπής και ξηράς ουσίας και αφομοιώσιμων υδατανθράκων σε δύο χωράφια (ένα που παρουσίασε την προηγούμενη χρονιά μικροκαρπία, και ένα που δεν είχε το πρόβλημα) σε διάφορες χρονικές στιγμές από την καρπόδεση ως την εμπορική συγκομιδή. Μεταχειρίσεις, όπως εφαρμογή ή μη αζώτου ή εφαρμογή Alar (daminozide), έγιναν με σκοπό την τροποποίηση καταμερισμού των υδατανθράκων προς όφελος των καρπών και σε βάρος της βλάστησης, καθώς η υπόθεση εργασίας μας ήταν ότι η μικροκαρπία τροποποιεί τον καταμερισμό νωπής και ξηράς ουσίας και αφομοιώσιμων υδατανθράκων εις βάρος των καρπών.

## 1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 1.1 ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΙΑΣ

Το πρόβλημα της μικροκαρπίας εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια σε αρκετές μηλοπαραγωγές περιοχές της Ελλάδας, ανάμεσά τους και η περιοχή του Πηλίου από την οποία προέρχεται τουλάχιστον το 40% της συνολικής παραγωγής μήλων που παράγονται στην Ελλάδα. Στη Ζαγορά, το πρόβλημα της μικροκαρπίας, αναφέρθηκε από το 1999 και μετά, αρχικά σε ορεινούς οπωρώνες, και από τότε και μετά, το φαινόμενο επεκτείνεται συνεχώς και σε περιοχές που στο παρελθόν δεν είχαν παρόμοιο πρόβλημα. Σήμερα απασχολεί σχεδόν όλους τους παραγωγούς μήλων των χωριών του Πηλίου, μια και η εξάπλωση του προβλήματος φαίνεται να απειλεί την οικονομία της περιοχής.

Το πρόβλημα της μικροκαρπίας εκδηλώνεται με την υστέρηση ανάπτυξης ορισμένων καρπών, ορισμένων κλάδων του δένδρου ή και ολόκληρων δένδρων σποραδικά στον οπωρώνα. Η υστέρηση αυτή αρχίζει να εμφανίζεται μετά τον Ιούνιο και ενώ η καρπόδεση έχει πραγματοποιηθεί κανονικά, και οι καρποί έχουν αραιωθεί στον κατάλληλο αριθμό καρπών ανά αιχμή για την εξισορρόπηση καρποφορίας και βλάστησης. Οι καρποί που παρουσιάζουν καθυστέρηση ανάπτυξης καταλήγουν μικρότεροι μέχρι την εμπορική ωρίμανση, χωρίς κανονικό χρωματισμό και με σημαντική υποβάθμιση της γεύσης. Οι καρποί αυτοί, βέβαια δεν είναι εμπορεύσιμοι και ως εκ τούτου είναι προφανής η οικονομική διάσταση του προβλήματος. Το φαινόμενο της μικροκαρπίας παρουσιάζει περιοδικότητα μέσα στον οπωρώνα με την έννοια ότι οι κλάδοι που παρουσιάζουν μικρόκαρπα τη μια χρονιά να επανέρχονται στη φυσιολογική κατάσταση την επομένη και το ίδιο μπορεί να συμβεί σ' ολόκληρα τα δένδρα. Βέβαια, καθώς το φαινόμενο εξαπλώνεται, ολοένα και περισσότεροι οπωρώνες εμφανίζουν μικρόκαρπα, η περιοδικότητα του φαινομένου παύει να υφίσταται, οπότε δένδρα που εμφάνισαν μικρόκαρπα την προηγούμενη χρονιά εμφάνισαν ίσως σε μεγαλύτερο βαθμό και την επόμενη.

Στη Ζαγορά η μικρόκαρπα εμφανίστηκε αρχικά στις περιοχές με το μεγαλύτερο υψόμετρο και εξαπλώθηκε προς τις χαμηλότερες περιοχές. Η βλαστική ανάπτυξη των δένδρων δεν παρουσιάζει ουσιώδεις διαφορές, αν και κάποιιοι παραγωγοί της περιοχής υποστηρίζουν ότι τα δένδρα με το πρόβλημα της μικροκαρπίας έχουν μάλλον καχεκτική ανάπτυξη και αρκετά πιο συμπαγή εμφάνιση. Ανάλογο φαινόμενο μικροκαρπίας έχει παρουσιαστεί σε οπωρώνες άλλων περιοχών και σε καλλιέργειες εκτός των μήλων όπως τα κεράσια.

#### 1.1.1 Παράγοντες που δημιουργούν τη μικροκαρπία

Τα αίτια της μικροκαρπίας δεν είναι βεβαίως εξακριβωμένα. Πολλοί είναι οι παράγοντες που μπορεί να επιδρούν ανάμεσα στα άλλα και με μικρόκαρπα, οι οποίοι μπορεί να σχετίζονται με τη θρέψη, τις κλιματολογικές συνθήκες, τις εντομοπροσβολές, τη φυσιολογία του δένδρου και ειδικότερα με τη παραγωγή και καταμερισμό των φωτοσυνθετικών προϊόντων, τις σχέσεις ανταγωνισμού μεταξύ των καταναλωτών και τις σχέσεις παραγωγών – καταναλωτών. Χωρίς να υποτιμάται η επίδραση των άλλων παραγόντων θα επιμείνουμε στη φυσιολογική

προσέγγιση του προβλήματος, ώστε να κατανοήσουμε περισσότερα πράγματα για την επίδραση του φαινομένου της μικροκαρπίας στην παραγωγή, μεταφορά και καταμερισμό των υδατανθράκων τις σχέσεις μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών.

#### 1.1.1.1 Παράγοντες θρέψης

Η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων επηρεάζει την ανάπτυξη των δένδρων όπως και την ποιότητα και το μέγεθος των καρπών, μέσω της διαταραχής που προκαλεί σε βασικές λειτουργίες όπως η φωτοσύνθεση, ο μεταβολισμός, η κυτταροδιαίρεση, η δίογκωση των κυττάρων, η ρύθμιση του ορμονικού ισοζυγίου, ο έλεγχος του ρυθμού ανάπτυξης.

Όμως η έλλειψη των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων προκαλεί έντονα συμπτώματα πρωταρχικά στα φύλλα, που είναι οι παραγωγοί φωτοσυνθετικών προϊόντων, πράγμα που αναπόφευκτα επηρεάζει και την ανάπτυξη των καρπών.

Ανάμεσα στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, αυτά που επηρεάζουν λιγότερο ή περισσότερο την ποιότητα του καρπού είναι το Ca, το K, ο P, το B, ο Zn και ο Fe. Από τα παραπάνω στοιχεία και σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές η μείωση στο μέγεθος των καρπών μηλιάς έχει παρατηρηθεί ως χαρακτηριστικό σύμπτωμα τροφопενιών βορίου σε πάρα πολλές χώρες, ανάμεσά τους και η Ελλάδα, με παράλληλη εμφάνιση σχισμών και τελική παραμόρφωση αυτών. Η έλλειψη B ωστόσο περιλαμβάνει και νέκρωση των βλαστών με παράλληλη εσωτερική και εξωτερική φέλλωση. Η έλλειψη Fe εκτός από τη μειωμένη βλαστική ανάπτυξη και τα χλωρωτικά συμπτώματα που προκαλεί στα φύλλα (απαραίτητος για τη φωτοσύνθεση και τη σύνθεση της χλωροφύλλης), επιδρά επίσης στη ποιότητα των καρπών, με μείωση του μεγέθους τους, υποβάθμιση και αλλοίωση της γεύσης τους (όξινο). Τέλος, η έλλειψη Zn συνδέεται με μικρόκαρπα στα μήλα, μείωση της απόδοσης, αλλαγή του σχήματος των καρπών (H/D), παράλληλα με τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μικροφυλλίας, βραχυγονάτωσης και συστροφής των φύλλων.

#### 1.1.1.2 Ασθένειες

Σύμφωνα με κάποιες βιβλιογραφικές αναφορές παθογόνο αίτιο της μικροκαρπίας είναι το μυκόπλασμα MLO (Kunze 1988, Nemeth 1986, Seemuller 1988), το οποίο μεταδίδεται δια μέσω κυρίως των ριζών, του πολλαπλασιαστικού υλικού, του εμβολιασμού και διαφόρων εντόμων (κυρίως φυλλοδετών).

Ο Parish (1989) συσχέτισε το πρόβλημα της μικροκαρπίας της μηλιάς σε ποσοστό 100% με τη παρουσία MLO στις ρίζες, το οποίο μάλιστα κατάφερε να ελέγξει με ψεκασμούς οξυτετρακυκλίνης το Φθινόπωρο. Τα συμπτώματα που προκαλεί στα δένδρα είναι σαφώς απίσχναση των ιστών και μείωση της ευρωστίας των δένδρων, και συγκεκριμένα μείωση του μεγέθους των καρπών στο 30-60% με μη ικανοποιητικό χρωματισμό και φτωχή γεύση, με μεγαλύτερο όμως ποδίσκο από τους κανονικούς καρπούς, φύλλα μικρότερα που ροδίζουν κατά την περίοδο του Σεπτεμβρίου αντί να κιτρινίζουν και έκπτυξη πολλών βλαστών μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου που θυμίζουν τη σκούπα της μάγισσας (χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας). Η εμφάνιση των συμπτωμάτων είναι χρονικά ακαθόριστη, μπορεί να υφίστανται για κάποια χρόνια από την πρώτη εμφάνιση τους και μετά να εξαφανιστούν και να

επανεμφανιστούν μετά από ένα αυστηρό κλάδεμα ή εμβολιασμό. Ωστόσο, τουρκικό δημοσίευμα του Cali (1994) που μελέτησε την εκδήλωση του φαινομένου της μικροκαρπίας στην περιοχή Ispartu της Τουρκίας σε μήλα Delicious, απέκλεισε ότι το αίτιο της μικροκαρπίας μπορεί να είναι ιός ή MLO και την αποδίδει σε περιβαντολογικούς και φυσιολογικούς παράγοντες.

#### 1.1.1.3 Εχθροί

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες αναφορές για προσβολές εντόμων που προκαλούν άμεσα μικρόκαρπα στη μηλιά. Κάποια έντομα ωστόσο όπως οι φυλλοδέτες, οι νάρκες, τα τζιτζικάκια κ.α. (*Philaenus spumarius*, *Aphrophoraalni*, *Lepyronia coleoprata*, *Artianus interstitialis*, *Fieberiella florii* *Cantharanthus roseus*, *Apium graveolens*) θεωρούνται φορείς των μυκοπλασμάτων που μπορεί να ευθύνονται για τη μικρόκαρπα στη μηλιά γι αυτό και υποστηρίζεται ότι ψεκάσμοι με ισχυρά εντομοκτόνα επιδρούν στη μείωση της εξάπλωσης του φαινομένου, ενώ αντίθετα, ο μη έλεγχος των εντομοπροσβολών ή η ήπια αντιμετώπισή τους, εντείνουν και το πρόβλημα της μικροκαρπίας. Έχει αναφερθεί επίσης, ότι οι προσβολές των αφίδων προκαλούν ανάσχεση της ανάπτυξης των καρπών, την επόμενη της προσβολής χρονιά, ίσως μέσω της διαταραχής που προκαλούν στην οικονομία των υδατανθράκων. (Περισσότερα θα αναπτυχθούν στο σχετικό κεφάλαιο).

#### 1.1.1.4 Περιβαντολογικοί παράγοντες

Είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια σε πολλές περιοχές της Μεσογείου, ανάμεσά τους και η Ελλάδα, έχει παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης του ανθρωπογενούς όζοντος σε τοξικά επίπεδα, ειδικά ορισμένες εποχές το χρόνο. Αν και δεν έχει διερευνηθεί το επίπεδο του όζοντος στις αγροτικές περιοχές, ούτε και υπάρχουν επαρκείς μελέτες (λόγω και των προφανών δυσκολιών) για την ακριβή επίδρασή του στις καλλιέργειες των περιοχών αυτών, είναι γνωστό, από μελέτες που έγιναν σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, ότι το όζον έχει δυσμενείς επιδράσεις στις καλλιέργειες οι οποίες εκδηλώνονται με χλωρώσεις στα φύλλα, μείωση στη φωτοσύνθεση, μείωση στη παραγωγή βιομάζας, μείωση στον αριθμό διαφοροποίησης ανθέων κλπ.

Οι Thompson και Taylor το 1969, και ο Olszyk και οι συνεργάτες του το 1990, βρήκαν ότι το όζον προκάλεσε μείωση στο βάρος των πορτοκαλιών κατά 11% καθώς και αύξηση της καρπότητας (51%), μείωση στην απόδοση (11%), μείωση στον αριθμό των καρπών ανά δένδρο, μείωση στο βάρος των φύλλων, καθώς και αύξηση στο άμυλο των φύλλων.

Είναι ακόμα γνωστό ότι κάποια είδη, είναι περισσότερο ευαίσθητα στις δυσμενείς επιδράσεις του όζοντος. Τέτοια είναι η πεύκη, τα κολοκυνθοειδή, το τριφύλλι τα οποία εκδηλώνουν με ορατά συμπτώματα τη δυσμενή επίδραση του όζοντος. Τα είδη αυτά χρησιμοποιούνται ως φυτά δείκτες για τη διαπίστωση ή όχι του προβλήματος. Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι κάποια μυκητοκτόνα (Benomyl, Bayleton, EDU) αναστέλλουν τις δυσμενείς επιδράσεις του όζοντος, ενώ η ύπαρξη μεγάλης υπερϊώδους ακτινοβολίας (π.χ. περιοχές με μεγάλο υψόμετρο) επιτείνει τις δυσμενείς επιδράσεις του όζοντος.

#### 1.1.1.5 Χρήση χημικοαραιωτικών

Σύμφωνα με κάποιες βιβλιογραφικές αναφορές, οι μικροί καρποί στη μηλιά (διαμέτρου < 45mm) είναι το αποτέλεσμα της καθυστερημένης χρήσης NAA για



αραίωση ή της χρήσης του NAA σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών (Williams 1999) ή της χρήσης του σε υψηλές δόσεις (Robinson και συνεργάτες του 1993).

### 1.1.1.6 Μεταφορά υδατανθράκων

Πολλοί υποστηρίζουν ότι το αίτιο του προβλήματος της μικροκαρπίας βρίσκεται στην ανισοκατανομή των υδατανθράκων που παράγονται κατά τη φωτοσύνθεση, μεταξύ των φυτικών και αναπαραγωγικών μερών της μηλιάς και σε διαταραχή των σχέσεων παραγωγών καταναλωτών. Επειδή η διερεύνηση του θέματος προς τη κατεύθυνση αυτή άπτεται της φυσιολογικής βάσης διερεύνησης του προβλήματος της μικροκαρπίας περισσότερο θα αναπτυχθούν στα σχετικά κεφάλαια.

## 1.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Η μηλιά όπως και κάθε φυτικός οργανισμός είναι ένα πολύπλοκο σύστημα οργανωμένο σε μικρότερα υποσυστήματα- όργανα όπως των φύλλων, βλαστών και ριζών. Η λειτουργία του βασίζεται στην ισόρροπη εσωτερική μεταφορά των «ουσιών» απαραίτητων για τον φυτικό οργανισμό. Οι «ουσίες» αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν ανόργανα στοιχεία και νερό που απορροφούνται από τις ρίζες ή μπορεί να είναι παράγωγα φωτοσύνθεσης και μεταβολισμού, λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα κυρίως στα φύλλα του δένδρου. Το διάλυμα ανόργανων θρεπτικών στοιχείων και νερού μετακινείται μέσω των αγγείων από τις ρίζες προς τα φύλλα, όπου θα λάβει χώρα η αφομοίωσή τους, ενώ τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης και άλλα μεταβολικά προϊόντα μετακινούνται από τα φύλλα προς τα διάφορα συστήματα (ρίζες, βλαστοί, νεαρά φύλλα, καρποί, οφθαλμοί) δια μέσω του φλοιού. Εκτός όμως από τα παραπάνω, υπάρχουν άλλες ομάδες ουσιών (ορμόνες, ρυθμιστές ανάπτυξης κτλ) που παράγονται σε ορισμένα μέρη του φυτού και οι οποίες θα πρέπει να μετακινηθούν προς διάφορες κατευθύνσεις χρησιμοποιώντας τους αγωγούς ιστούς του φλοιού ή του ξύλου εκτελώντας κυκλική μεταφορά.

### 1.2.1 Στοιχεία από την ανατομία φλοιού

Το φλοιώμα αποτελείται από τα ηθμώδη κύτταρα που είναι επιμήκη χωρίς πυρήνα και εκεί λαμβάνει χώρα η μετακίνηση των αφομοιωτικών προϊόντων. Αυτά ενώνονται στα άκρα τους σχηματίζοντας τους ηθμοσωλήνες. Στα σημεία ένωσής τους υπάρχει πορώδης πλάκα, που παρεμποδίζει μερικώς την παθητική ροή των προϊόντων και στην οποία υπάρχουν πρωτεϊνούχες ίνες που παίζουν το ρόλο της αντλίας μεταφοράς αφομοιωτικών προϊόντων από τον ένα ηθμό στον άλλο. Στενά συνδεδεμένα με τα ηθμώδη κύτταρα, είναι τα συνοδά κύτταρα, που εφάπτονται και επικοινωνούν με τα ηθμώδη με πλασμοδέσματα. Ο ρόλος των συνοδών κυττάρων στα φύλλα εικάζεται ότι είναι η απορρόφηση των σακχάρων και η μεταφορά τους στα ηθμώδη κύτταρα. Πολλές φορές μάλιστα τα συνοδά κύτταρα φέρουν πτυχώσεις έτσι ώστε να αυξάνεται η επιφάνεια απορρόφησης. Ο φλοιός έχει και παρεγγυματικά κύτταρα που είναι πιο επιμήκη από τα άλλα παρεγγυματικά κύτταρα του φυτού, έχουν λεπτά τοιχώματα και έχουν ενεργό ρόλο στην αποθήκευση και στην πλάγια μεταφορά διαλυτών ουσιών και νερού. Το φλοιώμα στηρίζεται με τις φλοιώδεις ίνες που για το σκοπό αυτό ενώνονται και σχηματίζουν δέσμες. Στα φύλλα της μηλιάς υπάρχουν τα κεντρικά μεγάλα

αγωγή στοιχεία τα οποία διακλαδίζονται σε μικρότερα, τα μικρότερα σε ακόμα πιο μικρά κ.ο.κ. ως τις ελάχιστες μονάδες που αποτελούνται από ένα μόνο αγγείο και έναν ή δύο ηθμοσωλήνες. Τα αγγεία του ξύλου είναι συνήθως πάνω από τους ηθμοσωλήνες.

### 1.2.2 Μεταφερόμενα φωτοσυνθετικά προϊόντα (υδατάνθρακες)

Η ανάλυση του χυμού του φλοιού που λαμβάνεται με τη βοήθεια του στιλέτου μυζητικών εντόμων, όπως των αφίδων (Kennedy και Mittler 1953), έδειξε ότι το 90% της μεταφερόμενης ύλης δια μέσω του φλοιού είναι υδατάνθρακες, ενώ σε ελάχιστα είδη η αναλογία αυτή μικραίνει προς όφελος των αζωτούχων ουσιών, οι οποίες μπορεί και να αποτελούν σε εξαιρετικές περιπτώσεις το 45% της μεταφερόμενης ύλης. Παράλληλα στο χυμό του φλοιού βρίσκονται σε μικρές ποσότητες και πολλά άλλα οργανικά συστατικά, όπως οργανικά οξέα, ρυθμιστές ανάπτυξης και ανόργανα συστατικά όπως νάτριο, φώσφορος, μαγνήσιο κ.α.

Σε ότι αφορά τους υδατάνθρακες όλα τα σάκχαρα που μεταφέρονται δια μέσω του φλοιού είναι μη αναγωγικά (non-reducing) σάκχαρα και αυτό που απαντά συχνότερα στη πλειονότητα των ειδών είναι η σακχαρόζη. Γενικά τα περισσότερα από τα μη αναγωγικά σάκχαρα που μετακινούνται στο φλοιό ανήκουν στη σειρά της ραφινόζης (σακχαρόζη, ραφινόζη, σταχυόζη, βερμπασκοζη) ή στα αλκοολοσάκχαρα (μαννιτόλη, σορβιτόλη, γαλακτιτόλη, μυινοσιτόλη) (Zimmermann και Zeigler 1975).

Το γεγονός ότι μετακινούνται μόνο τα μη αναγωγικά σάκχαρα (ενώ δεν μετακινούνται τα αναγωγικά και τα φωσφορικά παράγωγά τους) αποδίδεται στο ότι τα μη αναγωγικά είναι τα λιγότερο ενεργά. Ίσως γι αυτό και τα αναγωγικά σάκχαρα σπάνια απαντούν άφθονα στα περισσότερα απ' τα κύτταρα του φυτικού οργανισμού. Εξάλλου, τα αναγωγικά σάκχαρα, φρουκτόζη και γλυκόζη, που βρίσκονται μαζί με τη σακχαρόζη στους καρπούς, είναι παράγωγα της σακχαρόζης και δεν μεταφέρονται στο φλοιό.

Η υπέρσχυση της σακχαρόζης ανάμεσα στα άλλα αφομοιωτικά προϊόντα και η μετακίνησή της δια μέσω του φλοιού ξεκινά από τη δέσμευση του CO<sub>2</sub> στους χλωροπλάστες του φύλλου. Το CO<sub>2</sub> μπαίνει στο κύκλο του Calvin, όπου ένα μέρος του χρησιμοποιείται για την ανασύσταση των συστατικών του κύκλου, ένα άλλο μέρος του μετατρέπεται σε ποικίλους βοηθητικούς μεταβολίτες, το μεγαλύτερο όμως μέρος του, χρησιμοποιείται για τη δόμηση της σακχαρόζης και του αμύλου. Για τη σύνθεση της σακχαρόζης χρησιμοποιείται το μεγαλύτερο ποσοστό του δεσμευόμενου άνθρακα (50-70%). Το υπόλοιπο μέρος προσωρινά μετατρέπεται σε άμυλο. Το άμυλο αυτό υδρολύεται στους χλωροπλάστες κατά τη διάρκεια της νύχτας οπότε και παράγεται επιπλέον C για τη σύνθεση της σακχαρόζης. Η σακχαρόζη είναι λοιπόν το κυρίως μεταφερόμενο σάκχαρο που χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας και για τη σύνθεση της φυτικής βιομάζας.

Ο Ziegler (1975) πειραματιζόμενος με 500 περίπου είδη φυτών επιβεβαίωσε ότι η σακχαρόζη είναι το κυρίως μεταφερόμενο σάκχαρο στο χυμό του φλοιού ανάμεσα σε άλλα μη αναγωγικά σάκχαρα, όπως η ραφινόζη, σταχυόζη και μυινοσιτόλη. Το ίδιο ισχύει και για πολλά είδη της υποκογένειας Rosoideae της οικογένειας Rosaceae που μεταφέρουν κυρίως σακχαρόζη, και μικρότερες

ποσότητες ραφινόζης, σταχυόζης και μυοινοσιτόλης. Στο γένος της μηλιάς όμως δεν ακολουθείται ο γενικός κανόνας, αλλά ο κυρίως μεταφερόμενος, φωτοσυνθετικά παραγόμενος υδατάνθρακας είναι η σορβιτόλη (αλκοολοσάκχαρο), όπως ακριβώς και στην αχλαδιά, δαμασκηλιά, κερασιά και ροδακινιά. Η σορβιτόλη αποτελεί το 60-80% των διαλυτών υδατανθράκων που αποθηκεύονται και μεταφέρονται από τα φύλλα μέσω των ηθμοσωλήνων, παράγεται δε στα ώριμα φύλλα και μεταφέρεται στα νεαρά (Bielecki 1969, Hansen και Granslund 1978, Loesch 1987). Αποτελεί λοιπόν έναν απ' τους σημαντικότερους υδατάνθρακες στη μηλιά.

### 1.2.3 Μηχανισμοί και μονοπάτια μεταφοράς δια μέσω του φλοιού

Τα αφομοιωτικά προϊόντα συμπεριλαμβανομένων των υδατανθράκων μετακινούνται κυρίως δια μέσω των ηθμοσωλήνων. Η μετακίνηση αυτή στηρίζεται σύμφωνα με τον Munch (1927), στη διαφορά οσμωτικού δυναμικού μεταξύ των παραγωγών ιστών και των καταναλωτών (επικρατέστερη θεωρία).

Στα κύτταρα του ηθμού κοντά στα φωτοσυνθετικά κύτταρα (κυρίως του μεσοφύλλου), η συγκέντρωση των προϊόντων αφομοίωσης είναι υψηλή εξαιτίας των σακχάρων που παράγονται φωτοσυνθετικά στα κοντινότερα κύτταρα του μεσοφύλλου. Η συγκέντρωση των προϊόντων αφομοίωσης στο άλλο άκρο του συστήματος του φλοιώματος, δηλαδή στα κύτταρα καταναλωτές, είναι χαμηλή.

Ειδικότερα η σακχαρόζη, ή η σορβιτόλη στη περίπτωση της μηλιάς, συντίθεται στα κύτταρα του μεσοφύλλου και μετακινείται προς τους ηθμοσωλήνες δια μέσω του συμπλάσματος. Πλασμοδέσματα δεν υπάρχουν μεταξύ των κυττάρων του μεσοφύλλου, των συνοδών κυττάρων των ηθμαγγειωδών δεσμίδων, ενώ αντίθετα, υπάρχουν άφθονα μεταξύ των μεσοφυλλικών κυττάρων. Έτσι η σακχαρόζη ή σορβιτόλη μετακινείται από τα κύτταρα του μεσοφύλλου στον αποπλάστη, όπου και διαχέεται, και από εκεί εισέρχεται ενεργητικά στα συνοδά κύτταρα των ηθμοσωλήνων του φύλλου από όπου περνά συμπλαστικά στους ηθμοσωλήνες ώστε να μπορεί να μεταφερθεί με τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες. Φαίνεται ότι τα συνοδά κύτταρα παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση της σακχαρόζης ή της σορβιτόλης από τον αποπλάστη (phloem loading), επειδή είναι πολύ πιο μεγάλα και μεταβολικά πιο ενεργά από τα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού.

Η ενεργητική είσοδος της σακχαρόζης ή της σορβιτόλης στα συνοδά κύτταρα προκαλεί μείωση (πιο αρνητικό) του οσμωτικού δυναμικού σε αυτά τα κύτταρα, πράγμα που οδηγεί στην είσοδο νερού με μαζική ροή. Η υψηλή συγκέντρωση της σακχαρόζης ή της σορβιτόλης που είναι αποτέλεσμα της εισόδου της στα συνοδά κύτταρα και κατόπιν στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, καθώς και η ταυτόχρονη απορρόφηση νερού, είναι τα αίτια της δημιουργίας υψηλής πίεσης σπαργής και της μαζικής ροής που παρατηρείται στους ηθμοσωλήνες. Έτσι η θεωρία του Munch για τη μεταφορά εντός του φλοιού συνοψίζεται στα εξής: το διάλυμα σακχαρόζης ή σορβιτόλης κινείται με μαζική ροή από τους παραγωγούς στους καταναλωτές εξαιτίας της διαφοράς δυναμικού που διατηρείται με την παραγωγή σακχάρων στους παραγωγούς και τη χρησιμοποίησή τους στους καταναλωτές.

Ο Geiger και οι συνεργάτες του (1973) έδειξαν ότι μόνο τα σάκχαρα που μεταφέρονται δια μέσω του φλοιού μεταφέρονται ενεργητικά στους ηθμοσωλήνες. Τα σάκχαρα αυτά περιλαμβάνονται στη σειρά της ραφινόζης (σακχαρόζη), αλλά και στα αλκοολοσάκχαρα (σορβιτόλη). Τα αναγωγικά σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη), δεν μεταφέρονται ενεργητικά παρόλο που μικρές ποσότητες μπορούν να διεισδύσουν στα συνοδά κύτταρα και στις μεμβράνες των ηθμοσωλήνων παθητικά. Η επιλεκτικότητα των σακχάρων κατά τη μεταφορά τους μέσω του φλοιού, βασίζεται σ' ένα μηχανισμό αναγνώρισης απ' τις μεμβράνες που μεταφέρουν τα σάκχαρα αυτά στο κυτόπλασμα των συνοδών κυττάρων.

Ο μηχανισμός μεταφοράς της σακχαρόζης ή σορβιτόλης στο φλοιώμα φαίνεται πάντως να συνδέεται με την ύπαρξη ενός συστήματος μεταφοράς ιόντων υδρογόνου (Giaguinta 1983). Το σύστημα μεταφοράς είναι μια αντλία πρωτονίων που βγάζει τα πρωτόνια έξω απ' το πλάσμα της μεμβράνης χρησιμοποιώντας ενέργεια ATP, οπότε το pH έξω απ' το κύτταρο, στον αποπλάστη, πέφτει σε σχέση μ' αυτό που υπάρχει μέσα στο κύτταρο. Τα πρωτόνια κατόπιν διαπερνούν ξανά το κύτταρο «κουβαλώντας» μαζί τη πρωτεΐνη μεταφοράς που μεταφέρει τη σακχαρόζη ή άλλο σάκχαρο. Η ύπαρξη αυτού του συστήματος μεταφοράς σακχάρου-πρωτονίου, επιβεβαιώνεται από τη χαμηλότερη συγκέντρωση πρωτονίων που έχουν οι ηθμοσωλήνες. Το pH του αποπλάστη είναι μάλλον όξινο σε σύγκριση με το pH των κυττάρων του φλοιού. Εάν το pH του αποπλάστη αυξηθεί τεχνητά, εξουδετερώνεται η οξύτητά του και η απορρόφηση της σακχαρόζης παρεμποδίζεται. Σάκχαρα όπως η μεθυλογλυκόζη, η φρουκτόζη, η ραφινόζη, και η γλυκόζη δεν ανταγωνίζονται το σύστημα μεταφοράς της σακχαρόζης διότι δεν προκαλούν αύξηση του pH.

Η μετάβαση των σακχάρων από τους ηθμοσωλήνες και η απορρόφησή τους από τα κύτταρα των καταναλωτών γίνεται επίσης ενεργητικά. Εκεί θα χρησιμοποιηθούν για την αύξηση των κυττάρων, για παραγωγή ενέργειας, κλπ και μπορεί οι συγκεντρώσεις των σακχάρων αυτών να φτάσουν στα επίπεδα των συγκεντρώσεων των σακχάρων που υπάρχουν στα ηθμώδη κύτταρα των παραγωγών ιστών ή και πολύ πιο ψηλά. Εάν η σακχαρόζη και τα άλλα αφομοιωτικά προϊόντα αντληθούν έξω από τους ηθμοσωλήνες προς τα κύτταρα των καταναλωτών οργάνων, το οσμωτικό δυναμικό στα ηθμώδη κύτταρα θα γίνει πολύ λιγότερο αρνητικό και η πίεση θα μειωθεί με τη διαρροή νερού στον αποπλάστη. Αυτό θα μειώσει την πίεση στους ηθμοσωλήνες της περιοχής των καταναλωτών κυττάρων οπότε αυτή η διαφορά πίεσης μεταξύ του σημείου παραγωγής και του σημείου κατανάλωσης θα οδηγήσει σε περαιτέρω ροή προς την περιοχή των καταναλωτών.

Η διεύθυνση μετακίνησης του χυμού του φλοιώματος μπορεί να είναι και προς τη βάση και προς τη κορυφή. Φαίνεται όμως ότι αυτό δε γίνεται στον ίδιο ηθμοσωλήνα. Ουσίες που μετακινούνται προς τη κορυφή από τα ενήλικα φύλλα χρησιμοποιούν συγκεκριμένο ηθμοσωλήνα, ενώ όταν πρόκειται να μετακινηθούν προς τα κάτω (βάση) χρησιμοποιούν τον πιο κοντινό και εφαιπτόμενο ηθμοσωλήνα με διεύθυνση κίνησης χυμού καθοδική. Η διεύθυνση της κίνησης του χυμού μέσα σε ένα ηθμοσωλήνα μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το χρόνο και

σε σχέση με το αν ένα όργανο αποτελεί καταναλωτή ή παραγωγό αφομοιωτικών προϊόντων (Peterson and Currier 1969).

#### 1.2.4 Χημεία των υδατανθράκων

Οι υδατάνθρακες απαντούν σε κάθε ζωντανό οργανισμό. Η ζάχαρη (σακχαρόζη) και το άμυλο στις τροφές, η κυτταρίνη (κελλουλόζη) στο ξύλο, το χαρτί και το βαμβάκι είναι σχεδόν καθαροί υδατάνθρακες. Τροποποιημένοι υδατάνθρακες συνιστούν μέρος του περιβλήματος των κυττάρων, άλλοι απαντούν στα μόρια του DNA, ενώ άλλοι χρησιμοποιούνται σαν φάρμακα.

Ο όρος υδατάνθρακες αναφέρεται σε ναι ευρεία κατηγορία πολυυδροξυλιωμένων αλδεϋδών και κετονών, που ονομάζονται κοινώς σάκχαρα. Ο γενικός τύπος των υδατανθράκων είναι  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  όπου  $n = 1, 2, 3, \dots$  κλπ. Οι υδατάνθρακες ταξινομούνται σε δύο γενικές κατηγορίες, στους απλούς ή μονοσακχαρίτες και στους σύνθετους.

Οι *μονοσακχαρίτες* ή *απλά σάκχαρα* δεν μπορούν να υδρολυθούν σε άλλα μικρότερα μόρια και ανάλογα με τον αριθμό ατόμων άνθρακα που περιέχουν ονομάζονται :

**Τριόζες (3 άτομα C):** Σημαντικά ενδιάμεσα σάκχαρα στο μεταβολικό μονοπάτι της φωτοσύνθεσης και της κυτταρικής αναπνοής.

**Τετρόζες (4 άτομα C):** Εκτός από μια τετρόζη, που απαντάται στη φωτοσύνθεση και αναπνοή, είναι μάλλον σπάνια μορφή υδατάνθρακα.

**Πεντόζες (5 άτομα C):** Είναι αρκετά σημαντική μορφή σακχάρων στη φωτοσύνθεση και αναπνοή. Εξάλλου δύο πεντόζες, η ριβόζη και η δεοξυριβόζη, αποτελούν δομικές μονάδες του νουκλεϊκού οξέος.

**Εξόζες (6 άτομα C):** Οι εξόζες, ανάμεσά τους η γλυκόζη και η φρουκτόζη, απαντώνται σε πολλά απ' τα στάδια της αναπνοής και φωτοσύνθεσης και αποτελούν δομικές μονάδες άλλων υδατανθράκων.

**Επτόζες (7 άτομα C):** Απαντώνται σπάνια και μόνο ως ενδιάμεση μορφή υδατανθράκων στη φωτοσύνθεση και αναπνοή.

Οι μονοσακχαρίτες μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω σε αλδόζες και σε κετόζες, ανάλογα με τη φύση της καρβονυλικής ομάδας (αλδεϋδη ή κετόνη, αντίστοιχα). Για παράδειγμα, η γλυκόζη είναι μια αλδοεξόζη, η φρουκτόζη είναι μια κετοεξόζη και η ριβόζη μια αλδοπεντόζη.

Οι υδατάνθρακες παρουσιάζουν στερεοϊσομέρεια D και L. Τα D-στερεοϊσομερή έχουν το -OH στα δεξιά του τελευταίου ατόμου C, ενώ τα L-στερεοϊσομερή έχουν το -OH στα αριστερά του τελευταίου ατόμου C. Αρκετοί υδατάνθρακες απαντούν σε κατάσταση ισορροπίας ανάμεσα στις δομές ανοικτής και κλειστής αλυσίδας με σχηματισμό πενταμελών (φουρανοζικών) ή εξαμελών (πυρανοζικών) μη επίπεδων δακτυλίων. Για παράδειγμα οι πυρανοζικοί δακτύλιοι έχουν *γεωμετρία τύπου ανακλίντρου*, με αξονικούς και ισημερινούς υποκαταστάτες.

Οι αλδόζες και οι κετόζες μπορούν να αναχθούν και να δώσουν πολυαλκοόλες που ονομάζονται και αλκοολοσάκχαρα και είναι σημαντικά συστατικά του χυμού του φλοιού. Έτσι η γλυκόζη και η φρουκτόζη (αναγωγικοί μονοσακχαρίτες) ανάγονται σε σορβιτόλη, όταν το -OH συνδέεται στα δεξιά του

δευτέρου ατόμου C, ενώ όταν το -OH συνδέεται στα αριστερά του C, παράγεται μαννιτόλη.

Οι αλδόζες και μερικές κετόζες μπορούν να οξειδωθούν και χαρακτηρίζονται σαν αναγωγικά σάκχαρα. Συνήθως η δοκιμασία των αναγωγικών σακχάρων γίνεται με το φελλίγγειο υγρό ( $\text{CuSO}_4$  σε αλκαλικό διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου) και διαπιστώνεται από τη το σχηματισμό κόκκινου ιζήματος που προέρχεται από την αναγωγή του  $\text{Cu}^{2+}$  σε  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Σακχαρικά οξέα που προέρχονται από οξείδωση των αλδοζών ή κετοζών απαντώνται στη φύση όπως για παράδειγμα το γαλακτουρονικό οξύ, βασικό συστατικό των πηκτινών και των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Οι *σύνθετοι υδατάνθρακες* απαρτίζονται από δύο ή και περισσότερα απλά σάκχαρα συνδεδεμένα μεταξύ τους με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Για παράδειγμα η σακχαρόζη είναι ένας *δισακχαρίτης* και αποτελείται από ένα μόριο γλυκόζης συνδεδεμένο με ένα μόριο φρουκτόζης, ενώ η κυτταρίνη είναι ένας *πολυσακχαρίτης* που αποτελείται από μερικές χιλιάδες μόρια γλυκόζης συνδεδεμένα μεταξύ τους. Με υδρόλυση οι σύνθετοι υδατάνθρακες διασπώνται στις μονοσακχαρικές δομικές τους μονάδες.

Ακόμη 2 μόρια γλυκόζης σχηματίζουν το δισακχαρίτη μαλτόζη (αν προκύπτει απ' την α-γλυκόζη) και σελοβιόζη (αν προκύπτει από τη β-γλυκόζη). Η ένωση της γαλακτόζης και σακχαρόζης παράγει ραφινόζη (τρισακχαρίτης), ενώ η ένωση δύο μορίων γαλακτόζης και ενός σακχαρόζης παράγει σταχυόζη (τετρασακχαρίτης). Οι δι-, τρι- και τετρασακχαρίτες είναι *ολιγοσακχαρίτες*.

Σε μερικές περιπτώσεις και κατά το σχηματισμό των ολιγοσακχαριτών, η καρβονυλική ομάδα μπορεί να παραμείνει ελεύθερη, οπότε η νέα ένωση διατηρεί τις αναγωγικές ιδιότητες των μονοσακχαριτών, πχ. μαλτόζη και σελουλόζη. Στις περιπτώσεις που και οι δύο καρβονυλικές ομάδες των μονοσακχαριτών ενώνονται μεταξύ τους για το σχηματισμό του ολιγοσακχαρίτη, προκύπτει μη αναγωγικό σάκχαρο (σειρά ραφινόζης). Πχ. η αλδεύδη της γλυκόζης ενώνεται με την κετόνη της φρουκτόζης οπότε παράγεται η σακχαρόζη, η οποία δεν παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες. Η σειρά των μη αναγωγικών ολιγοσακχαριτών (σειρά ραφινόζης) είναι ενώσεις της σακχαρόζης με μόρια γαλακτόζης και αποτελούν μεγάλο μέρος των μετακινούμενων υδατανθράκων στο φλοιό. Ολιγοσακχαρίτες είναι και οι δεξτρίνες που είναι πολυμερή και παράγωγα του αμύλου.

Άλλοι σημαντικοί πολυσακχαρίτες είναι το άμυλο, η κυτταρίνη, η καλλόζη, η ημικυτταρίνη και οι πηκτίνες. Η κυτταρίνη προέρχεται από την ένωση μονάδων β-κυκλικής γλυκόζης (3000 έως 10000 μονάδες), ενώ το μόριο του αμύλου προέρχεται από την ένωση α-κυκλικής γλυκόζης. Η καλλόζη, που είναι σημαντικός πολυσακχαρίτης για το σχηματισμό της ηθμώδους πλάκας και για την επούλωση πληγωμένων ιστών, δημιουργείται από την ένωση β-D γλυκοπυρανόζης με β-1,3 γλυκοζυτικούς δεσμούς.

Οι πολυσακχαρίτες μπορούν πάντως να διασπαστούν σε απλούστερα σάκχαρα ακολουθώντας την αντίστροφη της ένωσής τους διαδικασία που ονομάζεται υδρόλυση. Υδρόλυση λαμβάνει χώρα κατά τη βλάστηση των σπόρων, όπου το μη διαλυτό άμυλο διασπάται στη διαλυτή μορφή της γλυκόζης, οπότε μπορεί να μεταβολισθεί. Τα ένζυμα που είναι υπεύθυνα για την υδρόλυση του αμύλου και

της κυτταρίνης είναι εξειδικευμένα, έτσι ώστε, ένα και μοναδικό ένζυμο να καταλύει την ένωση γλυκόζης με α-δεσμούς, ενώ το άλλο, την ένωση μονάδων γλυκόζης με β-δεσμούς.

### 1.2.5 Αποθήκευση των φωτοσυνθετικών προϊόντων στη μηλιά

Η μηλιά και τα άλλα δένδρα αποθηκεύουν τη περίσσεια των φωτοσυνθετικών προϊόντων τους και τη χρησιμοποιούν όταν την έχουν ανάγκη. Τα φωτοσυνθετικά προϊόντα που αποθηκεύονται είναι υδατάνθρακες, λιπίδια, πρωτεΐνες κλπ. Ο χώρος αποθήκευσης είναι το χυμοτόπιο των κυττάρων και τα παρεγχυματικά κύτταρα των βλαστών (νέου και παλιού ξύλου) και των ριζών.

#### 1.2.5.1 Υδατάνθρακες

Είναι η βασικότερη αποθηκεύσιμη μορφή αφομοιωτικών προϊόντων. Τα φωτιζόμενα φύλλα παράγουν υδατάνθρακες και άλλες ουσίες για αποθήκευση στα ίδια και στα υπόλοιπα μέρη του φυτού. Κατά τη γήρανση των φύλλων μέρος των αποθηκευμένων ουσιών επαναδιαλυτοποιούνται και αποθηκεύονται στους βλαστούς και τις ρίζες. Έτσι το 48% των παραγομένων υδατανθράκων κατευθύνεται προς το ξύλο (νέο, παλιό) και τις ρίζες, το 33% των υδατανθράκων απομακρύνεται με τους καρπούς και το 19% χάνεται με τη πτώση των φύλλων στο έδαφος (Forshey και συνεργάτες 1983).

Στους κλάδους και τους βλαστούς παρατηρείται κατά συνέπεια αύξηση της συγκέντρωσης υδατανθράκων προς το τέλος του Καλοκαιριού και το Φθινόπωρο, μικρή μείωση κατά τη διάρκεια του Χειμώνα και μεγάλη μείωση συγκέντρωσης υδατανθράκων την Άνοιξη, οπότε αρχίζει η νέα βλάστηση και ανάπτυξη των καρπών. Όσον αφορά τη συγκέντρωση αμύλου παρατηρούνται δύο μέγιστα: το ένα το Φθινόπωρο και το άλλο την Άνοιξη. Το άμυλο αποθηκεύεται από το τέλος του Καλοκαιριού με αρχές Φθινοπώρου, όταν οι ανάγκες για την ανάπτυξη του δένδρου μειώνονται. Το αποθηκευμένο άμυλο υδρολύεται στα διαλυτά σάκχαρα σακχαρόζη, σορβιτόλη κλπ που αυξάνουν την ανθεκτικότητα στο ψύχος στα τέλη Φθινοπώρου. Το άμυλο επανασχηματίζεται νωρίς την Άνοιξη, με την άνοδο της θερμοκρασίας πριν την έκπτυξη των οφθαλμών και μετά αποδομείται κατά τη διάρκεια της Ανοιξιάτικης βλάστησης (Hansen 1971).

#### 1.2.5.2 Άζωτο

Το Ν συσσωρεύεται στα φύλλα και βλαστούς νωρίς το καλοκαίρι όταν δηλαδή ολοκληρωθεί η ανάπτυξη τους. Η έναρξη της αποταμίευσης Ν σηματοδοτείται από μια αύξηση στη συγκέντρωση αργινίνης στους νεαρούς βλαστούς και στις αιχμές. Τόσο το διαλυτό Ν, όσο και αυτό που βρίσκεται με τη μορφή των πρωτεϊνών και ενζύμων αυξάνονται βαθμιαία με την ολοκλήρωση της βλαστικής ανάπτυξης του δένδρου και μεγιστοποιούνται όταν τα φύλλα μπαίνουν στη φάση της γήρανσης.

Τα φύλλα στα νεαρά δένδρα μπορεί να περιέχουν πάνω από 50% του ολικού Ν του δένδρου, το 75-80% του οποίου επαναδιακινείται προς τους βλαστούς πριν την αποκοπή και πτώση των φύλλων. Κατά τη διάρκεια του Φθινοπώρου, η συσσώρευση Ν στους βλαστούς συνεχίζεται και από εκεί μετακινείται στους κλάδους και τις ρίζες όπου αποθηκεύεται σε οργανική μορφή (αμίδια, πρωτεΐνες). Στις αιχμές της μηλιάς η συγκέντρωση πρωτεϊνών φθάνει στο

μέγιστο προς το τέλος Νοέμβρη, οπότε το 90% του N είναι σε μορφή πρωτεϊνών και μόνο το 10% είναι διαλυτό (Titus και Kang 1982).

Οι πρωτεΐνες βρίσκονται κυρίως στο χυμοτόπιο των κυττάρων του φλοιώδους παρεγχύματος, είναι πλούσιες σε αργινίνη και άλλα βασικά αμινοξέα που συσσωρεύονται το Φθινόπωρο και εξαφανίζονται την Άνοιξη. Η συγκέντρωση των αποθηκευμένων πρωτεϊνών είναι μεγαλύτερη στο φλοιό απ' ότι στο ξύλο και μειώνεται απ' τους βλαστούς προς τους βραχίονες, ενώ αυξάνει στις ρίζες. Τέλος, οι αποθηκευμένες πρωτεΐνες αποτελούν λιγότερο από το 1% του ολικού ξηρού βάρους βλαστών, βραχιόνων και ριζών.

### 1.2.5.3 Λιπίδια

Θεωρούνται σημαντικές αποταμιευτικές ουσίες και βρίσκονται κυρίως στους οφθαλμούς και καρπούς. Αυξάνουν σε συγκέντρωση το Φθινόπωρο και μειώνονται την Άνοιξη.

Τα τριγλυκερίδια αποτελούν τη κυριότερη μορφή των αποθηκευμένων λιπιδίων και η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σ' αυτά ανά μονάδα βάρους τους, είναι σχεδόν η διπλάσια αυτής των υδατανθράκων. Δεδομένης όμως της πολύ μικρής τους συγκέντρωσης στους ιστούς περιέχουν μόνο το 1/10 της ενέργειας των υδατανθράκων.

## 1.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Τα φωτοσυνθετικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των υδατανθράκων, μετακινούνται κυρίως δια μέσω των ηθμοσωλήνων. Ο κύριος ρυθμιστικός μηχανισμός της ποσότητας και της διεύθυνσης μετακίνησης των υλών αυτών στο φλοιό είναι η σχέση μεταξύ των παραγωγών ιστών και των ιστών καταναλωτών.

**Παραγωγοί** είναι εκείνοι οι ιστοί που φωτοσυνθέτουν δεσμεύοντας το CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας και την ηλιακή ενέργεια και παράγουν περισσότερα φωτοσυνθετικά προϊόντα από αυτά που οι ίδιοι χρειάζονται για την ανάπτυξη και τη διατήρησή τους. Παραγωγοί ιστοί είναι κυρίως τα ενήλικα φύλλα. Ωστόσο, ένα αποθηκευτικό όργανο που εξάγει αποθησαυριστικές ουσίες κατά την περίοδο της Άνοιξης θεωρείται επίσης παραγωγός ιστός.

**Καταναλωτές** είναι οι ιστοί που εισάγουν φωτοσυνθετικά προϊόντα. Καταναλωτές μπορεί να είναι οποιοδήποτε αναπτυσσόμενο όργανο, όπως τα νεαρά φύλλα, οι βλαστοί, οι ρίζες, τα άνθη, οι οφθαλμοί αλλά και αυτά που αποταμιεύουν φωτοσυνθετικά προϊόντα, όπως καρποί, σπέρματα, ρίζες κλπ.

Τα φύλλα λοιπόν από τη στιγμή της έκπτυξής τους μέχρι την ενηλικίωσή τους λειτουργούν ως καταναλωτές, ακόμα και όταν αναπτύξουν κάποια φωτοσυνθετική ικανότητα. Σε κάποια στιγμή πάντως αρχίζουν να εξάγουν υδατάνθρακες δια μέσω του φλοιώματος, ενώ μπορεί ακόμα να γίνεται εισαγωγή υδατανθράκων. Από τη στιγμή λοιπόν της έκπτυξής τους έως την πλήρη ωρίμανση συμβαίνουν δομικές και φυσιολογικές αλλαγές που δεν είναι ομοιόμορφες σ' όλο το έλασμα, αλλά ξεκινούν από την κορυφή και προχωρούν προς τη βάση του ελάσματος. Η έναρξη μεταφοράς φωτοσυνθετικών προϊόντων, δηλαδή η μετατροπή των φύλλων σε παραγωγούς, σημαίνει την ωρίμανση των ηθμαγγειωδών δεσμίδων που ξεκινά στη μηλιά απ' τη κορυφή του ελάσματος. Η μετακίνηση όμως υδατανθράκων από ένα



ώριμο μέρος του ελάσματος δεν λαμβάνει χώρα, παρά μόνο όταν ικανοποιηθούν όλες οι ανάγκες του ελάσματος για υδατάνθρακες.

Σημαντικές αλλαγές συμβαίνουν και στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες κατά την ενηλικίωση των φύλλων και την μετατροπή τους σε εξαγωγείς αφομοιωτικών προϊόντων. Οι ηθμοσωλήνες των ηθμαγγειωδών δεσμίδων δεν αναπτύσσονται παρά μόνο όταν η φάση της εισαγωγής και κατανάλωσης φωτοσυνθετικών προϊόντων ολοκληρωθεί. Η πλήρης ανάπτυξη των ηθμαγγειωδών δεσμίδων σημαίνει την ανάπτυξη της δυνατότητάς τους να μεταφέρουν σάκχαρα μέσω του φλοιού. Αυτό σχετίζεται με την απόφραξη του συμπλάστη μεταξύ του φλοιού και των κυττάρων του μεσοφύλλου. Ειδικότερα η ανάπτυξη των ηθμαγγειωδών δεσμίδων που σηματοδοτεί την εναλλαγή των ρόλων των νεαρών φύλλων από καταναλωτές σε παραγωγούς, σημαίνει την ανάπτυξη της ικανότητας ενεργούς απορρόφησης των συνοδών κυττάρων. Τη στιγμή που η σακχαρόζη, ή η σορβιτόλη στη μηλιά, αρχίζει να εισέρχεται ενεργητικά στα συνοδά κύτταρα και μετά στους ηθμοσωλήνες, το νερό εισάγεται εξαιτίας της ώσμωσης, αυξάνει την πίεση και μετακινείται εκτός φύλλου προς τους καταναλωτές. Η ικανή μετατροπή του CO<sub>2</sub> σε σάκχαρα στο φύλλο και οι ανατομικές και φυσιολογικές αλλαγές κατά την ενηλικίωση του φλοιού στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι σχεδόν συγχρονισμένες αλλαγές στο χώρο και το χρόνο.

### **1.3.1 Κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς**

Τα αποθηκευμένα αφομοιωτικά προϊόντα χρησιμοποιούνται για τη νέα βλάστηση της Άνοιξης, την ανθοφορία και την αρχική ανάπτυξη των καρπιδίων. Στα πρώιμα στάδια της έκπτυξης των φύλλων και της άνθησης οι περισσότεροι υδατάνθρακες που απαιτούνται προέρχονται από την αποταμίευση της προηγούμενης χρονιάς (Hansen 1967, Quinlan 1969, Kandiah 1979). Φαίνεται μάλιστα ότι το Μάη, κατά την έκπτυξη της νέας βλάστησης, εξαντλούνται τα αποθέματα αμύλου στις ρίζες (Heinicke και Childers 1937). Με την ενηλικίωση των φύλλων όμως όλα τα φωτοσυνθετικά προϊόντα για την ανάπτυξη των καρπών προέρχονται από την τρέχουσα φωτοσύνθεση και τα κοντινότερα στους καρπούς φύλλα. Ο Hansen (1971) εκτιμά ότι μόνο το 8-10% του ξηρού βάρους της νέας βλάστησης, των φύλλων και των καρπών προέρχεται από την κατανάλωση αποταμιευμένων υδατανθράκων της προηγούμενης χρονιάς.

#### **1.3.1.1 Φύλλα και βλαστοί**

Καθώς τα φύλλα μεγαλώνουν και ωριμάζουν μετατρέπονται από καταναλωτές σε παραγωγούς φωτοσυνθετικών προϊόντων. Τα ενήλικα φύλλα που δεσμεύουν άνθρακα χρησιμοποιούν μια ποσότητα για εσωτερική αναπνοή και διατήρηση των ιστών (20-30%) και εξάγουν το υπόλοιπο 70-80%. Σε κανονικές συνθήκες όμως δεν εισάγουν φωτοσυνθετικά προϊόντα δια μέσω του φλοιού από τα άλλα ενήλικα φύλλα ακόμα και αν υπάρχουν άμεσες ηθμαγγειώδεις συνδέσεις.

Η περίπτωση που τα ενήλικα φύλλα λειτουργούν ως εισαγωγείς φωτοσυνθετικών προϊόντων είναι όταν υφίστανται καταπόνηση, όπως από επίθεση αφίδων ή από σκίαση. Όμως τότε, τα σάκχαρα που εισάγονται δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φύλλα εξαιτίας της παρεμπόδισης

μεταφοράς δια μέσω του συμπλάστη, οπότε και τα περισσότερα παραμένουν στον ηθμό. Για αυτό η σκίαση ή κάποια άλλη περιβαλλοντική καταπόνηση οδηγεί σε γήρανση των φύλλων αφού διαταράσσει την ισορροπία των υδατανθράκων.

Τα προσφάτως ενηλικιωθέντα φύλλα μεταφέρουν φωτοσυνθετικά προϊόντα προς τα πάνω φύλλα και το κορυφαίο μερίστωμα, τους καρπούς, τα σπέρματα και δευτερευόντως προς τους κατώτερους βλαστούς και φύλλα. Τα μεγαλύτερα κατώτερα φύλλα μεταφέρουν φωτοσυνθετικά προϊόντα κυρίως προς τους κάτω βλαστούς και τις ρίζες.

Σε επίπεδο βλαστών η κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων είναι πιο σύνθετη διαδικασία. Κατά τη φάση της πρώτης ανάπτυξης όπου οι οφθαλμοί εκπύσσονται δίδοντας φύλλα ή άνθη (ανάλογα με τις καταβολές), ο βλαστός είναι ισχυρός καταναλωτής. Τα αναγκαία σάκχαρα για την έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών που βρίσκονται σε λήθαργο, προέρχονται από το αποθεματικό του ξύλου, ενώ οι ανάγκες σε υδατάνθρακες για την έκπτυξη οφθαλμών από τρέχουσα βλάστηση, καλύπτονται από τα φύλλα που γειτονεύουν με τους οφθαλμούς αυτούς. Όσο τα φύλλα του νεαρού βλαστού αναπτύσσονται και ενηλικιώνονται, ο βλαστός γίνεται φωτοσυνθετικά ανεξάρτητος από τον κύριο κλάδο και ικανός να εφοδιάσει με θρεπτικά στοιχεία τη νεαρή βλάστηση. Έτσι, τα άνω ενήλικα φύλλα του βλαστού εφοδιάζουν τα νεοεκπυσσόμενα φύλλα, ενώ τα χαμηλότερα ενήλικα φύλλα εφοδιάζουν το χαμηλότερο μέρος του βλαστού. Η περίσσεια των φωτοσυνθετικών προϊόντων που παράγονται από τα φύλλα του μεσαίου και του βασικού μέρους του βλαστού, μεταφέρονται προς τους βραχίονες και τις ρίζες. Τα φωτοσυνθετικά προϊόντα λοιπόν που παράγονται στο βλαστό είναι σημαντικά για τους χαμηλότερους βλαστούς και τις ρίζες, ειδικά μετά την ενηλικίωση των φύλλων.

Τα φύλλα από κάποιο συγκεκριμένο βλαστό είναι υπεύθυνα για τον εφοδιασμό με φωτοσυνθετικά προϊόντα που θα χρησιμοποιηθούν στην αναπνοή βλαστού και φύλλων, στην καμβιακή ανάπτυξη, στην ανάπτυξη αγγειακών ιστών στο βλαστό και στην ανάπτυξη και διατήρηση αγγειακών συνδέσμων μεταξύ του βλαστού αυτού και του κυρίου κλάδου.

### 1.3.1.2 Καρποί

Στη μηλιά η παραγωγή καρπών εν γένει απαιτεί την κατανάλωση μεγάλου μέρους των αποταμιευμένων υδατανθράκων αλλά και των παραγόμενων από την τρέχουσα βλάστηση.

Τις πρώτες 3-5 εβδομάδες μετά την άνθηση, η βλάστηση είναι αυτή που παίρνει μεγάλο μέρος των παραγόμενων υδατανθράκων. Η περίοδος όμως αυτή συμπίπτει με την περίοδο κυτταροδιαίρεσεων στον καρπό που καθορίζει και τη μέγιστη ικανότητά του για αύξηση. Στο χρόνο αυτό των 3-5 εβδομάδων από την πλήρη άνθηση στη μηλιά υπάρχουν αιχμές με καρπό, αιχμές χωρίς καρπό, βλαστοί από αιχμές και οδηγοί βλαστοί, τα φύλλα των οποίων βρέθηκαν να φωτοσυνθέτουν με τον ίδιο ρυθμό.

Οι καρποφόρες αιχμές έχουν πλήρως ώριμα φύλλα 3 εβδομάδες μετά την άνθηση και το 30 με 40% των υδατανθράκων που παράγουν, κατευθύνεται προς τους καρπούς, ενώ το υπόλοιπο προς τους βλαστούς. Τα φύλλα των μη καρποφόρων αιχμών παράγουν υδατάνθρακες για τη νέα βλάστηση.

Μετά τις 3-5 εβδομάδες από την πλήρη άνθηση, τα φύλλα των βλαστών που βρίσκονται πάνω στις αιχμές γίνονται εξαγωγείς των υδατανθράκων, το 20-50% των οποίων πάνε στους καρπούς (Forshey και 1983). Η βλάστηση σταματά, αλλά η σκίαση από τη νέα βλάστηση έχει προκαλέσει ήδη μείωση στη φωτοσύνθεση κύρια των φύλλων των αιχμών. Τα φωτιζόμενα λοιπόν φύλλα των καρποφόρων αιχμών, είναι αυτά που τροφοδοτούν με φωτοσυνθετικά προϊόντα τον καρπό σε ποσοστό 50-80%. Την εποχή όμως αυτή σχηματίζονται και οι ανθικές καταβολές για την επόμενη χρονιά, πράγμα που σημαίνει, ότι ένα μέρος των παραγομένων υδατανθράκων θα χρησιμοποιηθεί για τις διαδικασίες της μορφογένεσης και του σχηματισμού των ανθικών καταβολών. Αν δεν υπάρχει επάρκεια υδατανθράκων για να τροφοδοτήσουν βλαστούς, φύλλα, καρπούς και σχηματισμό ανθικών καταβολών, αυτό θα αποβεί πρώτιστα σε βάρος του σχηματισμού ανθικών καταβολών με αποτέλεσμα τη μείωση της καρποφορίας την επόμενη χρονιά, έως και την πρόκληση έντονης παρεννιαυτοφορίας (φυρικιά). Πολλές φορές δε η έλλειψη υδατανθράκων είναι τόσο μεγάλη, ώστε να επηρεάζει και το σχηματισμό βλαστικών καταβολών, με αποτέλεσμα τη μείωση ακόμα και της βλάστησης την επόμενη χρονιά.

### 1.3.1.3 Ρίζες

Οι ρίζες θεωρούνται ασθενείς καταναλωτές με την έννοια ότι μικρό ποσοστό από τα φωτοσυνθετικά προϊόντα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και τη διατήρησή τους. Αν και δεν έχουν γίνει ακριβείς μελέτες (λόγω των προφανών δυσκολιών), κάποιοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι για την ανάπτυξη ριζιδίων (<2 mm διάμετρο) μικροχλωρίδας γύρω από τις ρίζες και μυκόρριζων χρησιμοποιείται περισσότερο από 8% των παραγομένων υδατανθράκων. Πάντως για τη δημιουργία νέων ριζών χρησιμοποιούνται προϊόντα τρέχουσας φωτοσύνθεσης.

Η εξάντληση των αποθεμάτων του αμύλου, που υπάρχει αποθηκευμένο στις ρίζες κατά το Μάη, οφείλεται στην ικανοποίηση σχεδόν αποκλειστικά των αναγκών της νέας βλάστησης σε υδατάνθρακες (Quinlan 1959, Priestley 1964, Kandiah 1979).

Το άμυλο αρχίζει να συγκεντρώνεται στο παρέγχυμα των ριζών από το τέλος Ιούνη, αφού η νέα βλάστηση έχει ολοκληρωθεί. Η συγκέντρωση του αμύλου στις ρίζες ολοκληρώνεται στο τέλος Ιουλίου. Το άμυλο αυτό στη συνέχεια δεν καταναλώνεται, πράγμα που δείχνει ότι η ανάπτυξη νέων ριζών υποστηρίζεται από τα προϊόντα τρέχουσας φωτοσύνθεσης. Η βιομάζα των ριζών αυξάνει μέχρι το κλείσιμο της φυλλοστοιβάδας και την ανάσχεση νέας βλάστησης και από τότε παραμένει σταθερή ή μειώνεται με τη γήρανση των ριζών.

## 1.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή υδατανθράκων

### 1.3.2.1. Ενδογενείς παράγοντες

Η κατεύθυνση και η ποσότητα των υδατανθράκων που καταλήγουν σε κάποιο από τα μέρη του δένδρου (νεαρά φύλλα, ετήσια βλάστηση, καρποί, ξύλο κλπ.) είναι ο πιο σημαντικός και καθοριστικός παράγοντας της ανάπτυξής τους. Γι αυτό και οι προσπάθειες βελτίωσης στις ποικιλίες της μηλιάς αποσκοπούν, όχι στην αύξηση της παραγωγής φωτοσυνθετικών προϊόντων, αλλά κυρίως στην

αύξηση του ποσοστού των αφομοιωτικών προϊόντων που κατευθύνονται προς τα καρποφόρα όργανα.

Η κατεύθυνση και η ποσότητα των φωτοσυνθετικών προϊόντων που καταμερίζονται σε διαφορετικούς ιστούς εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως η ευρωστία των καταναλωτών, οι αγγειακές συνδέσεις, το φως, η πίεση στους ηθμώδεις ιστούς, οι ρυθμιστές ανάπτυξης, οι ενζυμικές αλλαγές κ.α.

#### **1.3.2.1.1 Η ευρωστία των καταναλωτών**

Η ευρωστία των καταναλωτών είναι πιθανόν ο κύριος παράγοντας ελέγχου στον καταμερισμό των φωτοσυνθετικών προϊόντων στο εσωτερικό του φυτικού οργανισμού. Η ευρωστία δίνει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να εισάγει περισσότερα φωτοσυνθετικά προϊόντα σε σχέση με τους άλλους καταναλωτές. Η ικανότητα αυτή των καταναλωτών σχετίζεται με το μέγεθος, το ρυθμό ανάπτυξης, τη μεταβολική δραστηριότητα, το επίπεδο αυξητικών ορμονών και το ρυθμό αναπνοής. Τα νεοεκπτυσσόμενα φύλλα και οι καρποί είναι σχετικά ισχυροί καταναλωτές, ενώ οι βλαστοί και οι ρίζες είναι ασθενέστεροι. Βέβαια πολύ λίγοι υδατάνθρακες αποθηκεύονται κατά τη πρόωμη βλαστική περίοδο των δένδρων. Στη πραγματικότητα μάλιστα χρησιμοποιούνται και αυτοί που έχουν αποθηκευτεί κατά την προηγούμενη περίοδο.

Τα φύλλα ως κυριότεροι παραγωγοί φωτοσυνθετικών προϊόντων ελέγχουν τον εφοδιασμό με σορβιτόλη και τη μεταφορά αυτής στο φλοιό. Η μετακίνηση της σορβιτόλης σχετίζεται ευθέως με τη διαφορά δυναμικού της σορβιτόλης μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών.

Ταχέως αναπτυσσόμενοι καταναλωτές μπορούν να αυξήσουν το ρυθμό φωτοσύνθεσης στα φύλλα και τη μεταφορά φωτοσυνθετικών προϊόντων στο φλοιό (Gifford και Evans 1981). Σε μερικές μάλιστα περιπτώσεις, γηρασμένα φύλλα μπορεί να επανακάμψουν σε πλήρη φωτοσύνθεση, όταν η αναλογία καταναλωτών – παραγωγών αυξηθεί. Σε άλλες βέβαια περιπτώσεις η ταχεία ανάπτυξη των καταναλωτών προκαλεί τον ανταγωνισμό με τα φύλλα για το επαναδιακινούμενο άζωτο οδηγώντας τα τελευταία σε γήρανση.

Αντίθετα, χαμηλές απαιτήσεις των καταναλωτών μπορεί να μειώσουν το ρυθμό φωτοσύνθεσης, την παραγωγή σορβιτόλης, τη μεταφορά της δια μέσω του φλοιώματος και να αυξήσουν τη μετατροπή των υδατανθράκων σε άμυλο. Η απλούστερη, όχι όμως και η ορθότερη δυνατή εξήγηση, για το πώς οι απαιτήσεις των καταναλωτών ρυθμίζουν τη φωτοσύνθεση είναι ότι η αύξηση της ζήτησης αφομοιωτικών προϊόντων προκαλεί παρεμπόδιση στη παραγωγή άλλων προϊόντων κατά τη φωτοσυνθετική διαδικασία. Εικάζεται επίσης ότι σημαντικό ρόλο παίζουν η μεταφορά των ρυθμιστών ανάπτυξης, οι ενζυμικές αλλαγές (Priestley 1981), καθώς και οι αλλαγές στην πίεση του φλοιού και στη δομή των φύλλων.

#### **1.3.2.1.2 Το φως**

Το φως επηρεάζει με έμμεσο τρόπο τον έλεγχο μεταφοράς και καταμερισμού των υδατανθράκων. Έχει βρεθεί ότι υποβοηθά την ενεργή μεταφορά των διαλυμένων ουσιών δια μέσω των μεμβρανών, εν μέρει, με το σχηματισμό του απαραίτητου για την ενεργή μεταφορά ATP. Υπάρχουν ακόμα ενδείξεις ότι το φως ενεργοποιεί την απορρόφηση των σακχάρων από τους ιστούς καταναλωτές, όπως συμβαίνει στο κορυφαίο μερίστωμα.

Μελέτες του Grappadelli και συνεργατών του (1994) που αφορούσαν την επίδραση της σκίασης στους κλάδους μηλιάς που δέχτηκαν 35% του πλήρους φωτός για 48 ώρες και μετά σκίαση για δύο ημέρες, έδειξαν ότι οι νεαροί βλαστοί μείωσαν την εξαγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων στους καρπούς, τόσο στη τεχνητή σκίαση 3 εβδομάδων, όσο και στη σκίαση 5 εβδομάδων μετά την πλήρη άνθηση.

Φαίνεται μάλιστα ότι οι καρποί είναι πιο ευαίσθητοι σε έλλειψη φωτός κατά την περίοδο από τη 16<sup>η</sup> έως την 26<sup>η</sup> ημέρα μετά την άνθηση. Αυτό επιβεβαιώνουν τα πειράματα του Polomski και συνεργατών του (1988), που αναφέρουν ότι το ξηρό βάρος των καρπών όσο και το περιεχόμενο των ολικών σακχάρων μειώνονται με σκίαση διάρκειας 15 ημερών και άνω, ενώ το άμυλο μάλλον αυξάνει.

Ο Tustin και οι συνεργάτες του (1992) βρήκαν ότι η φυλλική επιφάνεια των αιχμών μηλιάς Golden Delicious είναι μικρότερη, όταν κατά την προηγούμενη βλαστική περίοδο οι αιχμές αυτές σκιάζονταν. Οι αιχμές που σκιάζονται φτάνουν το τελικό μήκος ανάπτυξής τους γρηγορότερα απ' τις αιχμές που δέχονται άπλετο φως, ενώ το ξηρό βάρος των φύλλων των αιχμών αυτών είναι μικρότερο απ' το βάρος των φύλλων των αιχμών που δέχονται φως. Ακόμη οι αιχμές που έχουν δεχτεί κατά την προηγούμενη βλαστική περίοδο σκίαση παράγουν χαμηλότερης ποιότητας και μικρότερης ποσότητας καρπούς, διότι φαίνεται ότι η έλλειψη υδατανθράκων επιδρά στη μείωση των ανθικών καταβολών και τον αριθμό των κυττάρων των υπέρων στα ανθικά μεριστώματα.

#### 1.3.2.1.3 Ρυθμιστές ανάπτυξης

Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ρυθμιστές ανάπτυξης ρυθμίζουν την άμεση μεταφορά των φωτοσυνθετικών προϊόντων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι ρυθμιστές ανάπτυξης ελευθερώνονται από τους καταναλωτές, ωστόσο και οι εκ των παραγωγών ιστών προερχόμενοι ρυθμιστές παίζουν επίσης ρόλο.

Εφαρμογή κυτοκινινών στα φύλλα προκάλεσε αλλαγή του ρόλου των φύλλων από παραγωγούς σε καταναλωτές ειδικά στο σημείο εφαρμογής τους.

Μελέτη του Karhu (1997) που αφορούσε στη χρήση σορβιτόλης ως θρεπτικό διάλυμα μικροπολλαπλασιασμού και κυτοκινίνης για τη πρόκληση βλάστησης στη μηλιά, έδειξε ότι η ΒΑ διεγείρει το σχηματισμό βλαστών, την παραγωγή βιομάζας, επηρεάζοντας ταυτόχρονα και τη συγκέντρωση διαφορετικών υδατανθράκων στους ιστούς της μηλιάς. Με τη παρουσία μάλιστα υψηλής συγκέντρωσης ΒΑ καταναλώθηκαν περισσότεροι υδατάνθρακες, διότι και υψηλότερη απορρόφηση υδατανθράκων παρατηρήθηκε στο θρεπτικό διάλυμα και χαμηλότερη βρέθηκε η συγκέντρωση αυτών, κατά τη μέτρησή τους στα φύλλα και τους βλαστούς. Όπως είναι γνωστό, στη μηλιά το κυρίως μεταφερόμενο σάκχαρο, που υπάρχει σε αφθονία στους διάφορους ιστούς, είναι η σορβιτόλη. Σε μικρότερες ποσότητες υπάρχει σακχαρόζη και σε ακόμα μικρότερες ποσότητες, αλλά ίσες μεταξύ τους, ακολουθούν η γλυκόζη και η φρουκτόζη (Chong και Taper 1971). Στη μελέτη αυτή όμως, η γλυκόζη στα φύλλα των βλαστών ήταν πολύ πιο άφθονη σε σχέση με τη φρουκτόζη, γεγονός που αποδίδεται στις κυτοκινίνες. Και τα δύο σάκχαρα (γλυκόζη και φρουκτόζη) είχαν ασυνήθιστα υψηλή συγκέντρωση σε σχέση με τη σακχαρόζη, πράγμα που σημαίνει ότι η σακχαρόζη παρουσία των κυτοκινινών υδρολύεται στους δύο

μονοσακχαρίτες, γλυκόζη και φρουκτόζη. Η συγκέντρωση της σορβιτόλης ήταν επίσης χαμηλή με τάση αύξησης προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, όπου φαίνεται ότι όλα τα σάκχαρα μετατρέπονται σε σορβιτόλη. Η συγκέντρωση του αμύλου στα φύλλα ήταν σταθερά χαμηλή στα 5.3 και 6.8 mg/g ξηρής μάζας σ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Εφαρμογή άλλων ρυθμιστών ανάπτυξης, όπως IAA, αιθυλενίου, γιββεριλικού, και αμπισσικού οξέος επηρεάζουν με τον ένα ή άλλον τρόπο την κατανομή των υδατανθράκων. Συνδυασμός των ρυθμιστών ανάπτυξης μπορεί να έχει επιπρόσθετες συνεργιστικές ή και παρεμποδιστικές δράσεις (Gifford και Evans 1981).

Η αλληλεπίδραση των υδατανθράκων με τους ρυθμιστές ανάπτυξης μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των οργάνων. Για παράδειγμα το Terbacil, ένας παρεμποδιστής φωτοσύνθεσης, εφαρμοζόμενο σε συγκεντρώσεις από 50 έως 100 ppm σε μηλιές “Redchief Delicious” 15 ημέρες μετά τη πλήρη άνθηση προκάλεσε μειώσεις στο ξηρό βάρος των καρπών, στη συγκέντρωση ολικών και αναγωγικών σακχάρων, τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερη είναι και η εφαρμοζόμενη δόση. Οι μειώσεις αυτές είναι αποτέλεσμα της παρεμπόδισης της φωτοσύνθεσης, η οποία αποκαθίσταται 5 με 12 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση για τη δόση των 50 ppm και 9 ημέρες μετά για τη δόση των 100 ppm. Οι χαμηλές δόσεις του Terbacil επηρεάζουν το καταμερισμό των υδατανθράκων προς όφελος της βλαστικής ανάπτυξης (Polomski και συνεργάτες του 1988). Το Alar (daminozide) είναι ρυθμιστής ανάπτυξης, που χρησιμοποιείται κατά κόρον στην ανθοκομία και, πριν την απαγόρευσή του, στα μηλοειδή για τον έλεγχο της βλάστησης. Η εφαρμογή του έχει υπολογιστεί ότι μειώνει τη βλαστική ανάπτυξη της μηλιάς κατά 50% με μείωση της επιφάνειας των φύλλων (χωρίς να μειώνεται ο αριθμός), μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης υπεργείου/υπογείου μέρους με παράλληλη μείωση στις συγκεντρώσεις αμύλου και διαλυτών σακχάρων (Mijjn και συνεργάτες του 1996).

#### **1.3.2.1.4 Ενζυμικές αλλαγές**

Η σορβιτόλη αποτελεί το 80% των ολικών διαλυτών υδατανθράκων στα φύλλα, τους βλαστούς και τις αιχμές της μηλιάς αλλά μόνο το 3-8% των διαλυτών υδατανθράκων στους καρπούς σ' ολόκληρη την περίοδο ανάπτυξής τους. Η σακχαρόζη αποτελεί το 10% των ολικών διαλυτών σακχάρων των παραπάνω βλαστικών μερών της μηλιάς πλην των καρπών. Τα σάκχαρα των καρπών ανά μονάδα νεπού βάρους αυξάνονται με την ανάπτυξη των καρπών οπότε γύρω στις 20 Σεπτέμβρη, το επίπεδο των σακχάρων είναι συνήθως πενταπλάσιο του επιπέδου των σακχάρων που υπάρχει στις 30 Μαΐου στην ποικιλία “Jonagold”. Αφού όμως η σορβιτόλη που ανιχνεύεται στους καρπούς κυμαίνεται μόνο στο επίπεδο του 3-8% σ' όλη τη περίοδο ανάπτυξης, φαίνεται ότι το μεταφερόμενο σάκχαρο καταναλώνεται στο εσωτερικό των καρπών ως πηγή ενέργειας ή μετατρέπεται σε άλλα σάκχαρα. Πράγματι στο εσωτερικό των καρπών το κύριο σάκχαρο είναι η φρουκτόζη που κυμαίνεται σε συγκέντρωση από 45 –60% για όλη την περίοδο ανάπτυξης. Η γλυκόζη αποτελεί το 20% του ολικού σακχάρου των καρπών, ενώ η σακχαρόζη κυμαίνεται στο ποσοστό των 10% των περιεχομένων σακχάρων στους ανώριμους καρπούς με ταχεία τάση

αύξησης, όσο οι καρποί ωριμάζουν. Το άμυλο προσεγγίζει το μέγιστο στο μέσον της περιόδου ανάπτυξης των καρπών.

Ο μεταβολισμός της σορβιτόλης λοιπόν, στα διάφορα μέρη της μηλιάς εξαρτάται από τη δράση διαφόρων ενζύμων. Το ρόλο αυτών των ενζύμων μελέτησαν οι Yamaki και Ishikawa (1986) και ο Yamaguchi και οι συνεργάτες του (1996) στις εποχικές μεταβολές του σακχάρου στη μηλιά. Τα ένζυμα που εμπλέκονται στο μεταβολισμό της σορβιτόλης στα διάφορα μέρη της μηλιάς είναι η 6-P αφυδρογονάση της σορβιτόλης (S 6-PDH), η  $\text{NAD}^+$  αφυδρογονάση της σορβιτόλης, η  $\text{NADP}^+$  αφυδρογονάση της σορβιτόλης, η οξειδάση της σορβιτόλης και η οξική ιμπερτάση.

Στα νεαρά φύλλα το κύριο ρόλο στο μεταβολισμό της σορβιτόλης παίζει η 6 – P αφυδρογονάση της σορβιτόλης (S 6-PDH), γι' αυτό και η συγκέντρωσή της είναι μεγαλύτερη σε σχέση με των άλλων ενζύμων μεταβολισμού της σορβιτόλης. Η δράση της όμως μειώνεται προοδευτικά με τη γήρανση των φύλλων αντίθετα με τη συγκέντρωση της σορβιτόλης, πράγμα που οφείλεται είτε σε έξοδο της σορβιτόλης απ' τα νεαρά φύλλα, είτε σε αυξημένη χρήση της σορβιτόλης ως υπόστρωμα. (Yamaki and Ishikawa 1986).

Παράλληλα με την S 6-PDH στα φύλλα δρά και η  $\text{NADP}^+$  αφυδρογονάση της σορβιτόλης, η δράση της όμως περιορίζεται στο 1/100 της δράσης της S 6-PDH, γι αυτό και στην περίοδο από Μάιο ως Ιούλιο μόλις που ανιχνεύεται στα νεαρά φύλλα. Το ίδιο συμβαίνει και με την  $\text{NAD}^+$  αφυδρογονάση (NAD SDH), ο ρόλος της οποίας είναι καθοριστικός στο μεταβολισμό της σορβιτόλης στους καρπούς (Yamaki και Ishikawa 1986). Σ' όλη την περίοδο ανάπτυξης των φύλλων σημαντικό ρόλο παίζει και η οξειδάση της σορβιτόλης, μόλο που η δράση της κυμαίνεται απ' το 1/10 ως το 1/50 της δράσης της S 6-PDH. Τέλος στα φύλλα εκτός από τα ένζυμα της σορβιτόλης μεγάλη δράση στο μεταβολισμό (ίσως μεγαλύτερη απ' τα ένζυμα σορβιτόλης), έχει η οξική ιμπερτάση η οποία μάλιστα είναι σταθερή σε όλη την περίοδο ανάπτυξης του καρπού (Yamaki και Ishikawa 1986).

Στους βλαστούς και κλάδους το επίπεδο σορβιτόλης παραμένει σχετικά σταθερό κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης πράγμα που σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της μεταφοράς λαμβάνει χώρα σχετικά μικρός μεταβολισμός (Yamaki και Ishikawa 1986). Η σορβιτόλη αποτελεί το 80% των ολικών υδατανθράκων στα φύλλα, τις αιχμές και τους μίσχους.

Στους καρπούς η σορβιτόλη αποτελεί μόνο το 3 – 8% των υδατανθράκων. Αυτό σημαίνει ότι με την είσοδο του σακχάρου στους νεαρούς καρπούς μετατρέπεται σε άλλους υδατάνθρακες κυρίως φρουκτόζη οπότε και αποθηκεύεται. Το κυρίως υπεύθυνο ένζυμο για το μεταβολισμό της σορβιτόλης στους καρπούς είναι η  $\text{NAD}^+$  αφυδρογονάση της σορβιτόλης ή NAD-SDH. Η NAD-SDH είναι ένας σημαντικός ενζυμικός παράγοντας στο μεταβολισμό της σορβιτόλης στους καρπούς των μηλοειδών, ο ρόλος της οποίας αναγνωρίστηκε σχετικά πρόσφατα (Beruter 1985, Loescher 1987, Yamaguchi και συνεργάτες του 1996, Yamaki και Ishikawa 1986). Τα συμπεράσματα των διαφόρων ανωτέρω ερευνητών συνοψίζονται στα εξής:

- ✓ Η NAD – SDH ευθύνεται για τη μετατροπή της σορβιτόλης σε φρουκτόζη περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο ένζυμο στους καρπούς

- ✓ Η δράση της είναι περιορισμένη στους νεαρούς καρπούς, ενώ αυξάνεται βαθμιαία όσο αναπτύσσονται οι καρποί με μέγιστο δράσης στις 144 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση (περίπου στις 23 Ιουνίου). Από τον Ιούνιο μέχρι την έναρξη ωρίμανσης των καρπών η δράση της NAD – SDH παρουσιάζει κάμψη και αυξάνει πάλι στη φάση της ωρίμανσης (περίπου στις 5 Σεπτέμβρη). Η διακύμανση αυτή στη δράση του ενζύμου αντανακλά και αντίστοιχες μεταβολές στη συγκέντρωση φρουκτόζης
- ✓ Η συγκέντρωση της NAD-SDH (πρωτεΐνης) είναι μικρή στους νεαρούς καρπούς και μεγαλώνει με την ωρίμανση των καρπών (88 ημέρες μετά την άνθηση). Επιπλέον παρατηρούνται μεγάλες συγκεντρώσεις NAD-SDH στους καρπούς με μεγάλο νωπό και ξηρό βάρος
- ✓ Η αύξηση της συγκέντρωσης της NAD-SDH (πρωτεΐνης) φαίνεται να προηγείται της αύξησης της δράσης της κατά το τέλος της ανάπτυξης των καρπών. Ίσως λοιπόν η δράση της NAD-SDH να ρυθμίζεται από την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση προϋπάρχοντος ενζύμου. Πάντως οι αλλαγές στη συγκέντρωση NAD – SDH (πρωτεΐνης) με το χρόνο δεν σχετίζονται με το ρυθμό ανάπτυξης των μήλων ειδικά στους νεαρούς καρπούς.

Παρόλο που η NAD-SDH είναι το ένζυμο που κυρίως εμπλέκεται στο μεταβολισμό της σορβιτόλης στους καρπούς, φαίνεται ότι και άλλα ένζυμα παίζουν κάποιο ρόλο στο μεταβολισμό της σορβιτόλης, η δράση των οποίων όμως περιορίζεται στο 1/5 της δράσης της NAD-SDH. Ανάμεσά τους η **οξειδάση της σορβιτόλης (Οξ.Σ.)**, το 80% της δράσης της οποίας λαμβάνει χώρα στους καρπούς. Η Οξ.Σ. φαίνεται να δρα κυρίως στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης των καρπών (Μάιο) και από εκεί και πέρα ακολουθεί μια ελαφρά μείωση σε σχέση με την ανάπτυξη των καρπών και σταθεροποίηση μέχρι την ωρίμανση (Yamaki και Ishikawa 1986).

Ωστόσο, εάν το μεταφερόμενο στους νεαρούς καρπούς σάκχαρο είναι η σακχαρόζη, το ένζυμο που κυρίως εμπλέκεται είναι η **οξική ιμπερτάση**, επειδή παρατηρείται αυξημένη δράση της στους νεαρούς καρπούς (Yamaki και Ishikawa 1986). Η δράση της ιμπερτάσης φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στους νεαρούς καρπούς (αιχμή στις 30 Μαΐου), μετά μειώνεται μέχρι τις 2 Ιουλίου και από εκεί και μετά παραμένει σχεδόν σταθερή μέχρι τη συγκομιδή (Yamaki και Ishikawa 1986).

Παράλληλα με την οξική ιμπερτάση και η συνθετάση της σακχαρόζης είναι σημαντική για την απορρόφηση της σακχαρόζης στους καρπούς. Πάντως τα τελευταία δύο ένζυμα είναι πιο άμεσα συσχετισμένα με τις αλλαγές στο ρυθμό ανάπτυξης των μήλων απ' ότι είναι η NAD-SDH (Yamaguchi et al 1996). Δεδομένα διαφόρων πειραματικών εργασιών αναφέρουν ότι η φρουκτόζη και η γλυκόζη εντοπίζονται στο χυμοτόπιο των κυττάρων του καρπού, ενώ η σακχαρόζη στο κυτόπλασμα και τον ελεύθερο χώρο. Η σορβιτόλη φαίνεται να βρίσκεται στον ελεύθερο χώρο και το χυμοτόπιο. Σύμφωνα με τους Beruter και Kalberer (1983), η απορρόφηση της σορβιτόλης στα μέρη αποθήκευσης των κυττάρων των καρπών υποστηρίζεται από ένα σύστημα μεταφοράς που βρίσκεται στον τονοπλάστη. Η σορβιτόλη μετακινούμενη αποπλαστικά στον ελεύθερο χώρο ή συμπλαστικά στο κυτόπλασμα μετατρέπεται σε γλυκόζη και



φρουκτόζη από τα κατάλληλα ένζυμα. Το μη μεταβολισθέν μέρος της σορβιτόλης αντλείται στο χυμοτόπιο όπου και συγκεντρώνεται.

### 1.3.2.2 Εξωγενείς παράγοντες

#### 1.3.2.2.1 Έλλειψη νερού

Σε συνθήκες έλλειψης νερού η σορβιτόλη προσεγγίζει τα υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσής της στους διάφορους ιστούς της μηλιάς, όπως επίσης και η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Αντίθετα το άμυλο και η σακχαρόζη μειώνονται σημαντικά, ίσως εξαιτίας της πιθανής μετατροπής του αμύλου ή της σακχαρόζης σε σορβιτόλη.

Οι φυσιολογικές εξηγήσεις που δίνουν οι ερευνητές Wang και Stutte (1992) για την αύξηση της συγκέντρωσης σορβιτόλης σε συνθήκες έλλειψης νερού είναι ότι α) το υδατικό στρες αυξάνει τη μετατροπή του δεσμευμένου άνθρακα σε σορβιτόλη, β) ενεργοποιεί το μεταβολικό μονοπάτι και τα αντίστοιχα ένζυμα που διασπούν το άμυλο ή τη σακχαρόζη αυξάνοντας έτσι το υπόστρωμα glucose 6 – P για τη σύνθεση της σορβιτόλης, γ) μειώνει το ρυθμό μεταφοράς της σορβιτόλης από τα φύλλα σε σχέση με τη σακχαρόζη.

Η αύξηση πάντως των συγκεντρώσεων σορβιτόλης, γλυκόζης και φρουκτόζης στα βλαστικά μέρη της μηλιάς σε συνθήκες έλλειψης νερού σημαίνει ότι το προαναφερόμενο αλκοολοσάκχαρο και οι μονοσακχαρίτες, λειτουργούν οσμωρυθμιστικά για την προσαρμογή του φυτικού οργανισμού σε συνθήκες υδατικού στρες. Θα μπορούσε μάλιστα να ειπωθεί ότι η σορβιτόλη ευθύνεται για το περισσότερο απ' το 50% της οσμωτικής αυτής προσαρμογής.

#### 1.3.2.2.2 Καρποφορία

Είναι γεγονός ότι οι απαιτήσεις του δένδρου για υδατάνθρακες αυξάνονται ραγδαία μετά την άνθηση προσεγγίζοντας το μέγιστο των αναγκών 4 – 6 εβδομάδες μετά. Από τότε και μέχρι τη συγκομιδή οι ανάγκες για υδατάνθρακες εξακολουθούν να είναι σταθερά μεγάλες. Ο Lakso και οι συνεργάτες του (1996) βασιζόμενοι στο λόγο διαθέσιμοι : απαραίτητους υδατάνθρακες, επισημαίνουν ότι η μηλιά δεν μπορεί να εφοδιάσει με αφομοιωτικά προϊόντα όλους τους καρπούς για παραπάνω από 1 εβδομάδα μετά την άνθηση. Κατά την περίοδο μάλιστα ανάπτυξης φαίνεται ότι υπάρχουν 2 τουλάχιστον περίοδοι που παρουσιάζεται ανεπάρκεια κάλυψης των αναγκών σε υδατάνθρακες, μια περίοδο 2 – 4 εβδομάδες μετά την άνθηση και μια κατά τις τελευταίες 2 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή.

Ο Koike και οι συνεργάτες του (1990) αναφέρουν ότι οι διαλυτοί υδατάνθρακες, το βάρος των βλαστών, ο σχηματισμός ανθικών καταβολών κλπ είναι ευαίσθητοι σε μεταβολές στην ποσότητα καρποφορίας. Η άριστη πυκνότητα καρπών για τη μηλιά ποικιλίας Fuji/M26 υπολογίζεται με βάση τη διαθεσιμότητα 50 – 60 φύλλων ανά καρπό. Η κατανομή της ξηράς ουσίας (που αντανακλά σε μεγάλο μέρος και την κατανομή των υδατανθράκων) για δένδρο με μεγάλο φορτίο καρπών είναι 73% στους καρπούς, 9% στα φύλλα, 12% στο ξύλο και 6% στις ρίζες. Στα δένδρα με κανονικό φορτίο καρπών η αντίστοιχη κατανομή είναι 49% στους καρπούς, 12% στα φύλλα, 27% στο ξύλο και 12% στις ρίζες. Επιπλέον τα δένδρα με μεγάλο φορτίο καρπών παράγουν 137%

περισσότερη ξηρά ουσία ανά μονάδα βάρους των φύλλων απ' ό,τι τα δένδρα με κανονικό φορτίο.

Ο Palmer (1992) αναφέρει ότι το μεγάλο φορτίο καρπού έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ξηράς ουσίας (που οφείλεται στη μεγαλύτερη παραγωγή καρπών) ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας, αλλά και τη μείωση στο μέγεθος των καρπών, στην % περιεκτικότητα των καρπών σε ξηρά ουσία και τέλος τη μείωση της ξηράς ουσίας των νέων βλαστών, απίσχναση του παλιού ξύλου και των ριζών. Ακόμη, σύμφωνα με τον Palmer, το μεγάλο φορτίο καρπών έχει δυσμενή επίδραση στο σχηματισμό ανθικών καταβολών για την επόμενη Άνοιξη, πράγμα που συνεπάγεται παρεννιαυτοφορία. Επισημαίνει πάντως ότι η φωτοσύνθεση στα φύλλα των καρποφορούντων δένδρων αυξάνει κατά την περίοδο της μεγάλης αύξησης του ξηρού βάρους των καρπών (Ιούλιος - Αύγουστος). Ακόμη η απόδοση μετατροπής της φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας σε ενέργεια ισοδυνάμου ξηράς ουσίας στα δένδρα με φορτίο καρπών είναι 3.3%, ενώ στα μη καρποφόρα δένδρα είναι μόλις 1.8%.

Στα ίδια περίπου συμπεράσματα καταλήγουν και ο Schechter και οι συνεργάτες του (1991), που επισημαίνουν ότι τα δένδρα χωρίς καρποφορία έχουν περισσότερη βλαστική ανάπτυξη (ετήσια) και μεγαλύτερη περιεκτικότητα ξηράς ουσίας στο ξύλο απ' ό,τι τα δένδρα με καρπούς.

#### **1.3.2.2.3 Διαμόρφωση κόμης - Κλάδεμα**

Η διαμόρφωση των δένδρων επηρεάζει την ποσότητα της παραγόμενης βλάστησης και την ποσότητα των υδατανθράκων που κατευθύνονται προς το καρπό. Έχει βρεθεί ότι η διαμόρφωση κόμης σε σχήμα Υ αποδίδει περισσότερο σε ποσότητα και ποιότητα καρπού και αυτό έχει να κάνει με την καλύτερη κατανομή των υδατανθράκων για το σχηματισμό ανθικών καταβολών ή για τη θρέψη των καρπών.

Το θερινό κλάδεμα (=αφαίρεση ετησίων, βράχυνση οδηγών), επηρεάζει επίσης τη συγκέντρωση υδατανθράκων και ανοργάνων θρεπτικών σε διάφορους ιστούς. Οι Taylor και Ferree (1981) βρήκαν ότι το καλοκαιρινό κλάδεμα αυξάνει τα διαλυτά αναγωγικά σάκχαρα (SRS) των φύλλων και τα μη διαλυτά σάκχαρα των μίσχων. Επίσης, σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές, το καλοκαιρινό κλάδεμα φαίνεται να αυξάνει τις συγκεντρώσεις γλυκόζης και φρουκτόζης στις ρίζες ανάλογα με την αυστηρότητα του κλαδέματος, καμιά μεταβολή όμως δεν προέκυψε για τις συγκεντρώσεις σορβιτόλης και σακχαρόζης.

Σε άλλο πείραμα των ίδιων ερευνητών, που έγινε σε ενήλικα δένδρα ποικιλίας Imperial McIntosh /M26 φάνηκε ότι το αυστηρό κλάδεμα επέδρασε κυρίως στην κατανομή υδατανθράκων στους βλαστούς που βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 1 μέτρου από τον κορμό. Η επίδραση αφορούσε στη χρήση των υδατανθράκων και όχι τόσο στην παραγωγή. Ακόμη το ίδιο πείραμα έδειξε μείωση της συγκέντρωσης αμύλου κατά 58% στους βλαστούς που βρίσκονται σε απόσταση 1 μέτρου απ' τον κορμό, όχι όμως σημαντική επίδραση στις συγκεντρώσεις σορβιτόλης και γλυκόζης. Η σοβαρή μείωση της συγκέντρωσης αμύλου επηρέασε ανάλογα και τη συγκέντρωση ολικών υδατανθράκων. Τέλος, το κλάδεμα αύξησε το ξηρό βάρος των βλαστών στις spur ποικιλίες μηλιάς.

Ο Robinson και οι συνεργάτες του (1993), πειραματιζόμενοι κυρίως με την επίδραση του συστήματος μόρφωσης στον καταμερισμό και στην απόδοση μετατροπής των υδατανθράκων, βρήκαν ότι το σχήμα Y στα Empire/M26 αποδίδει έως και 38% περισσότερο από κάθε άλλο σύστημα (άτρακτος, κεντρικός βραχίονας). Το Y σχήμα οφείλει, σύμφωνα με τους ίδιους, τη μεγαλύτερη απόδοση στο γεγονός ότι: α) απορροφά 69% της PAR, ενώ τα άλλα συστήματα απορροφούν μόνο το 45 – 50% της PAR, β) ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας είναι μεγαλύτερος καθώς και ο δείκτης καταμερισμού (απόδοση ανά μονάδα αύξησης επιφάνειας των βραχιόνων).

#### 1.3.2.2.4 Προσβολή αφίδων

Οι προσβολές από αφίδες μεταβάλλουν την οικονομία των υδατανθράκων και τη συσσώρευση ξηράς ουσίας στα διάφορα φυτικά μέρη. Σχετικές μελέτες έχουν γίνει για τα είδη *Dysaphis plantaginea* και *Aphis spiraecola*.

Ο Kaakeh και οι συνεργάτες του (1992), βρήκαν ότι η προσβολή αφίδων (*Aphis spiraecola*) μείωσε σοβαρά τη συσσώρευση ξηράς ουσίας σ' όλα τα μέρη του δένδρου (βλαστοί, φύλλα, ρίζες κλπ.) που ελήφθησαν στο τέλος της πρώτης χρονιάς καλλιέργειας. Οι επιδράσεις όμως απ' τη προσβολή των αφίδων συνεχίζαν να υφίστανται και την επόμενη της προσβολής χρονιά και αναγνωρίζονταν από τη μείωση της ξηράς ουσίας στα δείγματα που ελήφθησαν την επόμενη Άνοιξη κατά το στάδιο του δέκατου φύλλου, αλλά και από τη μείωση στην ανάπτυξη πλάγιων βλαστών. Ανάλογες είναι και οι επιδράσεις των αφιδοπροσβολών στη περιεκτικότητα μη δομικών υδατανθράκων σ' όλα τα φυτικά μέρη τόσο τη πρώτη χρονιά όσο και την επόμενη Άνοιξη.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με πρωθύστερα πειράματα των Varn και Pfeiffer (1989) που αναφέρουν ότι προσβολή των φύλλων των μηλεοδένδρων με *Dysaphis plantaginea* σε ποσοστό 22 – 53 % των φύλλων, μείωσε σημαντικά τη ξηρά ουσία όλων των μερών του δένδρου τόσο την τρέχουσα της προσβολής χρονιά, όσο και την επόμενη Άνοιξη ως το στάδιο τουλάχιστον του δέκατου φύλλου.

#### 1.3.2.2.5 Επίδραση των υποκειμένων και ποικιλιών

Η επίδραση των υποκειμένων στον καταμερισμό υδατανθράκων στα διάφορα φυτικά μέρη είναι γεγονός αδιαμφισβήτητο και σ' αυτή ακριβώς την επίδραση βασίζεται η χρήση των υποκειμένων αυτών για τον έλεγχο της βλάστησης, την ισορροπημένη καρπόδεση και καρποφορία και τη μείωση του κόστους καλλιέργειας της μηλιάς.

Ο Stutte και οι συνεργάτες του (1994) αναφέρουν ότι το ξηρό βάρος των βλαστών στα δένδρα /M7α είναι μεγαλύτερο συγκριτικά με εκείνο άλλων υποκειμένων όπως των MM111EMLA, M26EMLA και M9EMLA. Το αντίθετο συμβαίνει με το ξηρό βάρος των καρπών που είναι μικρότερο στα M7α. Τα δένδρα σε υποκείμενα MM111EMLA συσσωρεύουν περισσότερη ξηρά ουσία στις ρίζες συγκριτικά με των άλλων υποκειμένων, ενώ και η συγκέντρωση αμύλου στις ρίζες υπερέχει στα δένδρα αυτά συγκριτικά με τα M9EMLA. Αντίθετα τα MM111EMLA υστερούν στο επίπεδο σακχαρώζης και σορβιτόλης των ριζών τους.

Ο Robinson και οι συνεργάτες του (1998), επιβεβαιώνουν ότι δένδρα σε υποκείμενα M7 έχουν το χαμηλότερο δείκτη καταμερισμού (=απόδοση ανά

μονάδα αύξησης επιφάνειας βραχιόνων), ενώ οι μηλιές σε M26 έχουν υψηλότερο δείκτη.

Ανάλογες επιδράσεις στον καταμερισμό υδατανθράκων και ξηράς ουσίας στα διάφορα φυτικά μέρη έχουν βέβαια και οι ποικιλίες. Ο Inomata και οι συνεργάτες του (1998) αναφέρουν ότι η φυλλική επιφάνεια της Orin/M9 είναι η μεγαλύτερη μεταξύ μιας σειράς ποικιλιών όπως η Fuji, η Golden Delicious, η Ralls Janet, η American Summer Pearmain και η Sansa /M9. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας της Golden Delicious υπερέχει κατά 1,8 του δείκτη της Sansa. Η ολική ξηρά ουσία των καρπών στη Fuji είναι η μεγαλύτερη και ακολουθούν η Golden Delicious, η Orin και η American Summer Pearmain.

Η ξηρά ουσία ανά φύλλο στη Fuji φαίνεται να είναι επίσης μεγαλύτερη απ' ότι στις άλλες ποικιλίες και υπερέχει σίγουρα 1,4 φορές της ξηράς ουσίας φύλλου της American Summer Pearmain. Ο ρυθμός συγκέντρωσης φωτοσυνθετικών προϊόντων στους καρπούς σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές είναι 30 – 35% στη Fuji και Orin και 17% στην American Summer Pearmain. Αντίθετα, ο ρυθμός συγκέντρωσης φωτοσυνθετικών προϊόντων στους νεαρούς βλαστούς είναι υψηλότερος στην American Summer Pearmain και χαμηλότερος στην Orin απ' ότι στις άλλες ποικιλίες.

#### **1.3.2.2.7 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης**

Είναι γεγονός ότι η αζωτούχα λίπανση τροποποιεί τον καταμερισμό των υδατανθράκων προς όφελος της βλάστησης και σε βάρος της καρπόδεσης, ανάπτυξης και ποιότητας των καρπών. Ο Kaakeh και οι συνεργάτες του (1992) βρήκαν ότι η αζωτούχα λίπανση επηρεάζει θετικά τη συγκέντρωση ξηράς ουσίας σ' όλα τα μέρη του δένδρου (φύλλα, πλάγια βλάστηση, οφθαλμοί, ρίζες, κορμό). Ακόμη η αύξηση της αζωτούχου λίπανσης προκαλεί αύξηση στο ποσοστό και στην ποσότητα των μη δομικών υδατανθράκων. Ο Nii και οι συνεργάτες του (1997) βρήκαν ωστόσο, ότι το περιεχόμενο άμυλο στους ιστούς της ροδακινιάς είναι αντιστρόφως ανάλογο με την ποσότητα αζωτούχου λίπανσης σε αντίθεση με τη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ανά μονάδα ξηρού βάρους που είναι μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα αζώτου. Τέλος, οι ίδιοι βρήκαν ότι η συγκέντρωση σακχαρόζης και σορβιτόλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας είναι μικρότερη στα δένδρα που δέχτηκαν αζωτούχο λίπανση σε σχέση με τους μάρτυρες.

## 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα διεξήχθη το 2000 στην περιοχή της Ζαγοράς, σε μηλεώνες που βρίσκονται σε 700 m υψόμετρο, και σε απόσταση 30 Km από το χωριό, στη θέση 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 του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και φορέα υλοποίησης το Συνεταιρισμό Ζαγοράς.

### 2.1 Πειραματικό υλικό – Χωράφια

Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ποικιλίας Starking Delicious, τουλάχιστον εικοσαετίας, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο και εξαιρετικά μεγάλου μεγέθους. Τα περισσότερα απ' αυτά ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενα φυρικής ή Renette du Canada, και σε παλιές ποικιλίες όπως Σκιούπια ή Μπελφόρ.

Οι μηλεώνες στους οποίους διεξήχθη το πείραμα ανήκουν σε διαφορετικούς καλλιεργητές και επιλέχθηκαν για τους εξής λόγους :

Ο μεν πρώτος (χωρίς μικροκαρπία) είχε ικανοποιητική παραγωγή τα τελευταία πέντε χρόνια με καλής ποιότητας καρπούς τόσο σε μέγεθος όσο και σε εμφάνιση και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ενώ τα δένδρα είχαν ικανοποιητική βλαστική ανάπτυξη.

Αντίθετα ο άλλος μηλεώνας (με μικροκαρπία) τα τελευταία χρόνια εμφάνισε μειωμένη παραγωγή και μεγάλη υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών κυρίως ως προς το μέγεθος. Σύμφωνα δε με τον παραγωγό κλάδοι ή ολόκληρα δένδρα απ' το συγκεκριμένο πειραματικό μηλεώνα παρήγαγαν καρπούς, οι οποίοι αναπτύσσονταν κανονικά ως το τέλος Ιουνίου, από εκεί και μετά όμως, η ανάπτυξη τους σταματούσε, με αποτέλεσμα μέχρι την εποχή της συγκομιδής να μην έχουν αποκτήσει εμπορεύσιμο μέγεθος, χρώμα και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, σύμφωνα με αναφορές του ίδιου παραγωγού, τα δένδρα αυτά παρουσίαζαν αφ' ενός καχεκτική ανάπτυξη σε παραγωγικούς βλαστούς και αφ' ετέρου μεγάλη παραγωγή λαίμαργων βλαστών.

### 2.2 Μεταχειρίσεις

Οι δύο μηλεώνες δέχτηκαν τις ίδιες μεταχειρίσεις που ήταν :

#### ▪ **Μεταχείριση (Ca+N)**

Εφαρμογή αζώτου ως εξής : 1kg/δένδρο Νίτρο Νορβηγίας στις 10/4/2000 + 0,5kg/δένδρο Νίτρο Νορβηγίας στις αρχές Ιουνίου + 0,5kg/δένδρο Νίτρο Νορβηγίας στα μέσα Ιουλίου.

Εφαρμογή ασβέστη ως εξής : 8kg/δένδρο Λιθόθαμος στις 10/4/2000.

#### ▪ **Μεταχείριση (Ca-N)**

Εφαρμογή ασβέστη ως εξής : 8kg/δένδρο Λιθόθαμος στις 18/2/2000 στο κτήμα με μικροκαρπία και στις 13/4/2000 στο κτήμα χωρίς μικροκαρπία.

#### ▪ **Μεταχείριση (Alar)**

Εφαρμογή Alar ως εξής : Ψεκασμός με Alar (daminozide) 15 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση σε ποσότητα 300 g σκευάσματος σε 200 L νερού.

Κάθε μεταχείριση εφαρμόστηκε σε 3 δένδρα από τον κάθε μηλεώνα οπότε στο κτήμα χωρίς μικροκαρπία υπήρχαν τρία δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση (Ca-N): ασβέστης χωρίς άζωτο, 3 δένδρα που δέχτηκαν την μεταχείριση (Alar): Alar και 3 δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση (Ca+N): Ασβέστης και άζωτο. Αντίστοιχα, στο κτήμα με μικροκαρπία υπήρχαν 3 δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση ασβέστη χωρίς άζωτο, 3 δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση Alar και 3 ακόμα δένδρα που δέχτηκαν τη μεταχείριση ασβέστη και άζωτο.

### 2.3 Δειγματοληψίες

Έγιναν 4 δειγματοληψίες στις 12/5, 30/6, 9/8 και 20/9/2000 ως εξής: Σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονταν από κάθε δένδρο-επανάληψη κάθε μεταχείρισης 2 καρποφόροι κλάδοι ηλικίας 4-5 ετών, μήκους 30-50 cm περίπου, από φωτιζόμενα μέρη του δένδρου και σε ύψος 2-5 m περιφερειακά της κόμης του δένδρου. Οι κλάδοι αυτοί έφεραν πάνω καρπούς, παλιό ξύλο και νέα βλάστηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πρώτη δειγματοληψία, που έγινε όταν ολοκληρώθηκε η αρχική πτώση των ανθέων, οι καρποί είχαν βάρος μικρότερο του 1g και πρακτικά δεν υπήρχε ετήσια βλάστηση.

Τα δείγματα αυτά μεταφέρονταν από τη περιοχή του «Κοντού» Ζαγοράς σε φορητό ψυγείο και με την άφιξή τους στο εργαστήριο τοποθετούνταν σε ψυχοσυντήρηση (5°C) ώστε να επιβραδυνθούν όλες οι φυσιολογικές, μεταβολικές διαδικασίες (διαπνοή, αναπνοή, φωτοσύνθεση κλπ) και έως ότου ολοκληρωθεί η διαδικασία των μετρήσεων και ζυγίσεων (συνήθως την ίδια μέρα).

### 2.4 Ζυγίσεις – Μετρήσεις

#### 2.4.1 Προετοιμασία δειγμάτων

Οι δυο κλάδοι από το κάθε δένδρο χωρίστηκαν σε φύλλα, καρπίδια με ποδίσκο, ετήσιους βλαστούς (αφαιρώντας τα περισσότερα φύλλα, εκτός από τα πολύ ανώριμα στα τελευταία 2 cm της κορυφής) και παλιό ξύλο.

#### 2.4.2 Μετρήσεις βάρους

Μετά την προετοιμασία των δειγμάτων ακολούθησαν ζυγίσεις νωπού βάρους κάθε φυτικού τμήματος σε ζυγό ακριβείας 2 δεκαδικών και μετρήσεις φύλλων και καρπών. Η μέτρηση του αριθμού των φύλλων αφορούσε στα φύλλα που είχαν μήκος μεγαλύτερο από 5 εκατοστά.

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 αποξήρανσή τους. Μετά την αποξήρανση επαναζυγίστηκαν όλα τα δείγματα για να βρεθεί το ξηρό βάρος τους. Τα αποξηραμένα δείγματα τοποθετούνταν σε πλαστικό σακουλάκι και σφραγιζόταν, για την αποφυγή της επανύγρανσης των δειγμάτων έως τις αναλύσεις των υδατανθράκων.

### 2.4.3 Μετρήσεις υδατανθράκων

#### 2.4.3.1 Προετοιμασία αποξηραμένου δείγματος

Τα αποξηραμένα δείγματα αλέθονταν σε εργαστηριακό μύλο το συντομότερο δυνατό και στη συνέχεια το δείγμα, επειδή είχε κάποιο ποσοστό χονδροειδών ουσιών, αλέθονταν στο γουδί έως ότου κονιορτοποιηθεί σε λεπτή σκόνη που διαπερνά κόσκινο 40mesh. Το κάθε δείγμα τοποθετούνταν σε πλαστική σακούλα και στη κατάψυξη έως την διενέργεια των εκχυλίσεων.

#### 2.4.3.2 Εκχύλιση διαλυτών σακχάρων

Ακολουθήθηκε η μέθοδος που περιγράφεται στους Nzima και συνεργάτες του (1997).

Τα δείγματα που ελήφθησαν από τα 4 φυτικά τμήματα ζυγίστηκαν (10mg δείγματος κάρπου, 20mg δείγματος φύλλων, 100mg δείγματος νέου ξύλου, 100mg δείγματος παλιού ξύλου) και τοποθετήθηκαν σε ισάριθμους γυάλινους σωλήνες φυγοκέντρου.

Η εκχύλιση έγινε με 10mL διαλύματος μεθανόλης (80%) με ομογενοποίηση για 20s με ομογενοποιητή Turrax. Μετά από φυγοκέντριση (5min, 4000 rpm) με επιτραπέζια φυγόκεντρο, το υπερκείμενο υγρό διηθήθηκε με φίλτρο και το διήθημα μεταφέρθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα. Η εκχύλιση του δείγματος, όπως αναφέρεται παραπάνω, επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες με το εκχύλισμα (περίπου 25mL) τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 80 °C, για 90 min περίπου, για τη συμπύκνωση του εκχυλίσματος μέχρι τελικού όγκου 5mL.

Η αποπρωτείνωση του εκχυλίσματος επιτεύχθηκε με την προσθήκη 2mL διαλύματος 2mM θειικού ψευδαργύρου και 2mL διαλύματος 2mM υδροξειδίου του βαρίου και απιονισμένο νερό ως τον τελικό όγκο των 25 mL. Ακολούθως η υπερκείμενη φάση διηθήθηκε με φίλτρο γυάλινων ινών (G 6) σε ογκομετρικό κύλινδρο των 25mL και μετρήθηκε ο ακριβής όγκος του διηθήματος. Το διήθημα (που αποτελούσε το φυτικό εκχύλισμα), με 10mL απεσταγμένου ύδατος από την έκπλυση του ογκομετρικού σωλήνα, τοποθετούνταν σε πλαστικό φιαλίδιο των 50mL και τοποθετούνταν στον καταψύκτη έως τις αναλύσεις ισοδυνάμων γλυκόζης.

#### 2.4.3.3 Διάσπαση του αμύλου σε μονάδες γλυκόζης

Στο στερεό υπόλειμμα από την τριπλή εκχύλιση προστέθηκαν με συνεχή ανάδευση, 2mL 0.5M NaOH και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν για 45min σε υδατόλουτρο 60°C ώστε να εκχυλιστεί το άμυλο. Με τη ψύξη του δείγματος (θερμοκρασία περιβάλλοντος), το pH ρυθμίζονταν στο 4.6 με προσθήκη διαλυμάτων 1M HCL ή 0.5M NaOH και συμπληρώνονταν μέχρι τον όγκο των 5mL με 0.2M ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος και οξικού νατρίου (pH=4.6). Η διάσπαση του αμύλου σε μονάδες γλυκόζης γινόταν με προσθήκη 500μL διαλύματος αμυλογλυκοσιδάσης και θέρμανση σε υδατόλουτρο σε θερμοκρασία 45°C για 15 ώρες.

Ακολουθούσε φυγοκέντριση για 5min, λήψη της υγρής υπερκείμενης φάσης και προσθήκη 0.2M ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος και οξικού νατρίου (pH=4.6) μέχρι όγκου 5mL. Η αποπρωτείνωση επιτεύχθηκε με προσθήκη 0.5 mL διαλύματος 2 mM θειικού ψευδαργύρου και 0.5 mL διαλύματος 2 mM

υδροξειδίου του βαρίου. Μετά την καθίζηση η υπερκείμενη υγρή φάση φιλτράρονταν με φίλτρο γυάλινων ινών (G 6) και γινόταν μέτρηση της ποσότητας που συλλέγονταν σε φιάλη των 10 mL και διατηρούνταν στον καταψύκτη.

#### 2.4.3.4 Μέτρηση ισοδυνάμων μονάδων γλυκόζης

Για την ανάλυση ισοδυνάμων γλυκόζης σε 5mL φυτικού εκχυλίσματος, προσθέτονταν 10 mL διαλύματος Anthron και θερμαίνονταν σε απαγωγό για 10min σε υδατόλουτρο (100 °C) και αμέσως μετά ψύχονταν σε πάγο για 10min. Σε 40min ακολουθούσε φασματοφωτομέτρηση στα 630 nm.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της γλυκόζης ετοιμάστηκαν για κάθε σειρά μετρήσεων (ανάλογα με το είδος του φυτικού τμήματος ) πρότυπα διαλύματα γλυκόζης με τα οποία κατασκευάστηκε καμπύλη αναφοράς. Η έκφραση των αποτελεσμάτων συγκέντρωσης γλυκόζης γινόταν με τη χρήση της καμπύλης αναφοράς. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμου γλυκόζης ή g ισοδυνάμου γλυκόζης ανά 100g νωπού βάρους ή ανά g ξηράς ουσίας.

#### 2.4.3.5 Παρασκευή των διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σακχάρων και αμύλου

*Διάλυμα Anthrone* : Σε 0.5g anthrone προσθέτονταν 250mL πυκνού θεικού οξέως, το διάλυμα που λαμβάνονταν επαρκούσε για 25 αναλύσεις και χρησιμοποιούνταν αυθημερόν.

*Διάλυμα 2 mM ZnSO<sub>4</sub>* : 0.58g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O διαλύθηκαν σε 1L νερό.

*Διάλυμα 2 mM Ba (OH)<sub>2</sub>* : 0.63g Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O διαλύθηκαν σε 1L νερό.

*Διάλυμα 0.5 M NaOH*: 20g NaOH διαλύθηκαν σε 1 L νερό.

*Διάλυμα 1 M HCl*: Σε 100 mL (37%) πυκνού υδροχλωρικού διαλύονταν με νερό ως τον όγκο του 1L.

*Ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος- οξικού νατρίου (pH=4.6)*: 16.4g οξικού νατρίου διαλύονταν σε νερό ως τον όγκο του 1L. Το pH του διαλύματος ρυθμίστηκε με οξικό οξύ μέχρι την τιμή 4.6.

*Διάλυμα amyloglucosidase για 20 μονάδες ενζύμου στα 500 μl*: Σε 100 mL προσθέτονταν 0.2 g αμυλογλυκοσιδάση (Sigma A7255, E.C. 3.2.1.3), και το διάλυμα παρασκευάζονταν σε καθημερινή βάση.

#### 2.5 Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε με το πρόγραμμα SPSS με τρεις παράγοντες: ύπαρξη ή μη μικροκαρπίας, εποχή δειγματοληψίας και μεταχείριση. Τα αποτελέσματα νωπού και ξηρού βάρους που παρουσιάζονται αφορούν και τις 4 ημερομηνίες δειγματοληψίας και τις 3 μεταχειρίσεις, ενώ τα αποτελέσματα διαλυτών σακχάρων και αμύλου αφορούν στις δειγματοληψίες 30/6/2000 και 20/9/2000 και στις μεταχειρίσεις Ca+N, Ca-N.



### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

##### 3.1.1 Νωπό βάρος (g) στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g βάρους παλιού ξύλου (Πίνακας 1, Σχεδιάγραμμα 1)

Για την αντικειμενική παρουσίαση των αποτελεσμάτων το βάρος (νωπό και ξηρό) των καρπών, φύλλων και νέας βλάστησης εκφράστηκαν και παρουσιάζονται ανά g βάρους παλιού ξύλου, εξαλείφοντας έτσι τυχόν διαφορές στις δειγματοληψίες κλάδων.

Το νωπό βάρος (NB) των φύλλων ανά g βάρους παλιού ξύλου (BΠΞ) ήταν μικρότερο στο χωράφι με μικροκαρπία (MM) κατά 17,2% συγκριτικά με το χωράφι χωρίς μικροκαρπία (XM). Έτσι, ενώ στο χωράφι XM το NB των φύλλων ανά g BΠΞ κυμαίνονταν στο 2,9, στο χωράφι MM έφτανε το 2,4. Η μείωση δεν ήταν εμφανής από τον πρώτο μήνα δειγματοληψιών, αφού το Μάιο το NB των φύλλων ανά g BΠΞ ήταν περίπου το ίδιο και στα δύο χωράφια (2,5 στο χωράφι XM και 2,3 στο χωράφι MM). Από τον Ιούνιο και μετά όμως το NB των φύλλων ανά g BΠΞ ήταν λιγότερο κατά 29,6% (1,9 για τον Ιούνιο στο χωράφι MM, 2,7 στο χωράφι XM). Τον Αύγουστο η διαφορά μεταξύ των δύο χωραφιών μειώθηκε στο 13,8% (2,5 στο χωράφι MM, 2,9 στο χωράφι XM) και το Σεπτέμβριο το NB των φύλλων ανά g BΠΞ στα δύο χωράφια σταθεροποιήθηκε στο 17,1% (3,5 στο χωράφι χωρίς και 2,9 στο χωράφι MM), πράγμα που πιθανόν να σημαίνει ότι η μικροκαρπία προκάλεσε μείωση στην παραγωγή φυλλικής μάζας που είναι και ο παραγωγός των υδατανθράκων για όλο το φυτό καθόλη την ανάπτυξη του καρπού.

Οι μεταχειρίσεις δεν φαίνεται να επηρέασαν σημαντικά το NB των φύλλων ανά g BΠΞ.

Το NB φύλλων ανά g BΠΞ αυξήθηκε σταδιακά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού. Το Μάιο το NB των φύλλων ανά g BΠΞ ήταν ίσο με 2,4 και περίπου ίσο μ' αυτό του Ιουνίου (2,3). Από τον Ιούνιο και μετά όμως έλαβε χώρα σημαντική αύξηση, οπότε τον Αύγουστο το NB των φύλλων ανά g BΠΞ έγινε 2,7 και το Σεπτέμβριο 3,2. Δηλαδή, αντίθετα με το αναμενόμενο, τα φύλλα συνέχισαν τη συσσώρευση νωπής ουσίας έως και το Σεπτέμβριο ή το παλιό ξύλο έχασε νωπό βάρος (κυρίως υδατάνθρακες) καθόλη την περίοδο ανάπτυξης των καρπών.

Το NB καρπών ανά g BΠΞ ήταν 27,1g στο χωράφι XM, αλλά ήταν σημαντικά μειωμένο κατά 30,6% στο χωράφι MM (18,8). Το Μάιο τα δύο χωράφια είχαν το ίδιο NB καρπών ανά g BΠΞ (περίπου ίσο με 1,4). Αντίθετα τον Ιούνιο το NB καρπών ανά g BΠΞ στο χωράφι MM ήταν περίπου το μισό (8,9) του αντίστοιχου νωπού βάρους του χωραφιού XM (15,5), παρά την έλλειψη μακροσκοπικών διαφορών στο μέγεθος των καρπών. Η διαφορά αυτή εξακολουθούσε να υφίσταται σε μικρότερο ποσοστό και στη δειγματοληψία του Αυγούστου, οπότε το NB των καρπών ανά g BΠΞ στο χωράφι MM ήταν 23,9 και στο χωράφι XM 29,7. Το Σεπτέμβρη το χωράφι MM είχε 33,8% μικρότερο NB καρπών ανά g BΠΞ από το χωράφι XM. Έτσι το NB των καρπών ανά g BΠΞ στα δύο χωράφια ήταν 41 και 61,9 αντίστοιχα.

Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν σημαντικά το NB καρπών ανά g ΒΠΞ.

Ανάλογα όμως με την εποχή το NB των καρπών ανά g ΒΠΞ μεταβλήθηκε σημαντικά. Είχε το μικρότερο μέγεθος το Μάιο (1,4), αλλά τον Ιούνιο εξαιτίας των ταχέων κυτταροδιαιρέσεων, της τάνυσης των κυττάρων του καρπού και της μετακίνησης υδατανθράκων από το παλιό ξύλο στον καρπό, σχεδόν δεκαπλασιάστηκε φτάνοντας το 12,2. Τον Αύγουστο το NB των καρπών ανά g ΒΠΞ διπλασιάστηκε στο 26,8 και μέχρι το Σεπτέμβριο επαναδιπλασιάστηκε και έφτασε το 51,4.

Το NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ στο χωράφι MM ήταν περίπου το μισό (0,3) του αντίστοιχου NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ του χωραφιού XM (0,5).

Κατά την περίοδο της πρώτης δειγματοληψίας (Μάιος), στο χωράφι MM υφίστατο ελάχιστη νέα βλάστηση για αυτό και το NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ ήταν αμελητέο και ίσο με 0,09, ενώ την ίδια εποχή στο χωράφι XM το αντίστοιχο NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ ήταν 0,3. Τον Ιούνιο η ανωτέρω παράμετρος στο χωράφι XM αυξήθηκε στο 0,5 και διέφερε απ' το αντίστοιχο NB νέας βλάστησης του χωραφιού MM (0,15) κατά 72%. Η διαφορά αυτή μειώθηκε τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο σε ασήμαντα επίπεδα με το χωράφι MM να έχει τους αντίστοιχους μήνες 0,3 και 0,6, ενώ στο χωράφι XM 0,4 και 0,7. Φαίνεται λοιπόν ότι στο χωράφι MM έλαβε χώρα σημαντική καθυστέρηση έκπτυξης και ανάπτυξης της νεαρής βλάστησης στην αρχή του καλοκαιριού, αλλά η συσσώρευση NB στη νέα βλάστηση επιταχύνθηκε και έφτασε στα επίπεδα της βλάστησης του χωραφιού XM αργότερα το καλοκαίρι.

Το NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις.

Αντίθετα το NB νέας βλάστησης ανά g ΒΠΞ αυξήθηκε με σταθερό ρυθμό από το Μάιο (0,2) στον Ιούνιο (0,3) κατά 50% εξαιτίας της ολοκλήρωσης ανάπτυξης της Ανοιξιάτικης βλάστησης, τον Αύγουστο στο 0,4 (αυξήθηκε δηλαδή κατά 33,3%) και το Σεπτέμβριο έφτασε το 0,6 (επιπλέον αύξηση 50%), κυρίως λόγω της συσσώρευσης υδατανθράκων, ανόργανων στοιχείων και νερού στο νέο βλαστό (ωρίμανση).

### 3.1.2 Νωπό βάρος καρπών (g) ανά g νωπού βάρους φύλλων (Πίνακας 2)

Το νωπό βάρος (NB) των καρπών ανά g νωπού βάρους (NB) των φύλλων είναι ένας έμμεσος τρόπος για την εκτίμηση της παραγωγικότητας των φύλλων. Διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δύο χωραφιών και συγκεκριμένα στο χωράφι MM το NB των καρπών ανά g NB φύλλων (7,4) ήταν 12,9% μικρότερο απ' το NB των καρπών ανά g NB φύλλων του χωραφιού XM (8,5).

Το Μάιο, στο στάδιο που οι καρποί είχαν μέγεθος φουντουκιού, το NB των καρπών ανά g NB φύλλων στα δύο χωράφια ήταν παρόμοιο (περίπου 0,58). Τον Ιούνιο το NB των καρπών ανά g NB στο χωράφι MM (4,9) ήταν μικρότερο κατά 12,5% συγκριτικά με το χωράφι XM (5,6). Τον Αύγουστο η διαφορά στο NB των καρπών ανά g NB φύλλων μεταξύ των δύο χωραφιών ελαχιστοποιήθηκε και το NB των καρπών ανά g NB φύλλων ήταν κατά μέσο όρο 9,8g. Στην εμπορική συγκομιδή (Σεπτέμβριος) το NB των καρπών ανά g NB φύλλων στο χωράφι MM ήταν 14,5g και 18,5% μικρότερο από ότι στο χωράφι XM (17,8g).

Οι μεταχειρίσεις επηρέασαν σημαντικά το NB των καρπών ανά g NB φύλλων, κυρίως κατά το Σεπτέμβριο. Η μεταχείριση Ca + N μείωσε το NB των

καρπών ανά g NB φύλλων κατά 13,5% (7,7 MO των 4δευματοληψιών) σε σχέση με τη μεταχείριση Ca – N (8,9), ίσως επειδή το Ca + N αύξησε ελάχιστα το NB των φύλλων. Το Alag προκάλεσε μείωση στο NB των καρπών ανά g βάρους φύλλων κατά 19,1% (7,2), συγκριτικά με τη μεταχείριση Ca – N (8,9), μέσω της μείωσης που προκάλεσε στο NB των καρπών.

Το NB των καρπών ανά g NB φύλλων μεταβλήθηκε αυξητικά με το χρόνο. Το Μάιο είχε την ελάχιστη τιμή του (0,6), επειδή τότε οι καρποί είχαν το μικρότερο μέγεθος, (φουντουκιού). Τον Ιούνιο με τις ταχείες κυτταροδιαϊρέσεις και τη διόγκωση του καρπού, το NB των καρπών ανά g NB φύλλων σχεδόν δεκαπλασιάστηκε (5,3), ενώ τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο η αύξηση ήταν σχεδόν διπλάσια και τριπλάσια, αντίστοιχα, της δειγματοληψίας Ιουνίου (9,8 και 16,2, αντίστοιχα). Φαίνεται δηλαδή ότι στα τρία διαστήματα που μελετήθηκαν, η ανωτέρω παράμετρος αυξήθηκε παρόμοια (περίπου 5g καρπού για κάθε περίοδο 40 ημερών). Βέβαια με την επιφύλαξη ότι ένα ποσοστό των αναγκών των καρπών καλύπτεται από τις αποθηκευμένες ουσίες στο ξύλο και φλοιό, τα φύλλα των αιχμών νωρίς το καλοκαίρι δουλεύουν ταχύτατα για την ανάπτυξη των καρπών, ενώ το καλοκαίρι, που τα φύλλα αιχμών σκιάζονται αρκετά, τα φύλλα των βλαστών παράγουν και στέλνουν στους καρπούς παρόμοιες ποσότητες υδατανθράκων που σχεδόν αποκλειστικά ωθούν στην ανάπτυξη του νωπού βάρους (τάνυση κυττάρων, εισροή ανόργανων και νερού).

### 3.1.3 Νωπό βάρος (g) ανά καρπό (Πίνακας 3)

Το νωπό βάρος (NB) ανά καρπό ήταν 22% μικρότερο στο χωράφι MM συγκριτικά με το χωράφι XM (62,4 και 79,8g, αντίστοιχα), όταν όλες οι τιμές των 4 δειγματοληψιών παίρνονται συλλογικά. Αυτό σημαίνει ότι οι καρποί στο χωράφι MM ήταν μικρότερου μεγέθους συγκριτικά με τους καρπούς του κανονικού χωραφιού (Σχεδιάγραμμα 2).

Η διαφορά αυτή δεν ήταν εμφανής το Μάιο, όταν στο χωράφι MM οι καρποί ζύγιζαν 0,8g και στο χωράφι XM 0,9g. Τον Ιούνιο όμως η διαφορά έγινε μεγαλύτερη, οπότε στο χωράφι MM οι καρποί ζύγιζαν 29,9g ή 35% λιγότερο απ' ό τι στο χωράφι XM (46g). Τον Αύγουστο η διαφορά αυτή μειώθηκε στο 20,4%, έτσι στα δύο χωράφια οι καρποί ζύγιζαν 84,1 και 105,6g, αντίστοιχα. Το Σεπτέμβριο, όταν οι καρποί είχαν φτάσει στο στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας, στο χωράφι με τη μικροκαρπία ζύγιζαν 134,7g, δηλαδή 19% λιγότερο από το χωράφι XM (166,5g).

Οι μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν σημαντικά το NB ανά καρπό. Το NB καρπού αυξήθηκε με το χρόνο ακολουθώντας τη σιγμοειδή καμπύλη αύξησης των καρπών. Έτσι από το Μάιο ως τον Ιούνιο το NB των καρπού αυξήθηκε από το 0,9 g στα 38 g. Τον Αύγουστο το NB του καρπού υπερδιπλασιάστηκε στα 94,9 g και συνέχισε να αυξάνει κατά 58,7% οπότε μέχρι την ωρίμανση έφτασε το βάρος των 150,6 g. Σε απόλυτες τιμές βλέπουμε ότι η αύξηση στο NB του καρπού είναι ισόποση για τις δύο περιόδους που μελετήθηκαν (Ιούλιος - αρχές Αυγούστου και μέσα Αυγούστου – μέσα Σεπτεμβρίου). Επομένως, ο ρυθμός ανάπτυξης από τις αρχές Ιουλίου έως την εμπορική συγκομιδή ήταν σχεδόν σταθερός και αυτός ο ρυθμός αύξησης δεν τροποποιήθηκε από τη μικροκαρπία.



### 3.1.4 Αριθμός φύλλων και νωπό βάρος ανά φύλλο (Πίνακας 4)

Ο αριθμός των φύλλων ήταν μικρότερος στο χωράφι MM κατά 16% περίπου συγκριτικά με το χωράφι XM. Σε κάθε δηλαδή δύο κλαδιά δειγματοληψίας μήκους περίπου 30 – 40 εκατοστών στο χωράφι MM αντιστοιχούσαν κατά μέσο όρο από τις 4 δειγματοληψίες 80 φύλλα περίπου και στο χωράφι XM 95 φύλλα. Ο μικρότερος αριθμός φύλλων στο χωράφι MM παρατηρήθηκε απ' την πρώτη κιάλας δειγματοληψία, του Μαΐου, όταν στο χωράφι MM αντιστοιχούσαν 43 φύλλα και στο χωράφι XM 51. Η διαφορά αυτή αυξήθηκε στις άλλες δειγματοληψίες, οπότε στο χωράφι MM τον Ιούνιο και τον Αύγουστο υπήρχαν 17,7% λιγότερα φύλλα (93 φύλλα) σε σχέση με το χωράφι XM (113 φύλλα). Ο μικρότερος αριθμός φύλλων στο χωράφι MM εξηγείται από την καθυστέρηση στην έκπτυξη νέας βλάστησης, γι' αυτό και, όταν τελικά αναπτύχθηκε η νέα βλάστηση, η διαφορά στον αριθμό των φύλλων μεταξύ των δύο χωραφιών μειώθηκε. Έτσι, το Σεπτέμβριο στο χωράφι MM υπήρχαν 10% λιγότερα φύλλα (90 φύλλα) από ότι το χωράφι XM (100 φύλλα).

Αντίθετα δεν υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ των χωραφιών στο νωπό βάρος (NB) ανά φύλλο (Σχεδιάγραμμα 6).

Επίσης δεν υπήρξε διαφοροποίηση ως προς τον αριθμό των φύλλων και το NB ανά φύλλο μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Ο αριθμός των φύλλων όμως, όπως και το NB ανά φύλλο, μεταβλήθηκαν με την εποχή. Η μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό των φύλλων παρατηρήθηκε από το Μάιο στον Ιούνιο, κατά 120%, επειδή τότε ολοκληρώθηκε σχεδόν η έκπτυξη της νέας βλάστησης. Έτσι ενώ το Μάιο, ο αριθμός των φύλλων στα δύο κλαδιά δειγματοληψίας ήταν περίπου 47, τον Ιούνιο και τον Αύγουστο αυξήθηκαν στα 104 φύλλα περίπου. Το Σεπτέμβριο παρατηρήθηκε μικρή μείωση στον αριθμό των φύλλων κατά 9% (95 φύλλα) πιθανόν λόγω δειγματοληψίας ή και γήρανσης και πτώσης κάποιων εξ αυτών (ιδιαίτερα φύλλων των μη φωτιζόμενων αιχμών).

Το NB ανά φύλλο διαφοροποιήθηκε κι αυτό ανάλογα με την εποχή και όπως φαίνεται ήταν μεγαλύτερο το Μάιο (0,7g), επειδή η δειγματοληψία έγινε με φύλλα αιχμών που ως γνωστόν είναι μεγάλα και ώριμα από νωρίς. Τον Ιούνιο το NB ανά φύλλο μειώθηκε περίπου στο μισό (0,38g) και σταθεροποιήθηκε στο 0,4g τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο επειδή απ' τον Ιούνιο και μετά χρησιμοποιούνταν μίγμα φύλλων ετήσιου βλαστού και αιχμών τυχαία.

### 3.1.5 Ποσοστιαίος καταμερισμός του νωπού βάρους στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 5, Σχεδιάγραμμα 3)

Ο καταμερισμός νωπού βάρους (NB) στο παλιό ξύλο ήταν μεγαλύτερος στο χωράφι MM κατά 18,4% οπότε το ποσοστό NB που κατανέμονταν στο παλιό ξύλο ήταν 9,0% έναντι του 7,6% στο χωράφι XM.

Η διαφορά αυτή υπήρχε από την αρχή της παραγωγικής περιόδου και το Μάιο κυμαίνονταν στο 8,1%. Έτσι ο καταμερισμός NB στο παλιό ξύλο στο χωράφι MM ήταν 21,3% και στο χωράφι XM 19,7%. Τον Ιούνιο ο καταμερισμός NB στο παλιό ξύλο είχε τη μεγαλύτερη απόκλιση ανάμεσα στα δύο χωράφια (3,4 ποσοστιαίες μονάδες), δηλαδή το χωράφι MM είχε μεγαλύτερο καταμερισμό NB στο παλιό ξύλο κατά 62,9% και ίσο με 8,8% του συνολικού νωπού βάρους. Τον

Αύγουστο τα δύο χωράφια είχαν παρόμοιο καταμερισμό NB στο παλιό ξύλο, που κυμαίνονταν στο 3,4%, όπως και το Σεπτέμβριο που ήταν περίπου 2%.

Οι μεταχειρίσεις δεν επέδρασαν σημαντικά στο καταμερισμό NB στο παλιό ξύλο.

Ο μεγαλύτερος καταμερισμός NB στο παλιό ξύλο έλαβε χώρα το Μάιο, όταν το 20,5% του NB των βλαστικών μερών και καρπών βρίσκονταν στο παλιό ξύλο. Στη συνέχεια, προς τον Ιούνιο, σημειώθηκε σημαντική μείωση κατά 65%, οπότε ο καταμερισμός NB στο παλιό ξύλο έπεσε στο 7,1%. Τον Αύγουστο ο καταμερισμός NB στο παλιό ξύλο υποδιπλασιάστηκε (3,6%), όπως επίσης και το Σεπτέμβριο (2%).

Ο καταμερισμός NB στα φύλλα ήταν παρόμοιος μεταξύ των δύο χωραφιών και των μεταχειρίσεων και κυμαίνονταν στο 19%. Διέφερε σημαντικά όμως, μεταξύ των εποχών. Ο μεγαλύτερος καταμερισμός NB στα φύλλα σημειώθηκε το Μάιο, όταν το ποσοστό NB που αφορούσε στα φύλλα ήταν περίπου το 50% του συνολικού βάρους όλων των εξεταζόμενων μερών. Τον Ιούνιο ο καταμερισμός NB στα φύλλα έπεσε στο 15% επειδή τότε είχε αρχίσει η περίοδος ταχείας αύξησης των καρπών, οπότε το μεγαλύτερο ποσοστό NB μετατοπιζονταν προς τους καρπούς. Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο ο καταμερισμός NB στα φύλλα μειώθηκε σημαντικά οπότε τον Αύγουστο το NB των φύλλων ήταν το 9,1% και το Σεπτέμβριο το 6% περίπου του συνολικού νωπού βάρους.

Ο καταμερισμός NB των καρπών δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των χωραφιών, ούτε και μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Αντίθετα, μεταβλήθηκε με την εποχή ακολουθώντας τη σιγμοειδή καμπύλη ανάπτυξης των καρπών. Το Μάιο που οι καρποί είχαν μέγεθος φουντουκιού ο καταμερισμός NB στους καρπούς ήταν αρκετά μικρός (27,3%). Τον Ιούνιο που οι καρποί αυξάνουν ταχέως σε βάρος και μέγεθος, βρέθηκε μεγαλύτερος καταμερισμός NB στο επίπεδο του 76,2%. Παρατηρήθηκε δηλαδή αύξηση στο καταμερισμό NB των καρπών από το Μάιο ως τον Ιούνιο κατά 179%. Από τον Ιούνιο προς τον Αύγουστο και εν συνεχεία προς το Σεπτέμβριο, ο καταμερισμός NB στους καρπούς αυξήθηκε κατά 13,2% και 5,3%, αντίστοιχα, οπότε τον Αύγουστο το NB των καρπών ήταν το 86,2% και το Σεπτέμβριο το 90,8% του συνολικού νωπού βάρους.

Ο καταμερισμός NB στη νέα βλάστηση ήταν κατά 48,1% μικρότερος στο χωράφι MM. Έτσι στο χωράφι MM μόνο το 1,4% του συνολικού νωπού βάρους αφορούσε στη νέα βλάστηση ενώ στο χωράφι XM το 2,7%. Η διαφορά στο καταμερισμό NB στη νέα βλάστηση ανάμεσα στα δύο χωράφια ήταν πολύ μεγάλη την περίοδο της Άνοιξης. Έτσι ο καταμερισμός NB στη νέα βλάστηση το Μάιο στο χωράφι MM ήταν μόλις το 1/3 του αντίστοιχου καταμερισμού στο χωράφι XM (1,8% και 6,3%, αντίστοιχα). Τον Ιούνιο ο καταμερισμός NB στη νεαρή βλάστηση στο χωράφι MM παρόλο που είχε αρχίσει να συγκλίνει, ήταν μικρότερος κατά 50% και ίσος με 1,2% και στο χωράφι XM 2,4%. Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο ο καταμερισμός NB στη νέα βλάστηση σχεδόν εξισώθηκε στα δύο χωράφια (1,2% και 1,1% τον Αύγουστο, 1,1% και 1,3%, αντίστοιχα, το Σεπτέμβριο) Οι μεταχειρίσεις δεν επέδρασαν σημαντικά στο καταμερισμό NB στη νέα βλάστηση.

Ο μεγαλύτερος καταμερισμός NB στη νέα βλάστηση έλαβε χώρα το Μάιο όταν το ποσοστό NB που αφορούσε στη νέα βλάστηση ήταν 4,0% και περισσότερο από το τετραπλάσιο των αντίστοιχων ποσοστών Ιουνίου, Αυγούστου και Σεπτεμβρίου που ήταν 1,8%, 1,1% και 1,2% αντίστοιχα.

Ο καταμερισμός NB στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της.

Το Μάιο το μεγαλύτερο ποσοστό του NB καταμερίστηκε στα φύλλα σε ποσοστό που πλησίασε το 50% και στα δύο χωράφια, γεγονός αναμενόμενο αφού η έκπτυξη των νέων φύλλων και βλαστών τροφοδοτείται με μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων και νερού. Στο χωράφι ΧΜ, στο παλιό ξύλο καταμερίστηκε το 20% περίπου του NB, στους καρπούς το 26,4% και στη νέα βλάστηση το 6,3%. Στο χωράφι με το πρόβλημα της μικροκαρπίας αυτή την εποχή διαγράφονταν μια ελάχιστη υπεροχή στο ποσοστό NB που καταμερίζονταν στο παλιό ξύλο (21,3%) και μια μεγάλη υστέρηση στο ποσοστό NB που αφορούσε στη νέα βλάστηση που ήταν περίπου το 1/3 του αντίστοιχου ποσοστού του χωραφιού ΧΜ (1,8%).

Τον Ιούνιο, στο χωράφι ΧΜ, παρατηρήθηκε αλματώδης αύξηση του NB των καρπών που τροποποίησε άρδην το καταμερισμό NB στα διάφορα βλαστικά μέρη σε σχέση με το καταμερισμό του Μαΐου. Τον Ιούνιο τα φύλλα έχουν γίνει πια κύρια παραγωγοί και εξάγουν φωτοσυνθετικά προϊόντα οπότε ο καταμερισμός νωπού βάρους σ' αυτά ήταν μόνο 15%. Αντίθετα, οι καρποί αυτή την εποχή είναι ισχυροί καταναλωτές και συγκεντρώνουν αφομοιωτικά προϊόντα τόσο απ' τη τρέχουσα φωτοσύνθεση, όσο και απ' την αποταμίευση της προηγούμενης χρονιάς. Έτσι ο μεγαλύτερος καταμερισμός νωπού βάρους βρισκόταν στους καρπούς (78,2%), και ελάχιστα ήταν τα ποσοστά NB που αφορούσαν στο παλιό ξύλο (5,4%) και στη νέα βλάστηση (2,4%). Μετά τη συγκομιδή βέβαια, αναμένονταν συσσώρευση NB (σε μορφή υδατανθράκων, ανόργανων στοιχείων και νερού) στη νέα βλάστηση. Στο χωράφι με τη μικροκαρπία ο καταμερισμός NB τον Ιούνιο διέφερε από τα παραπάνω, ως προς το μικρότερο σχετικά καταμερισμό NB στους καρπούς (74%) και στη νέα βλάστηση (1,1) αλλά και στο μεγαλύτερο καταμερισμό NB στο παλιό ξύλο (8,8%). Δηλαδή από τον Ιούνιο υπάρχει υστέρηση στην ανάπτυξη του καρπού και νέας βλάστησης στο χωράφι ΜΜ.

Στη δειγματοληψία του Αυγούστου, στο χωράφι ΧΜ τα φύλλα δουλεύουν πια ως παραγωγοί αφομοιωτικών προϊόντων, οπότε ο καταμερισμός NB περιορίστηκε στο 9% του συνολικού νωπού βάρους, ενώ οι καρποί είχαν το μεγαλύτερο ποσοστό NB (86%). Στο παλιό ξύλο καταμερίστηκε το 3,4% και στη νέα βλάστηση το 1,2% του NB. Στο χωράφι ΜΜ, αυτή την εποχή δεν υπήρξε διαφοροποίηση απ' τον αντίστοιχο καταμερισμό στο χωράφι ΧΜ.

Κατά την περίοδο της συλλεκτικής ωριμότητας (Σεπτέμβριος), στο χωράφι ΧΜ το 91,7% του NB βρισκόταν στους καρπούς και το υπόλοιπο μοιράζονταν 5,4% στα φύλλα, 1,7% στο παλιό ξύλο και 1,1% στη νέα βλάστηση. Το χωράφι ΜΜ είχε 2 ποσοστιαίες μονάδες μικρότερο καταμερισμό NB στους καρπούς (89,8%) και παρόμοιο καταμερισμό NB στα φύλλα (6,5%), παλιό ξύλο (2,3%) και νέα βλάστηση (1,3%).

Συμπερασματικά, ο καταμερισμός του νωπού βάρους στα 4 φυτικά μέρη δεν τροποποιήθηκε σε σημαντικά ποσοστά εξαιτίας της μικροκαρπίας και οι σημαντικές διαφορές που βρέθηκαν ήταν ποσοστιαία πολύ μικρές για να

συμπεράνουμε ότι η μικροκαρπία τροποποιεί το καταμερισμό του νωπού βάρους μεταξύ των 4 φυτικών τμημάτων που μελετήθηκαν.

## 3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ

### 3.2.1 Ξηρά ουσία στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g ξηρού βάρους παλιού ξύλου (Πίνακας 6, Σχεδιάγραμμα 4)

Η ξηρά ουσία (ΞΟ) των φύλλων ανά g ξηρού βάρους παλιού ξύλου (ΞΒΠΞ) (εκφρασμένη σε g) στο χωράφι με μικροκαρπία (ΜΜ) ήταν 1,7 και 19% μικρότερη απ' την αντίστοιχη ΞΟ του χωραφιού χωρίς μικροκαρπία (ΧΜ) (2,1). Τον Μάιο η ΞΟ φύλλων ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι ΜΜ είναι μειωμένη μόνο κατά 12,7% της αντίστοιχης ΞΟ του χωραφιού ΧΜ (1,8). Τον Ιούνιο, η μείωση ήταν αξιοσημείωτα πιο μεγάλη και περίπου στο 29,6% της ΞΟ των φύλλων ανά g ΞΒΠΞ του χωραφιού ΧΜ (1,6), ενώ τον Αύγουστο μικρότερη κατά 16,2% της συγκέντρωσης του χωραφιού ΧΜ (2,4). Με την ολοκλήρωση της παραγωγικής περιόδου, το Σεπτέμβριο, η μείωση στη ΞΟ των φύλλων ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι με τη μικροκαρπία σταθεροποιήθηκε μικρότερη κατά 22,3% της αντίστοιχης συγκέντρωσης του χωραφιού ΧΜ (2,8).

Η ΞΟ των φύλλων ανά g ΞΒΠΞ δεν μεταβλήθηκε με τις μεταχειρίσεις, ενώ διαφοροποιήθηκε σημαντικά με την εποχή. Έτσι το Μάιο η ΞΟ των φύλλων ανά g ΞΒΠΞ ήταν 1,7, προς τον Ιούνιο μειώθηκε στο 1,4 (μείωση 17,6%), ενώ τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο αυξήθηκε κατά 57,1% και άλλο 13,6% και έφτασε το 2,2 και 2,5, αντίστοιχα.

Η ΞΟ των καρπών ανά g ΞΒΠΞ ήταν μικρότερη στο χωράφι ΜΜ κατά 29,7% σε σχέση με την αντίστοιχη ΞΟ του χωραφιού ΧΜ (1,2 και 1,7, αντίστοιχα). Το Μάιο η ΞΟ των καρπών ανά g ΞΒΠΞ και στα δύο χωράφια κυμαίνονταν κοντά στο 0,6. Από τον Ιούνιο όμως και μετά στο χωράφι ΜΜ παρατηρήθηκε σημαντική υστέρηση στη ΞΟ των καρπών ανά g ΞΒΠΞ της τάξης του 57% σε σχέση με την αντίστοιχη ΞΟ του χωραφιού ΧΜ (0,7). Τον Αύγουστο η ΞΟ των καρπών ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι ΜΜ ήταν 1,5 και το Σεπτέμβριο 2,5, μικρότερη δηλαδή κατά 25% και 28,6%, συγκριτικά με το χωράφι ΧΜ (2,0 και 3,5, αντίστοιχα).

Η ΞΟ των καρπών ανά g δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις.

Μεταβλήθηκε όμως σημαντικά με την εποχή και ειδικότερα απ' τον Ιούνιο και μετά, οπότε παρατηρήθηκε μια αλματώδης αύξηση στη ΞΟ των καρπών ανά g ΞΒΠΞ από 0,5 τον Ιούνιο σε 1,8 τον Αύγουστο, αύξηση δηλαδή της τάξης του 260%. Απ' τον Αύγουστο και μέχρι το Σεπτέμβριο, με την ολοκλήρωση δηλαδή της ανάπτυξης ωριμότητας για συγκομιδή, σημειώθηκε περαιτέρω αύξηση στη ΞΟ των καρπών κατά 66,7% οπότε έφτασε περίπου το 3.

Η ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι με τη μικροκαρπία ήταν περίπου το 75% της αντίστοιχης ΞΟ του χωραφιού ΧΜ (0,3 και 0,4, αντίστοιχα). Φαίνεται μάλιστα ότι το Μάιο η ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι ΜΜ ήταν ελάχιστη (0,02), είτε επειδή δεν υπήρχε νέα βλάστηση, είτε επειδή υπήρχε μεγάλη αναλογικά ΞΟ στο παλιό ξύλο. Στο χωράφι ΧΜ και κατά την ίδια περίοδο, η αντίστοιχη ΞΟ ήταν 0,2. Τον Ιούνιο η

ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ στο χωράφι MM παρέμεινε σε πολύ χαμηλά επίπεδα ίση με 0,1 και 66,7% μικρότερη απ' την αντίστοιχη ΞΟ στο χωράφι XM (0,3). Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο επειδή η νέα βλάστηση έχει προχωρήσει σημαντικά στο χωράφι MM ολοκληρώθηκε, οι διαφορές στη ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ στα δύο χωράφια εκμηδενίστηκαν (τον Αύγουστο περίπου 0,35 και το Σεπτέμβριο 0,65).

Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν τη ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ.

Αντίθετα η ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ διαφοροποιήθηκε με το χρόνο. Η ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ είχε τη χαμηλότερή της τιμή το Μάιο (0.1), επειδή τότε αφενός η νέα βλάστηση δεν είχε ολοκληρώσει την ανάπτυξή της και αφετέρου μεγάλο μέρος ΞΟ βρίσκονταν συγκεντρωμένη στο παλιό ξύλο. Τον Ιούνιο η ΞΟ νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ διπλασιάστηκε φτάνοντας το 0,2 και συνέχισε να αυξάνει με τον ίδιο ρυθμό οπότε τον Αύγουστο έφτασε το 0,4 περίπου. Το Σεπτέμβριο οπότε η νέα βλάστηση ξυλοποιείται και συσσωρεύει ξηρά ουσία, η ΞΟ της νέας βλάστησης ανά g ΞΒΠΞ αυξήθηκε κατά 75%, σε σχέση με την αντίστοιχη ΞΟ του Αυγούστου και έφτασε το 0,7.

### 3.2.2 Ξηρά ουσία ανά καρπό και ανά φύλλο μηλιάς (Πίνακας 7)

Η ξηρά ουσία (ΞΟ) ανά καρπό διέφερε σημαντικά από χωράφι σε χωράφι. Στο χωράφι MM ήταν 8,2g και μικρότερη κατά 24,8% απ' τη ΞΟ ανά καρπό στο χωράφι XM, που ήταν ίση με 10,9g. Η υστέρηση της ΞΟ ανά καρπό στο χωράφι MM σε σχέση με το χωράφι XM, ήταν σταθερά μεγάλη από την πρώτη κιόλας δειγματοληψία (Μάιος), οπότε η ΞΟ ανά καρπό στο πρώτο χωράφι ήταν αμελητέα και περίπου ίση με 0,1, ενώ στο χωράφι XM έφτανε τα 0,2g. Τον Ιούνιο η ΞΟ ανά καρπό στο χωράφι MM προσέγγισε το μισό της ΞΟ ανά καρπό του κανονικού χωραφιού, ήταν δηλαδή 0,6 και 1,4g, αντίστοιχα. Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο η συγκέντρωση ΞΟ ανά καρπό στο χωράφι MM ήταν 11,1g και 20,9g και μικρότερη κατά 27,5% και 22% απ' τις αντίστοιχες των μηνών συγκεντρώσεις του χωραφιού XM που ήταν 15,3g και 26,8g (Σχεδιάγραμμα 5).

Οι μεταχειρίσεις δεν μετέβαλλαν τη ΞΟ ανά καρπό.

Η ΞΟ ανά καρπό αυξήθηκε από το Μάιο (0,1g), στον Ιούνιο (1g) και από τον Ιούνιο στον Αύγουστο (13,2g) με πολύ ταχύ ρυθμό, αλλά το Σεπτέμβριο η ΞΟ ανά καρπό ήταν περίπου διπλάσια της ΞΟ του Αυγούστου και ίση με 23,9g. Σε απόλυτες τιμές φαίνεται ότι η συσσώρευση ΞΟ στον καρπό είναι ελάχιστη μέχρι και τον Ιούνιο, πολύ υψηλή τον Ιούλιο και κάπως μικρότερη τις τελευταίες 40 ημέρες πριν τη συγκομιδή.

Η ΞΟ ανά φύλλο ήταν σημαντικά μικρότερη κατά 8,8% στο χωράφι MM (0,15g), συγκριτικά με τη ΞΟ των φύλλων στο χωράφι XM (0,17g).

Η διαφορά μάλιστα ήταν μεγαλύτερη τον Μάιο, όταν η ΞΟ ανά φύλλο στο χωράφι με τη μικροκαρπία ήταν ίση με 0,17g και μικρότερη κατά 19% απ' τη ΞΟ ανά φύλλο του χωραφιού XM, που ήταν 0,21g. Τον Ιούνιο η διαφορά της ΞΟ ανά φύλλο μεταξύ των δύο χωραφιών παρέμεινε στα ίδια επίπεδα (20%), οπότε και οι αντίστοιχες τιμές στα δύο χωράφια ήταν 0,12g και 0,15g. Η μείωση της ΞΟ ανά φύλλο τον Ιούνιο οφείλεται στη δειγματοληψία φύλλων αιχμών και νέας βλάστησης, ενώ το Μάιο σχεδόν ώριμων φύλλων από αιχμές μόνο. Τον



Αύγουστο και Σεπτέμβριο η ΞΟ ανά φύλλο στο χωράφι MM (0,15 και 0,18g, αντίστοιχα) ήταν παρόμοια με το χωράφι XM (0,16 και 0,17g, αντίστοιχα).

Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν σημαντικά τη ΞΟ ανά φύλλο.

Αντίθετα, η ΞΟ ανά φύλλο μεταβλήθηκε σημαντικά στη διάρκεια της περιόδου (Σχεδιάγραμμα 6). Το Μάιο ήταν αυξημένη (0,19g) και μειώθηκε τον Ιούνιο (0,14g) και τον Αύγουστο (0,15g) κατά 25%. Το Σεπτέμβριο τα φύλλα συγκέντρωσαν ΞΟ και έτσι την περίοδο αυτή ήταν αυξημένη κατά 14% σε σχέση με τη ΞΟ του Αυγούστου και ίση με 0,17g. Έτσι παρατηρούμε μια σημαντική αύξηση της ΞΟ ανά φύλλο από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο και εν μέρει ως το Σεπτέμβριο. Επιπλέον φαίνεται ότι τα ώριμα φύλλα του νέου βλαστού το Σεπτέμβριο δεν είχαν τόση ΞΟ, όση τα φύλλα αιχμής το Μάιο.

### 3.2.3 Συνολική ξηρά ουσία σε (g) στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 8)

Η συνολική ξηρά ουσία (ΣΞΟ) που βρίσκονταν στο παλιό ξύλο δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο χωραφιών αλλά ούτε και μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Η ΣΞΟ του παλιού ξύλου διαφοροποιήθηκε σημαντικά με το χρόνο. Έτσι το Μάιο, η ΣΞΟ στο παλιό ξύλο είχε το μικρότερο μέγεθος (5,4g), η οποία στη συνέχεια διπλασιάστηκε και έφτασε στα 10,8g τον Ιούνιο (η υψηλότερη τιμή στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου). Τον Αύγουστο η ΣΞΟ του παλιού ξύλου μειώθηκε στα 8,2g και το Σεπτέμβρη στα 7,1g.

Η ΣΞΟ των φύλλων ήταν στο χωράφι MM ήταν 12,3g, δηλαδή 22,4% μικρότερη από το χωράφι XM (15,9g). Η διαφορά ήταν μέγιστη τον Μάιο οπότε η ΣΞΟ των φύλλων στο χωράφι MM ήταν 7,2g δηλαδή 32,7% μικρότερη από το χωράφι XM (10,7g). Τον Ιούνιο και Αύγουστο στο χωράφι MM η ΣΞΟ των φύλλων ήταν ίση με 13,0g και 12,9g, αντίστοιχα, και μειωμένη κατά 25,7% και 29,9% σε σχέση με τη ΣΞΟ των φύλλων του χωραφιού XM, που ήταν 17,5g τον Ιούνιο και 18,4g τον Αύγουστο. Το Σεπτέμβριο η ΣΞΟ των φύλλων ανάμεσα στα δύο χωράφια σχεδόν εξισώθηκε (16,8g και 16,1g).

Η ΣΞΟ των φύλλων δεν φάνηκε να επηρεάζεται απ' τις μεταχειρίσεις, διαφοροποιήθηκε σημαντικά όμως με το χρόνο. Η ΣΞΟ των φύλλων είχε τη χαμηλότερη τιμή της (8,9g) το Μάιο, επειδή αυτή την εποχή δεν έχει ολοκληρωθεί η βλαστική ανάπτυξη και τα νεοεκπτυσσόμενα φύλλα δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως και είναι φτωχά σε ξηρά ουσία. Τον Ιούνιο η ΣΞΟ των φύλλων διπλασιάστηκε φτάνοντας τα 15,3g και έκτοτε σχεδόν σταθεροποιήθηκε (Αύγουστο 15,7g και Σεπτέμβριο στα 16,5g). Δηλαδή η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας τελείωσε πρακτικά τον Ιούνιο.

Η ΣΞΟ των καρπών στο χωράφι MM ήταν ίση με 41,2g και 25,4% μικρότερη από την αντίστοιχη ΣΞΟ του χωραφιού XM (55,2g). Αρχικά όμως τα δύο χωράφια συγκέντρωσαν την ίδια περίπου ποσότητα ΣΞΟ στους καρπούς (2,2g και 3,6g) και η έντονη διαφοροποίηση εμφανίστηκε απ' τον Ιούνιο και μετά. Έτσι τον Ιούνιο, την εποχή δηλαδή της ταχείας αύξησης των καρπών, η ΣΞΟ που συγκεντρώθηκε στους καρπούς στο χωράφι με μικροκαρπία ήταν σχεδόν η μισή (26,1g) της ξηράς ουσίας των καρπών του χωραφιού XM (40,4g). Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο η ΣΞΟ των καρπών στο χωράφι MM ήταν ίση με

46,7g και 89,6g αντίστοιχα, 29.8% και 18.6% δηλαδή μικρότερη απ' την ΣΞΟ του χωραφιού ΧΜ (66,5g και 110,1g).

Από τις μεταχειρίσεις μόνο η μεταχείριση με Alar επέδρασε σημαντικά στη ΣΞΟ των καρπών μειώνοντάς τη 10% και 7,2% σε σχέση με τη ξηρά ουσία από τις μεταχειρίσεις Ca - N (50,5g) και Ca + N (48,7g).

Η ΣΞΟ των καρπών διαφοροποιήθηκε σημαντικά ανάλογα με την εποχή. Το Μάιο η ΣΞΟ στους καρπούς είχε την ελάχιστη τιμή της (2,9g). Τον Ιούνιο εξαιτίας της ταχείας αύξησης των καρπών η ΣΞΟ σχεδόν δεκαπλασιάστηκε και έφτασε τα 33.3g. Τον Αύγουστο έλαβε χώρα αύξηση της ΣΞΟ που βρίσκονταν στους καρπούς περίπου στο 70% της προηγούμενης δειγματοληψίας ( 56,6g) και το Σεπτέμβριο σημειώθηκε περαιτέρω αύξηση στο 76,5% της ξηράς ουσίας του Αυγούστου (99,9g). Φαίνεται δηλαδή, και σε απόλυτες τιμές (g ΞΟ αύξηση ανά ημέρα), ότι διπλάσιες ποσότητες ΞΟ συγκεντρώνονται στους καρπούς την περίοδο Αύγουστο - Σεπτέμβριο και είναι προφανής η σημασία της μέγιστης παραγωγικότητας των φύλλων την ανωτέρω περίοδο, καθώς οι περισσότεροι των παραγομένων υδατανθράκων μεταφέρονται στους καρπούς.

Η ΣΞΟ της νέας βλάστησης στο χωράφι ΜΜ ήταν 1,8g και 35,7% μικρότερη απ' τη ΣΞΟ της νέας βλάστησης του χωραφιού ΧΜ (2,8g). Κατά την περίοδο δε της Άνοιξης που εκπτύσσεται η νέα βλάστηση στο χωράφι ΜΜ αντιστοιχούσε αμελητέα ποσότητα ξηράς ουσίας (0,03g το Μάιο και 0,90g τον Ιούνιο), πράγμα που σημαίνει πρακτικά, ότι την εποχή αυτή στο χωράφι ΜΜ, δεν υπήρχε νέα βλάστηση δηλ. είχε καθυστερήσει η έκπτυξή της. Αντίθετα, την ίδια περίοδο στο χωράφι ΧΜ υπήρχε μια φυσιολογική ποσότητα ΣΞΟ στη νέα βλάστηση, 0,4g το Μάιο και 3,1g τον Ιούνιο. Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο η ΣΞΟ που συγκεντρώθηκε στη νέα βλάστηση ήταν παρόμοια και στα δύο χωράφια, πράγμα που σημαίνει ότι στο χωράφι ΜΜ η νέα βλάστηση εκπτύχθηκε τελικά με καθυστέρηση κατά την περίοδο Ιουλίου - Σεπτεμβρίου.

Η ΣΞΟ της νέας βλάστησης δεν διέφερε ουσιαστικά μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Η ΣΞΟ που κατανέμονταν στη νέα βλάστηση το Μάιο ήταν ελάχιστη (0.2g) και σχεδόν δεκαπλασιάστηκε τη περίοδο του Ιουνίου (2,0g). Τον Αύγουστο η ΣΞΟ αυξήθηκε στα 2,5g και το Σεπτέμβριο σχεδόν διπλασιάστηκε (4,6g), επειδή από τις αρχές Φθινοπώρου η ξηρά ουσία μεταφέρεται για την ξυλοποίηση (ωρίμανση) και αποθήκευση στους βλαστούς και ιδιαίτερα τους νεοεκπτυχθέντες. Βέβαια κατά το καλοκαίρι έως τη συγκομιδή στους καρπούς συσσωρεύτηκε τουλάχιστον εικοσαπλάσια ποσότητα ΞΟ σε σχέση με τη νέα βλάστηση, δείχνοντας έτσι τη δυναμικότητα των καρπών ως καταναλωτές (sinks). Πάντως σε απόλυτες τιμές ο ρυθμός συσσώρευσης (mg ανά ημέρα) ξηράς ουσίας στη νέα βλάστηση ήταν υψηλή στην αρχή του καλοκαιριού (37 mg/ημέρα), μειώθηκε σημαντικά τον Ιούλιο (13 mg/ημέρα) και αυξήθηκε πολύ την τελευταία περίοδο πριν τη συγκομιδή (μέσα Αυγούστου έως μέσα Σεπτεμβρίου) (50 mg/ημέρα).

### 3.2.4 Ποσοστιαίος καταμερισμός ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 9 και Σχεδιάγραμμα 7)

Ο καταμερισμός της ξηράς ουσίας (ΞΟ) στο παλιό ξύλο ήταν μεγαλύτερος στο χωράφι ΜΜ κατά 27,7% σε σχέση με το χωράφι ΧΜ. Έτσι στο χωράφι ΜΜ το ποσοστό της ΞΟ που καταμερίστηκε στο παλιό ξύλο ήταν 17,5% ενώ στο χωράφι ΧΜ 13,7%. Η διαφορά του ποσοστιαίου καταμερισμού ΞΟ στο παλιό ξύλο στα δύο χωράφια ήταν αρκετά μεγάλη το Μάιο και τον Ιούνιο, οπότε η ΞΟ που ήταν κατανεμημένη στο παλιό ξύλο στο χωράφι ΜΜ ήταν 32,1% και 21,5% αντίστοιχα, δηλαδή 21,6% και 46,3% περισσότερη απ' τη ΞΟ παλιού ξύλου του χωραφιού ΧΜ (26,4 % και 14,7 %). Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο οι διαφορές αυτές μειώθηκαν σε στατιστικά μη σημαντικά επίπεδα, εξακολούθησε όμως να υπάρχει ξεκάθαρα η τάση του καταμερισμού μεγαλύτερου ποσοστού ΞΟ στο χωράφι ΜΜ.

Ο καταμερισμός ΞΟ στο παλιό ξύλο δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις.

Σ' ότι αφορά τις μεταβολές με το χρόνο ο μεγαλύτερος καταμερισμός ΞΟ στο παλιό ξύλο έλαβε χώρα το Μάιο (29,2%), επειδή τότε η νεαρή βλάστηση και οι μικρού μεγέθους καρποί, ήταν, αρκετά υδαρείς με ελάχιστη ξηρά ουσία. Τον Ιούνιο το ποσοστό ΞΟ που καταμερίστηκε στο παλιό ξύλο ήταν επίσης υψηλό (18%) ενώ τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο έπεσε στο 9.4% και 5.5% αντίστοιχα, αφού οι καρποί και τα ενήλικα φύλλα είχαν συσσωρεύσει τα μεγαλύτερα ποσοστά ΞΟ.

Ο καταμερισμός της ΞΟ στα φύλλα ήταν παρόμοιος μεταξύ των δύο χωραφιών και κυμαίνονταν στο 27%.

Οι μεταχειρίσεις επίσης, δεν επηρέασαν το καταμερισμό της ΞΟ στα φύλλα.

Στη διάρκεια όμως της παραγωγικής περιόδου η διαφοροποίηση του καταμερισμού ΞΟ στα φύλλα ήταν σημαντική. Το μεγαλύτερο ποσοστό ΞΟ στα φύλλα παρατηρήθηκε το Μάιο (51.9%). Από εκεί και πέρα επειδή οι καρποί αυξάνονταν συνεχώς, συσσωρεύαν το μεγαλύτερο τμήμα της ΞΟ, οπότε το ποσοστό ΞΟ που καταμερίστηκε στα φύλλα μειώθηκε τον Ιούνιο στο 25,3% και τον Αύγουστο στο 18,9%. Το Σεπτέμβριο, εκτός των καρπών που βρίσκονταν στην ωρίμανση και κατείχαν το μεγαλύτερο ποσοστό ΞΟ απ' το συνολικό καταμερισμό, η ξυλοποίηση της Ανοιξιάτικης νέας βλάστησης και η έναρξη της γήρανσης μεγάλου ποσοστού φύλλων, μείωσαν περαιτέρω το ποσοστό ΞΟ που καταμερίστηκε στα φύλλα στο 12,9%.

Ο καταμερισμός ΞΟ στους καρπούς ήταν παρόμοιος μεταξύ των δύο χωραφιών και ίσος με 54,9% στο χωράφι ΧΜ και 53,2% στο χωράφι ΜΜ.

Ο καταμερισμός της ΞΟ στους καρπούς μάλλον δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις.

Τέλος ο καταμερισμός της ΞΟ στους καρπούς στη διάρκεια της παραγωγικής περιόδου ακολούθησε τη σιγμοειδή καμπύλη ανάπτυξης των μήλων, οπότε από το Μάιο (15.9%) μέχρι και τον Ιούνιο (53.6%) η αύξηση της ΞΟ των καρπών ήταν ραγδαία κατά 37.7 ποσοστιαίες μονάδες ή 237%. Ακολούθησε επιβράδυνση του καταμερισμού ΞΟ στους καρπούς, οπότε τον Αύγουστο αυξήθηκε με ρυθμό 28,4% και προσέγγισε το 68,8% της συνολικής ΞΟ και το Σεπτέμβριο με ρυθμό 13,4% προσεγγίζοντας τελικά το 78% της συνολικής ξηράς ουσίας. Είναι επομένως προφανές ότι από το Μάιο έως τον Ιούνιο, ο καρπός συσσωρεύει

τεράστια ποσότητα ξηράς ουσίας αλλά τόσο τα φύλλα όσο και η νέα βλάστηση είναι μερικώς καταναλωτές, δηλαδή ο καρπός χρησιμοποιεί για την ανάπτυξη του ξηρά ουσία αποθηκευμένη στους βλαστούς και ρίζες καθώς και νεοαφομοιωμένους υδατάνθρακες.

Το ποσοστό ΞΟ που καταμερίστηκε στη νέα βλάστηση, ήταν 48,8% μικρότερο στο χωράφι MM (2,1%) σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό στο χωράφι XM (4,1%). Το χωράφι XM είχε το μεγαλύτερο ποσοστό ΞΟ το Μάιο (5,8%), ενώ την ίδια εποχή στο χωράφι MM το ποσοστό της ΞΟ που αφορούσε στη νέα βλάστηση ήταν αμελητέο επειδή σχεδόν δεν υπήρχε νέα βλάστηση. Τον Ιούνιο το χωράφι MM είχε 1,8% ΞΟ στη νέα βλάστηση, 58,1% δηλαδή λιγότερη, από το χωράφι XM που είχε 4,3% ΞΟ στη νέα βλάστηση. Τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο τα δύο χωράφια είχαν παρόμοιο καταμερισμό ΞΟ στη νέα βλάστηση που ήταν 3% και 3,5%, αντίστοιχα, για τους δύο μήνες.

Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν το ποσοστό ΞΟ που καταμερίστηκε στη νέα βλάστηση, ενώ παρόμοιος ήταν και ο καταμερισμός μεταξύ των εποχών δειγματοληψίας.

Ο καταμερισμός της ΞΟ στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς διαφοροποιήθηκε αρκετά στα δύο χωράφια.

Το Μάιο, στο χωράφι XM, το μεγαλύτερο μέρος της ΞΟ καταμερίστηκε στα φύλλα (53,2%), μικρότερο στο ξύλο (26,4%), ακόμη μικρότερο στους καρπούς (14,6%) και ελάχιστο στη νέα βλάστηση (5,8%). Στο χωράφι όμως MM, μεγάλο μέρος της ΞΟ ήταν καταμερισμένο στο ξύλο (32,3%) και αυτό απέβη κυρίως σε βάρος της ΞΟ που βρίσκονταν στη νέα βλάστηση (0,5%).

Τον Ιούνιο, στο χωράφι XM, το μεγαλύτερο μέρος της ΞΟ καταμερίστηκε στους καρπούς (56,4%) ενώ το ποσοστό ΞΟ στα φύλλα μειώθηκε περίπου στο μισό (24,6%) (παρόλο που αυτά συσσωρεύαν ξηρά ουσία), στο παλιό ξύλο στο 14,6% και στη νέα βλάστηση στο 4,3%. Στο χωράφι όμως με μικροκαρπία ο καταμερισμός ΞΟ στο παλιό ξύλο εξακολούθησε σε μεγάλα επίπεδα (21,5%), σε βάρος του καταμερισμού ΞΟ στο καρπό (50,7%) και στη νέα βλάστηση (1,8%).

Τον Αύγουστο, στο χωράφι XM το μεγαλύτερο ποσοστό ΞΟ βρίσκονταν στους καρπούς (69%), και ακολουθούσαν τα φύλλα (18,9%), το παλιό ξύλο (8,9%) και η νέα βλάστηση (3,15%). Στο χωράφι MM η ΞΟ που καταμερίστηκε στο παλιό ξύλο ήταν περισσότερη (9,9%) σε βάρος του καταμερισμού της ΞΟ στους καρπούς (68,5%).

Το Σεπτέμβριο, στο χωράφι XM, το 79,7% της ΞΟ αφορούσε στους καρπούς, το 12,2% στα φύλλα, το 4,8% στο παλιό ξύλο και μόλις το 3,3% στη νέα βλάστηση. Στο χωράφι MM όμως ο καταμερισμός ΞΟ στους καρπούς (76,3%) ήταν μικρότερος, κυρίως λόγω του μεγαλύτερου καταμερισμού ΞΟ στο παλιό ξύλο (6,4%).

Συνεπώς στη διάρκεια της παραγωγικής περιόδου παρατηρήθηκε μετακίνηση του καταμερισμού ΞΟ από τα φύλλα και το παλιό ξύλο κυρίως προς τους καρπούς και κατ' ελάχιστο στη νέα βλάστηση. Η ίδια τάση υπήρχε και στο χωράφι MM με σημαντικές διαφοροποιήσεις, που αφορούσαν στη καθυστέρηση καταμερισμού ΞΟ στη νέα βλάστηση και στη διατήρηση μεγάλου μέρους ΞΟ στο παλιό ξύλο (μάλλον δηλαδή παραγωγή μικρότερης ποσότητας ξηράς ουσίας

κατά τη βλαστική περίοδο), με αντίστοιχη, υστέρηση καταμερισμού ΞΟ στους καρπούς.

### 3.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

#### 3.3.1 Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ανά 100 g Νωπού Βάρους στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς μηλιάς (Πίνακας 10)

Η συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ( $\Delta\Sigma$ ) ανά 100g νωπού βάρους (NB) στο παλιό ξύλο δεν διέφερε μεταξύ των χωραφιών, αλλά ούτε και μεταξύ των μεταχειρίσεων και ήταν ίση περίπου με 1,4g/100g NB. Τον Ιούνιο στο παλιό ξύλο βρέθηκε υψηλότερη συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB (1,9g/100g NB), από το Σεπτέμβριο οπότε και μειώθηκε κατά 48,9% (0,97g /100g NB).

Η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB των φύλλων ήταν παρόμοια στα δύο χωράφια (2g/100g NB). Ήταν όμως μεγαλύτερη στα φύλλα της μεταχείρισης Ca + N κατά 15,5% (2,23g/100g NB), συγκριτικά με τα φύλλα της μεταχείρισης Ca - N (1,93g /100g NB). Επίσης μειώθηκε σε ποσοστό 28,8%, απ' τον Ιούνιο, όπου η συγκέντρωση ήταν 2,43g/100g NB, στο Σεπτέμβριο, όταν η αντίστοιχη συγκέντρωση ήταν 1,73g /100g NB.

Η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB των καρπών δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των δύο χωραφιών αλλά ούτε και μεταξύ των μεταχειρίσεων (4.9g/100g NB). Αυξήθηκε, ωστόσο, απ' τον Ιούνιο (4,7g/100g NB), στο Σεπτέμβριο (5,2g /100g NB) σε ποσοστό 10,6%.

Η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB στη νέα βλάστηση ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο χωραφιών (1,2g/100g NB), αλλά και μεταξύ των μεταχειρίσεων (1,1 και 1,3g/100g NB). Όπως ήταν αναμενόμενο μεταβλήθηκε αυξητικά απ' τον Ιούνιο (0,98g/100g NB) στο Σεπτέμβριο (1,4g/100g NB) σε ποσοστό 42,8%.

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB παλιού ξύλου, φύλλων, καρπών και νέας βλάστησης δεν μεταβλήθηκε ανάμεσα στα δύο χωράφια. Από τις μεταχειρίσεις, η Ca + N αύξησε τη συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB των φύλλων αλλά δεν επέδρασε σημαντικά στη συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά 100g NB παλιού ξύλου, καρπών και νέας βλάστησης. Τέλος όπως ήταν αναμενόμενο τα  $\Delta\Sigma$  αυξήθηκαν στους καρπούς και τη νέα βλάστηση και μειώθηκαν στο παλιό ξύλο και στα φύλλα, τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο.

#### 3.3.2 Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ανά g ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 11)

Η συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ( $\Delta\Sigma$ ) ανά g ξηράς ουσίας ( $\Xi\text{O}$ ) στο παλιό ξύλο ήταν παρόμοια ανάμεσα στα δύο χωράφια (24,5mg/g  $\Xi\text{O}$ ). Αντίθετα, διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων καθότι στη μεταχείριση Ca + N η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά g  $\Xi\text{O}$  στο παλιό ξύλο ήταν (26mg/g  $\Xi\text{O}$ ) 12,5% υψηλότερη από τη μεταχείριση Ca - N (23,1mg/g  $\Xi\text{O}$ ). Το Σεπτέμβριο, η συγκέντρωση  $\Delta\Sigma$  ανά g  $\Xi\text{O}$  στο παλιό ξύλο ήταν ίση με 18,6mg/g  $\Xi\text{O}$  και μικρότερη κατά 39% περίπου απ' την αντίστοιχη συγκέντρωση του Ιουνίου (30,5mg/g  $\Xi\text{O}$ ).

Η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ στα φύλλα δεν διέφερε μεταξύ των χωραφιών και ήταν περίπου ίση με 53mg/g ΞΟ. Ήταν όμως 12,4% μεγαλύτερη στα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν Ca + N (56,3mg/g ΞΟ) σε σχέση με αυτά που δέχτηκαν μόνο Ca (50mg/g ΞΟ). Η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ στα φύλλα ήταν μεγαλύτερη κατά 33,4% τον Ιούνιο (63,8 mg/g ΞΟ) από ότι το Σεπτέμβριο (42,47 mg/g ΞΟ).

Η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ των καρπών ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο χωραφιών (309,6mg/g ΞΟ και 305 mg/g ΞΟ). Διέφερε όμως σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Έτσι η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ των καρπών στη μεταχείριση Ca + N ήταν μεγαλύτερη (περίπου 15%) και ίση με 328,5mg/g ΞΟ συγκριτικά με την αντίστοιχη συγκέντρωση της Ca - N που ήταν ίση με 286,1mg/g ΞΟ. Η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ των καρπών αυξήθηκε όπως ήταν φυσικό, το Σεπτέμβριο (328,9mg/g ΞΟ) με την ωρίμανση των καρπών κατά 15,1% σε σχέση με τη συγκέντρωση του Ιουνίου (285,7mg/g ΞΟ).

Τα δύο χωράφια διέφεραν σημαντικά ως προς τη συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ της νέας βλάστησης. Το χωράφι MM είχε 13,5% υψηλότερη συγκέντρωση ΔΣ (26,2mg/g ΞΟ), συγκριτικά με το χωράφι XM (23,1mg/g ΞΟ). Η διαφορά αυτή υφίστατο μόνο κατά την περίοδο του Ιουνίου οπότε το χωράφι MM είχε 26,38mg/g ΞΟ ΔΣ, ενώ το χωράφι XM 32,4% λιγότερα σάκχαρα (19,9mg/g ΞΟ). Το Σεπτέμβριο η διαφορά αυτή εξαλείφτηκε, οπότε και στα δύο χωράφια η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ στη νέα βλάστηση ήταν περίπου ίση με 26mg/g ΞΟ. Η συγκέντρωση ΔΣ στη νέα βλάστηση τον Ιούνιο ήταν ίση με 23,2mg/g ΞΟ και το Σεπτέμβρη αυξήθηκε κατά 13% (26,2mg/g ΞΟ). Τέλος η συγκέντρωση ΔΣ ανά g ΞΟ στη νέα βλάστηση δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις Ca + N και Ca - N.

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση ΔΣ στο παλιό ξύλο, στα φύλλα και στους καρπούς δεν διέφερε μεταξύ των δύο χωραφιών, αντίθετα με τη συγκέντρωση ΔΣ στη νέα βλάστηση, που ήταν μεγαλύτερη στο χωράφι MM. Η μεταχείριση Ca + N αύξησε τη συγκέντρωση ΔΣ στο παλιό ξύλο, στους καρπούς και στα φύλλα ενώ δεν επέδρασε στη νέα βλάστηση. Η συγκέντρωση ΔΣ μειώθηκε το Σεπτέμβριο στο παλιό ξύλο και στα φύλλα και αυξήθηκε στους καρπούς και στη νέα βλάστηση σε σχέση με τον Ιούνιο. Επιπλέον, η έκφραση των αποτελεσμάτων ανά 100g NB ή ανά g ΞΟ κατέληξε σε αποτελέσματα που ταυτίζονται όσον αφορά τα φυτικά μέρη, την ύπαρξη ή μη μικροκαρπίας και την εποχή δειγματοληψίας.

### 3.3.3 Συνολική ποσότητα διαλυτών σακχάρων στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 12)

Η συνολική ποσότητα των διαλυτών σακχάρων (ΔΣ) στο παλιό ξύλο δεν διέφερε μεταξύ των δύο χωραφιών και ήταν ίση με 0,23g. Ήταν επίσης παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων. Διέφερε όμως σημαντικά μεταξύ των δύο δειγματοληψιών Ιουνίου και Σεπτεμβρίου. Έτσι η συνολική ποσότητα ΔΣ στο παλιό ξύλο ήταν 0,334g τον Ιούνιο, δηλαδή 147% περισσότερα από τον Σεπτέμβριο (0,135g).

Η συνολική ποσότητα ΔΣ των φύλλων ήταν κατά 22,9% μικρότερη στο χωράφι MM (0,74g) σε σχέση με το χωράφι XM (0,96g). Η διαφορά αυτή

βρέθηκε κυρίως τον Ιούνιο, όταν η συνολική ποσότητα ΔΣ στο χωράφι ΜΜ (0,75g) ήταν 40,5% μικρότερη από το χωράφι ΧΜ (1,26g). Τον Σεπτέμβριο δεν υφίσταντο πλέον οι διαφορές στη ποσότητα ΔΣ των φύλλων ανάμεσα στα δύο χωράφια. η οποία κυμάνθηκε περί τα 0,70g (Σχεδιαγράμματα 10,11). Η συνολική ποσότητα ΔΣ της μεταχείρισης Ca + N (0,96g) ήταν 30% μεγαλύτερη από τα φύλλα της μεταχείρισης Ca - N (0,74g). Τα ΔΣ των φύλλων μειώθηκαν το Σεπτέμβριο (0,69g) κατά 31,7% σε σχέση με τον Ιούνιο (1,01g).

Η συνολική ποσότητα ΔΣ των καρπών στο χωράφι ΜΜ (18,8g) μικρότερη κατά 25% απ' την αντίστοιχη ποσότητα του χωραφιού ΧΜ (25,05g). Η διαφορά αυτή ανάμεσα στα δύο χωράφια βρέθηκε και στις δύο δειγματοληψίες. Τον Ιούνιο στο χωράφι ΜΜ (7,72g) μετρήθηκαν 36% λιγότερα ΔΣ απ' ότι στο χωράφι ΧΜ (11,99g) ΔΣ, Το Σεπτέμβριο η ποσότητα ΔΣ στους καρπούς, στο χωράφι ΜΜ ήταν 29,9g ή 22% μικρότερη απ' την αντίστοιχη ποσότητα του χωραφιού ΧΜ (38,1g). Η συνολική ποσότητα ΔΣ ήταν ελάχιστα μεγαλύτερη (6,7%) στους καρπούς που είχαν δεχτεί τη μεταχείριση Ca + N (22,59g), συγκριτικά με την αντίστοιχη ποσότητα σακχάρων των καρπών που δέχτηκαν μόνο Ca (21,27g). Ακόμη τα ΔΣ των καρπών αυξήθηκαν τον Σεπτέμβριο (34g) σε σχέση με τον Ιούνιο (9,9g) κατά 243% (Σχεδιαγράμματα 8,9).

Η συνολική ποσότητα ΔΣ της νέας βλάστησης δεν διέφερε ανάμεσα στα δύο χωράφια (0,09g) αλλά ούτε και ανάμεσα στις μεταχειρίσεις (Σχεδιαγράμματα 10,11). Το Σεπτέμβριο όμως ήταν σημαντικά μεγαλύτερη (0,13g) κατά 160% σε σχέση με τον Ιούνιο (0,05g).

Συμπερασματικά, κατά την περίοδο του Ιουνίου, στο χωράφι ΧΜ οι καρποί είχαν τη μεγαλύτερη ποσότητα ΔΣ ίση με 12g. Στα φύλλα υπήρχαν μόνο 1,07g, στο παλιό ξύλο 0,34g και στη νέα βλάστηση η ελάχιστη ποσότητα των 0,07g. Στο χωράφι όμως ΜΜ, ενώ υπήρχαν περίπου οι ίδιες ποσότητες ΔΣ στο ξύλο (0,33g) και στη νέα βλάστηση (0,07g), υπήρχαν πολύ λιγότερα σάκχαρα στους καρπούς (7,7g) και στα φύλλα (0,75g).

Κατά την εμπορική ωριμότητα, στο χωράφι ΧΜ, στους καρπούς υπήρχαν 38,1g ΔΣ, στα φύλλα 0,65g, στη νέα βλάστηση 0,15g και στο παλιό ξύλο 0,125g. Στο χωράφι όμως ΜΜ υπήρχαν τα ίδια περίπου ΔΣ στο παλιό ξύλο (0,12g), στα φύλλα (0,74g) και στη νέα βλάστηση (0,12g) αλλά πολύ λιγότερα στους καρπούς (29,9g).

Τέλος, από τις δύο μεταχειρίσεις η εφαρμογή αζώτου αύξησε τη συνολική ποσότητα ΔΣ στα φύλλα και τους καρπούς, αλλά δεν τη μετέβαλε στο παλιό ξύλο και τη νέα βλάστηση.

### 3.3.4 Συγκέντρωση αμύλου ανά 100 g νωπού βάρους στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 13)

Η συγκέντρωση αμύλου ανά 100g ΝΒ παλιού ξύλου ήταν μικρότερη στο χωράφι ΜΜ (2,58g/100 g ΝΒ) κατά 18,1% συγκριτικά με το χωράφι ΧΜ (3,15g/100 g ΝΒ). Στο χωράφι μάλιστα με τη μικροκαρπία, υπήρχε στο παλιό ξύλο, τον Ιούνιο 49,3% λιγότερο άμυλο, δηλαδή 1,74g/100g ΝΒ, ενώ στο χωράφι ΧΜ 3,43g/100g ΝΒ παλιού ξύλου. Το Σεπτέμβριο η συγκέντρωση αμύλου στα 100g ΝΒ παλιού ξύλου στο χωράφι ΜΜ εξακολουθούσε να είναι μικρότερη κατά 30,8% (2,58g/100g ΝΒ) σε σχέση με το χωράφι ΧΜ

(3,73g/100g NB) Η μεταχείριση Ca + N (3,09g/100g NB) αύξησε τη συγκέντρωση αμύλου στο παλιό ξύλο κατά 17,05% σε σχέση με τη μεταχείριση Ca - N (2,64g/100g). Η συγκέντρωση αμύλου ανά 100g NB παλιού ξύλου αυξήθηκε απ' τον Ιούνιο (2,15g/100g NB) στο Σεπτέμβριο (3,58g/100g NB) σε ποσοστό που έφτασε το 66,5%.

Η συγκέντρωση αμύλου στα φύλλα ήταν μικρότερη στο χωράφι MM κατά (1,23g/100g NB) κατά 14,6% σε σχέση με το χωράφι XM (1,44g/100g NB). Η διαφορά αυτή στο άμυλο των φύλλων ανάμεσα στα δύο χωράφια υπήρχε από νωρίς το καλοκαίρι, οπότε τον Ιούνιο το χωράφι MM είχε 15% λιγότερο άμυλο στα (1,13g/100g NB), συγκριτικά με το χωράφι XM (1,33g/100g NB). Το Σεπτέμβριο η διαφορά εξακολουθούσε να υφίσταται ανάμεσα στα δύο χωράφια, μόνο που περιορίστηκε στο 11,3%. Έτσι στο χωράφι MM η συγκέντρωση αμύλου στα φύλλα ήταν 1,33g /100g NB, ενώ στο χωράφι XM 1,5 g/100g NB φύλλων. Η συγκέντρωση αμύλου των φύλλων ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων και περίπου ίση με 1,3 g/100g NB, όπως και μεταξύ των δύο δειγματοληψιών Ιουνίου (1,26g/100g NB) και Σεπτεμβρίου (1,41 g/100g NB).

Η συγκέντρωση αμύλου στα 100g NB νέας βλάστησης στο χωράφι MM (2,3g/100g NB) ήταν 24% μικρότερη απ' την αντίστοιχη συγκέντρωση στο χωράφι XM (3,05g/100g NB). Μάλιστα, στο χωράφι MM βρέθηκε μικρότερη συγκέντρωση αμύλου στη νέα βλάστηση από νωρίς τον Ιούνιο σε ποσοστό που κυμαίνονταν στο 36,7% και η διαφορά εξακολουθούσε να υφίσταται και το Σεπτέμβριο στο ποσοστό των 19,4%. Έτσι οι συγκεντρώσεις αμύλου στη νέα βλάστηση στο χωράφι MM ήταν 1,05g/100g NB τον Ιούνιο και 3,57g/100g NB το Σεπτέμβριο, ενώ στο χωράφι XM 1,66 g/100g NB τον Ιούνιο και 4,43g/100g NB το Σεπτέμβριο. Η συγκέντρωση αμύλου στη νέα βλάστηση και στις δύο μεταχειρίσεις ήταν περίπου ίση με 2,7g/100g NB, πράγμα που σημαίνει ότι οι μεταχειρίσεις δεν επέδρασαν στη συγκέντρωση αμύλου στη νέα βλάστηση. Η συγκέντρωση αμύλου στα 100g NB νέας βλάστησης πάντως, αυξήθηκε περίπου 200% απ' τον Ιούνιο (1,36g/100g NB) στο Σεπτέμβριο (4,0g/100g NB).

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση αμύλου ανά 100 g NB παλιού ξύλου, φύλλων και νέας βλάστησης ήταν μικρότερη στο χωράφι MM συγκριτικά με το χωράφι XM, αλλά σ' ότι αφορά τη συγκέντρωση αμύλου των καρπών δεν βρέθηκε διαφορά ανάμεσα στα δύο χωράφια. Η μεταχείριση Ca + N αύξησε τη συγκέντρωση αμύλου μόνο στο παλιό ξύλο. Τέλος, η συγκέντρωση αμύλου αυξήθηκε το Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο στη νέα βλάστηση και το παλιό ξύλο και δεν μεταβλήθηκε στα φύλλα και τους καρπούς.

### 3.3.5 Συγκέντρωση αμύλου ανά g ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 14)

Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ στο παλιό ξύλο ήταν παρόμοια ανάμεσα στα δύο χωράφια (48.1 και 55.3mg / g ΞΟ). Αυτή αυξήθηκε το Σεπτέμβριο (68,8mg/g ΞΟ) κατά 100% σε σχέση με τον Ιούνιο (34,55mg/g ΞΟ). Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ παλιού ξύλου ήταν αυξημένη στη μεταχείριση Ca + N κατά 21,8% (56,77mg/g ΞΟ), συγκριτικά με τη μεταχείριση Ca - N (46,6mg/g ΞΟ).



Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των χωραφιών, των μεταχειρίσεων και των δύο δειγματοληψιών και κυμάνθηκε στα 33mg/g ΞΟ.

Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ των καρπών ήταν 195,7mg/g ΞΟ στο χωράφι MM και ελάχιστα μεγαλύτερη (κατά 8%) από το χωράφι XM (180,86mg/g ΞΟ). Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ των καρπών ήταν παρόμοια στις δύο δειγματοληψίες αλλά μεγαλύτερη στη μεταχείριση Ca + N (197,2mg/g ΞΟ) κατά 9,9%, συγκριτικά με τη μεταχείριση Ca - N, όπου η συγκέντρωση αμύλου ήταν 179,4mg/g ΞΟ.

Η συγκέντρωση αμύλου ανά g ΞΟ της νέας βλάστησης ήταν ίδια μεταξύ των χωραφιών και μεταξύ των μεταχειρίσεων και κυμαίνονταν στα 50mg/g ΞΟ. Η συγκέντρωση του αμύλου ανά g ΞΟ νέας βλάστησης ήταν μόνο 33,3mg/g ΞΟ τον Ιούνιο και διπλασιάστηκε το Σεπτέμβριο στα 74,4mg/g ΞΟ.

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση αμύλου στο παλιό ξύλο, τα φύλλα και τη νέα βλάστηση ήταν η ίδια μεταξύ των χωραφιών, ενώ η συγκέντρωση αμύλου των καρπών ήταν κάπως μεγαλύτερη στο κτήμα MM. Η μεταχείριση Ca + N αύξησε τη συγκέντρωση αμύλου στο παλιό ξύλο και τους καρπούς. Τέλος, το άμυλο αυξήθηκε το Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο στο παλιό ξύλο και διπλασιάστηκε στη νέα βλάστηση.

### 3.3.6 Συνολική ποσότητα αμύλου στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς (Πίνακας 15)

Η συνολική ποσότητα αμύλου στο παλιό ξύλο ήταν παρόμοια μεταξύ των χωραφιών (0,39g και 0,48g). Δεν μεταβλήθηκε επίσης σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά ούτε και μεταξύ των δύο εποχών δειγματοληψίας.

Η ποσότητα αμύλου στα φύλλα στο χωράφι MM (0,46g) ήταν 25,8% μικρότερη απ' την ποσότητα αμύλου των φύλλων στο χωράφι XM (0,62g). Η διαφορά αυτή βρέθηκε μόνο τον Ιούνιο, οπότε το χωράφι MM είχε στα φύλλα συνολική ποσότητα αμύλου 0,40g, ενώ το χωράφι XM 0,65g. Το Σεπτέμβριο τα φύλλα και τα δύο χωράφια είχαν παρόμοιο άμυλο (0,52g και 0,60g). Η ποσότητα αμύλου στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε από τον Ιούνιο στο Σεπτέμβριο, ούτε και εξαιτίας των μεταχειρίσεων (Σχεδιαγράμματα 10,11).

Η ποσότητα αμύλου στους καρπούς του χωραφιού MM (11,8g) ήταν μικρότερη απ' τη ποσότητα αμύλου των καρπών του χωραφιού XM (13,9g) (Σχεδιαγράμματα 8,9). Η διαφορά στο άμυλο των καρπών στα δύο χωράφια εντοπίζεται κυρίως τον Ιούνιο, όταν οι ποσότητες αμύλου στο χωράφι MM ήταν 4,9g και στο χωράφι XM 7,9g. Το Σεπτέμβριο οι καρποί των δύο χωραφιών είχαν περίπου την ίδια ποσότητα αμύλου (18,8g και 20g, αντίστοιχα). Η μεταχείριση Ca + N είχε σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση μεγαλύτερης ποσότητας αμύλου (13,7g) κατά 13,2% από τη μεταχείριση Ca - N (12,1g). Ακόμη το άμυλο των καρπών απ' τον Ιούνιο ως το Σεπτέμβριο τριπλασιάστηκε, δηλαδή αυξήθηκε από 6,4g σε 19,42g.

Η ποσότητα αμύλου στη νέα βλάστηση ήταν παρόμοια στα δύο χωράφια και στις δύο μεταχειρίσεις (Σχεδιαγράμματα 10,11). Διέφερε όμως στις δύο εποχές δειγματοληψίας αφού από τον Ιούνιο, που ήταν ίση με 0,08g αυξήθηκε σε 0,37g το Σεπτέμβριο.

Συμπερασματικά, τον Ιούνιο, στο χωράφι ΧΜ, τη μεγαλύτερη ποσότητα αμύλου τη συγκέντρωσαν οι καρποί (7,9g). Τα φύλλα είχαν συνολική ποσότητα αμύλου ίση με 0,65g, το παλιό ξύλο 0,44g και η νέα βλάστηση 0,13g. Στο χωράφι ΜΜ, τον Ιούνιο, υπήρχε η ίδια περίπου ποσότητα αμύλου μόνο στο παλιό ξύλο (0,32g) και πολύ μικρότερη στα φύλλα (0,40g), στους καρπούς (4,2g) και στη νέα βλάστηση (0,44g). Το Σεπτέμβριο, στο χωράφι ΧΜ οι καρποί είχαν 20,1g αμύλου, το παλιό ξύλο 0,51g, τα φύλλα 0,60g και η νέα βλάστηση 0,44g. Στο χωράφι ΜΜ όμως, ενώ το παλιό ξύλο, τα φύλλα και η νέα βλάστηση είχαν περίπου τις ίδιες ποσότητες αμύλου, οι καρποί είχαν σημαντικά λιγότερο άμυλο (18,8 g) Τέλος από τις μεταχειρίσεις, μόνο η Ca + N αύξησε το άμυλο στους καρπούς, χωρίς να το μεταβάλλει στα άλλα βλαστικά μέρη.

**Πίνακας 1.** Νωπό βάρος στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g βάρους παλιού ξύλου ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	g φύλλων/ g παλιού ξύλου	g καρπών/ g παλιού ξύλου	g νέας βλάστησης/g παλιού ξύλου
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>				
Μάιος	Ca + N	2,9	2,0	0,35
	Ca - N	2,3	1,2	0,37
	Alar	2,3	1,2	0,28
Ιούνιος	Ca + N	2,9	15,8	0,55
	Ca - N	2,7	15,3	0,49
	Alar	2,6	15,3	0,43
Αύγουστος	Ca + N	2,9	30,6	0,35
	Ca - N	3,6	37,7	0,60
	Alar	2,3	20,7	0,27
Σεπτ/βριος	Ca + N	3,3	55,8	0,64
	Ca - N	2,9	66,3	0,73
	Alar	4,2	63,5	0,63
<b>Με Μικροκαρπία</b>				
Μάιος	Ca + N	2,4	1,4	0,04
	Ca - N	2,7	1,3	0,20
	Alar	1,9	1,4	0,03
Ιούνιος	Ca + N	2,0	9,6	0,17
	Ca - N	2,0	8,6	0,14
	Alar	1,7	8,6	0,13
Αύγουστος	Ca + N	2,8	25,2	0,37
	Ca - N	2,5	27,1	0,31
	Alar	2,2	19,5	0,24
Σεπτ/βριος	Ca + N	3,1	45,7	0,70
	Ca - N	2,7	43,5	0,62
	Alar	2,9	33,7	0,49
<b>Σημαντικότητα</b>				
Υπαρξη μικροκαρπίας		**	**	***
Εποχή		**	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		1,2	18,3	0,31
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		0,7	10,5	0,18

**Πίνακας 2.** Νωπό βάρος καρπών (g) ανά g νωπού βάρους φύλλων μηλιάς ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	Νωπό βάρος καρπών (g)/ g νωπού βάρους φύλλων
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>		
Μάιος	Ca + N	0,6
	Ca - N	0,5
	Alar	0,5
Ιούνιος	Ca + N	5,5
	Ca - N	5,6
	Alar	5,8
Αύγουστος	Ca + N	10,2
	Ca - N	10,3
	Alar	9,2
Σεπτ/βριος	Ca + N	16,7
	Ca - N	21,6
	Alar	15,3
<b>Με Μικροκαρπία</b>		
Μάιος	Ca + N	0,6
	Ca - N	0,5
	Alar	0,7
Ιούνιος	Ca + N	4,9
	Ca - N	4,5
	Alar	5,3
Αύγουστος	Ca + N	9,0
	Ca - N	11,1
	Alar	8,8
Σεπτ/βριος	Ca + N	14,4
	Ca - N	17,1
	Alar	12,0
<b>Σημαντικότητα</b>		
Υπαρξη μικροκαρπίας		**
Εποχή		***
Μεταχείριση		**
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		3,7
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		2,2

**Πίνακας 3.** Νωπό βάρος καρπών μηλιάς ποικιλίας “Starking Delicious” στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

<i>Εποχή</i>	<i>Μεταχ/ση</i>	<i>Νωπό βάρος ανά καρπό (g)</i>
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>		
Μάιος	Ca + N	1,1
	Ca – N	0,8
	Alar	0,9
Ιούνιος	Ca + N	47,7
	Ca – N	48,8
	Alar	41,6
Αύγουστος	Ca + N	100,7
	Ca – N	117,1
	Alar	99,2
Σεπτ/βριος	Ca + N	167,6
	Ca – N	174,7
	Alar	157,4
<b>Με Μικροκαρπία</b>		
Μάιος	Ca + N	0,7
	Ca – N	0,9
	Alar	0,8
Ιούνιος	Ca + N	32,1
	Ca – N	29,4
	Alar	28,2
Αύγουστος	Ca + N	81,1
	Ca – N	82,4
	Alar	88,9
Σεπτ/βριος	Ca + N	146,0
	Ca – N	119,4
	Alar	138,7
<b>Σημαντικότητα</b>		
Υπαρξη μικροκαρπίας		***
Εποχή		***
Μεταχείριση		NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		16,8
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		9,7

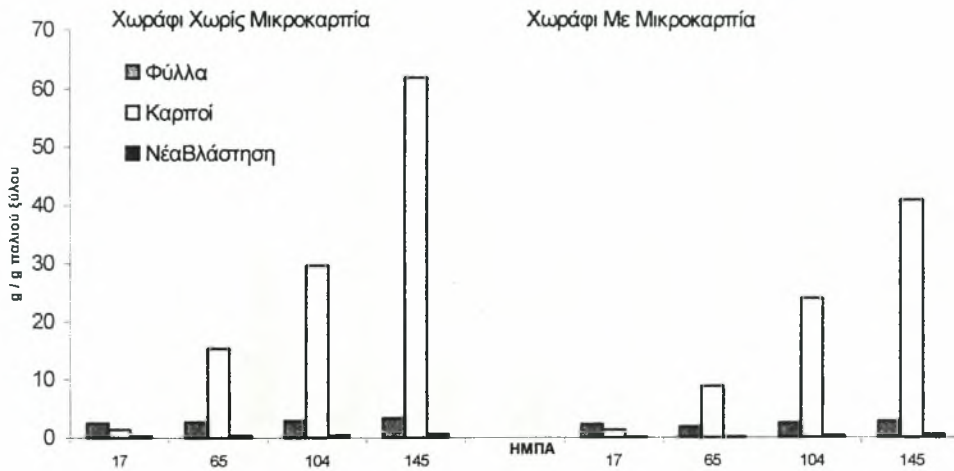
**Πίνακας 4.** Αριθμός φύλλων βλαστό και νωπό βάρος φύλλων μηλιάς ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

<i>Εποχή</i>	<i>Μεταχ/ση</i>	<i>Αριθμός φύλλων</i>	<i>Νωπό βάρος /φύλλο (g)</i>
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>			
Μάιος	Ca + N	48,3	0,74
	Ca - N	55,0	0,65
	Alar	49,3	0,71
Ιούνιος	Ca + N	110,0	0,43
	Ca - N	131,7	0,38
	Alar	98,7	0,94
Αύγουστος	Ca + N	113,3	0,41
	Ca - N	120,3	0,38
	Alar	114,3	0,47
Σεπτ/βριος	Ca + N	100,3	0,41
	Ca - N	106,3	0,34
	Alar	94,3	0,44
<b>Με Μικροκαρπία</b>			
Μάιος	Ca + N	40,0	0,69
	Ca - N	47,7	0,71
	Alar	42,3	0,69
Ιούνιος	Ca + N	102,7	0,35
	Ca - N	85,3	0,40
	Alar	91,3	0,34
Αύγουστος	Ca + N	98,0	0,45
	Ca - N	85,3	0,38
	Alar	95,7	0,39
Σεπτ/βριος	Ca + N	94,3	0,48
	Ca - N	75,3	0,45
	Alar	100,3	0,47
<b>Σημαντικότητα</b>			
Υπαρξη μικροκαρπίας		***	NS
Εποχή		***	***
Μεταχείριση		NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		25,9	0,08
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		14,9	0,05

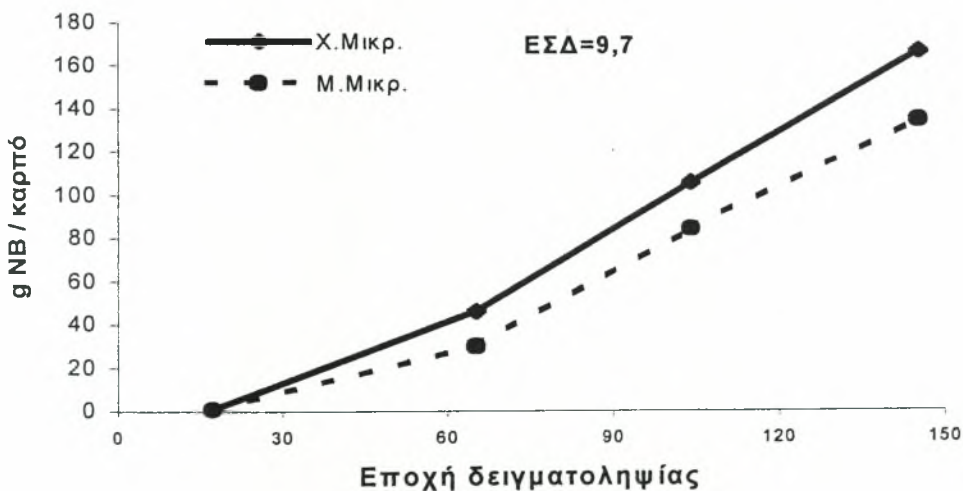
**Πίνακας 5.** Ποσοστιαίος καταμερισμός του νωπού βάρους στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	% NB παλιό ξύλο	% NB φύλλα	% NB καρποί	% NB νέο βλαστό
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	17,3	46,8	30,4	5,5
	Ca - N	20,6	47,6	24,4	7,4
	Alar	21,3	48,3	24,4	5,9
Ιούνιος	Ca + N	5,0	14,5	77,9	2,6
	Ca - N	5,2	14,0	78,4	2,4
	Alar	5,9	13,8	78,2	2,2
Αύγουστος	Ca + N	3,3	8,6	87,1	1,0
	Ca - N	2,5	8,5	87,7	1,4
	Alar	4,5	9,8	84,6	1,1
Σεπτ/βριος	Ca + N	1,9	5,7	90,9	1,4
	Ca - N	1,7	4,5	92,7	1,1
	Alar	1,5	6,0	91,6	0,9
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	21,1	49,8	28,2	0,9
	Ca - N	19,4	51,2	25,6	3,8
	Alar	23,4	44,8	31,0	0,8
Ιούνιος	Ca + N	8,1	15,7	74,9	1,3
	Ca - N	9,1	16,9	72,9	1,1
	Alar	9,1	15,4	74,4	1,1
Αύγουστος	Ca + N	3,5	9,6	85,7	1,3
	Ca - N	3,3	8,2	87,6	1,0
	Alar	4,6	9,7	84,7	1,0
Σεπτ/βριος	Ca + N	2,1	6,5	89,9	1,4
	Ca - N	2,1	5,6	90,9	1,3
	Alar	2,6	7,5	88,6	1,3
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη μικροκαρπίας		**	NS	NS	***
Εποχή		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		3,6	4,5	6,7	1,8
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		2,1	2,6	3,8	1,0

Σχεδ. 1 Πορεία της συγκέντρωσης NB φύλλων, καρπών, νέας βλάστησης ανά g νωπό βάρος παλιού ξύλου μηλιάς ποικ. Starking Del. στα χωράφια με ή χωρίς μικροκαρπία

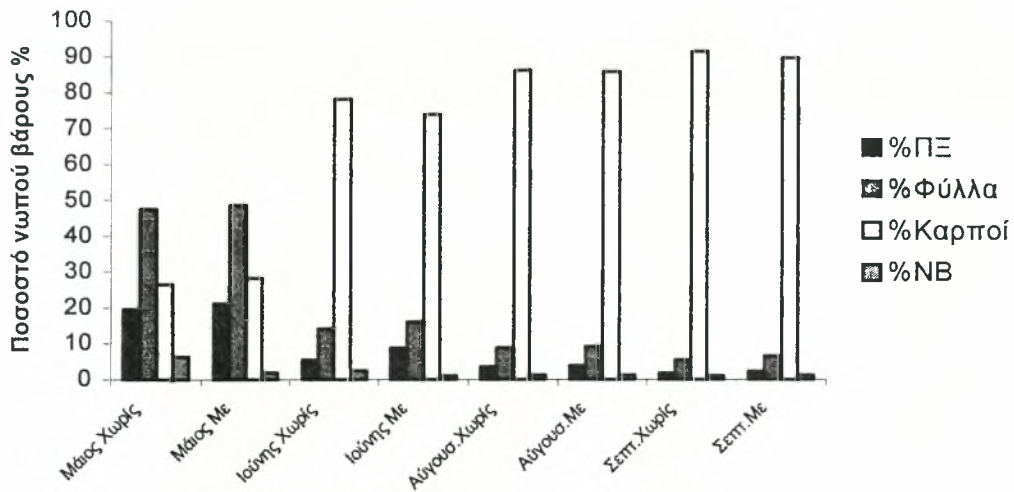


Σχεδ. 2 Ανάπτυξη νωπού βάρους καρπού μηλιάς ποικ. Stark.Delicious απο την άνθιση μέχρι τη συγκομιδή καρπών σε δύο χωράφια με ή χωρίς μικροκαρπία





Σχεδ. 3 Ποσοστιαίος καταμερισμός νωπού βάρους στο παλιό ξύλο, φύλλα, καρπούς και νέα βλάστηση ανά εποχή δειγματοληψίας και χωράφι (με ή χωρίς μικροκαρπία) μηλιάς ποικ.Starking Delicious



**Πίνακας 6.** Ξηρά ουσία στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g ξηρού βάρους παλιού ξύλου ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	g νέας		
		g φύλλων/ g παλιού ξύλου	g καρπών/ g παλιού ξύλου	βλάστησης/ g παλιού ξύλου
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>				
Μάιος	Ca + N	2,1	0,8	0,22
	Ca - N	1,7	0,6	0,29
	Alar	1,6	0,5	0,19
Ιούνιος	Ca + N	1,7	0,8	0,35
	Ca - N	1,5	0,7	0,33
	Alar	1,6	0,7	0,26
Αύγουστος	Ca + N	2,3	2,1	0,34
	Ca - N	3,0	2,6	0,61
	Alar	1,8	1,3	0,27
Σεπτ/βριος	Ca + N	2,7	3,0	0,65
	Ca - N	2,5	3,8	0,77
	Alar	3,2	3,6	0,66
<b>Με Μικροκαρπία</b>				
Μάιος	Ca + N	1,6	0,6	0,02
	Ca - N	1,7	0,5	0,01
	Alar	1,4	0,5	0,02
Ιούνιος	Ca + N	1,2	0,4	0,10
	Ca - N	0,9	0,2	0,08
	Alar	1,2	0,3	0,10
Αύγουστος	Ca + N	2,3	1,7	0,39
	Ca - N	1,9	1,6	0,32
	Alar	1,7	1,2	0,24
Σεπτ/βριος	Ca + N	2,3	2,8	0,72
	Ca - N	2,0	2,6	0,60
	Alar	2,2	2,1	0,49
<b>Σημαντικότητα</b>				
Υπαρξη μικροκαρπίας		**	**	***
Εποχή		***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS
ΕΣΔ <sub>0.05</sub> Χωρ*Εποχ*Μεταχ		0,9	1,1	0,27
ΕΣΔ <sub>0.05</sub> Χωρ*Εποχ		0,5	0,7	0,15

**Πίνακας 7.** Ξηρά ουσία ανά φύλλο και ανά καρπό μηλιάς ποικιλίας “Starking Delicious” στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

<b>Εποχή</b>	<b>Μεταχ/ση</b>	<b>Ξηρά ουσία /καρπό (g)</b>	<b>Ξηρά ουσία /φύλλο (g)</b>
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>			
Μάιος	Ca + N	0,2	0,21
	Ca - N	0,2	0,21
	Alar	0,2	0,22
Ιούνιος	Ca + N	1,6	0,16
	Ca - N	1,4	0,13
	Alar	1,3	0,15
Αύγουστος	Ca + N	14,2	0,15
	Ca - N	18,2	0,15
	Alar	13,4	0,18
Σεπτ/βριος	Ca + N	26,8	0,18
	Ca - N	28,9	0,15
	Alar	24,9	0,17
<b>Με Μικροκαρπία</b>			
Μάιος	Ca + N	0,1	0,18
	Ca - N	0,1	0,16
	Alar	0,1	0,15
Ιούνιος	Ca + N	0,7	0,12
	Ca - N	0,6	0,13
	Alar	0,6	0,12
Αύγουστος	Ca + N	10,4	0,15
	Ca - N	10,4	0,13
	Alar	12,5	0,13
Σεπτ/βριος	Ca + N	22,3	0,18
	Ca - N	18,4	0,18
	Alar	22,1	0,18
<b>Σημαντικότητα</b>			
Υπαρξη Μικροκαρπίας		***	***
Εποχή		***	***
Μεταχείριση		NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		2,62	0,03
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		1,51	0,02

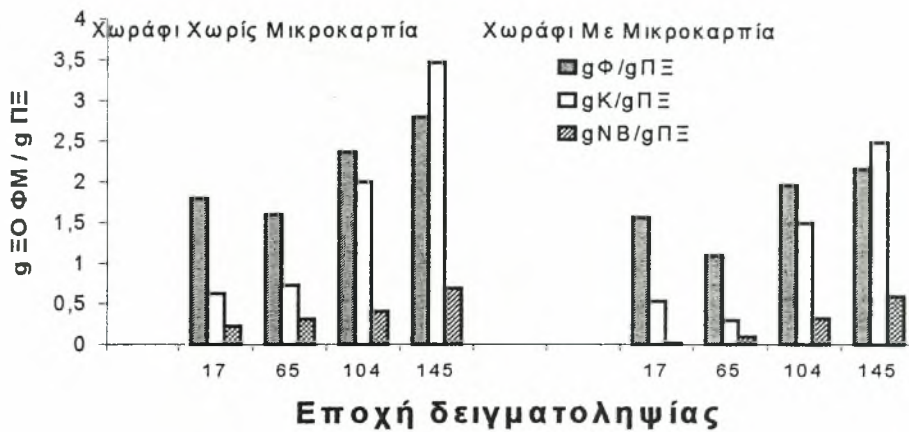
**Πίνακας 8.** Συνολική ξηρά ουσία σε (g) στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς, ποικιλίας “Starking Delicious” στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	ΞΟ παλιού ξύλου (g)	ΞΟ φύλλων (g)	ΞΟ καρπών (g)	ΞΟ νέας βλάστησης (g)
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	5,2	10,0	3,6	0,37
	Ca - N	6,7	11,5	3,8	0,63
	Alar	6,8	10,4	4,3	0,33
Ιούνιος	Ca + N	10,2	18,7	39,3	3,57
	Ca - N	11,4	17,9	46,5	3,47
	Alar	9,6	16,0	35,5	2,37
Αύγουστος	Ca + N	8,3	16,7	64,4	2,43
	Ca - N	7,1	18,4	72,8	3,67
	Alar	10,7	20,2	62,2	2,77
Σεπτ/βριος	Ca + N	7,7	17,9	107,0	5,83
	Ca - N	7,4	16,3	123,6	5,23
	Alar	5,1	16,3	99,7	3,30
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	4,6	7,3	2,4	0,03
	Ca - N	4,7	7,8	2,0	0,03
	Alar	4,5	6,4	2,1	0,03
Ιούνιος	Ca + N	10,6	14,1	26,5	1,00
	Ca - N	11,7	11,9	26,5	0,90
	Alar	11,1	13,0	25,4	0,80
Αύγουστος	Ca + N	9,9	14,8	50,7	2,50
	Ca - N	5,8	11,1	44,2	1,80
	Alar	7,7	12,8	45,2	1,77
Σεπτ/βριος	Ca + N	7,3	16,9	95,8	5,23
	Ca - N	6,8	13,5	89,6	3,77
	Alar	8,3	18,2	88,3	4,03
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	***	***	***
Εποχή		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	**	NS
Εποχή*Χωράφι		NS	**	***	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		3,6	4,4	8,2	1,99
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		2,1	2,5	4,8	1,15

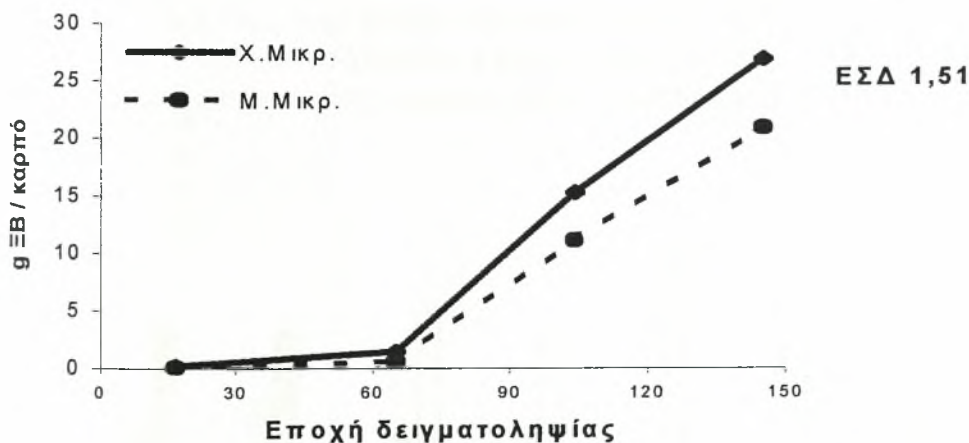
**Πίνακας 9.** Ποσοστιαίος καταμερισμός της ξηράς ουσίας στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς, ποικιλίας “Starking Delicious” στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 4 εποχές δειγματοληψίας και 3 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	% ΞΟ παλιού ξύλου	% ΞΟ φύλλων	% ΞΟ καρπών	% ΞΟ νέου βλαστού
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	22,2	58,1	13,7	6,0
	Ca - N	26,4	51,7	15,0	6,9
	Alar	30,5	49,7	15,2	4,6
Ιούνιος	Ca + N	14,4	26,0	54,8	4,8
	Ca - N	14,4	22,6	58,6	4,4
	Alar	15,2	25,1	55,9	3,7
Αύγουστος	Ca + N	8,8	18,1	70,4	2,7
	Ca - N	6,4	18,2	71,8	3,6
	Alar	11,6	20,5	65,0	2,9
Σεπτ/βριος	Ca + N	5,4	12,9	77,7	4,0
	Ca - N	4,8	10,6	81,3	3,4
	Alar	4,1	13,1	80,2	2,6
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Μάιος	Ca + N	31,5	50,9	17,6	0,7 10 <sup>-15</sup>
	Ca - N	33,3	51,5	15,3	0,9 10 <sup>-15</sup>
	Alar	31,7	49,6	18,8	0,2 10 <sup>-15</sup>
Ιούνιος	Ca + N	20,1	27,2	50,8	2,0
	Ca - N	22,7	23,4	52,0	1,8
	Alar	21,7	27,2	49,4	1,7
Αύγουστος	Ca + N	8,9	19,8	68,0	3,4
	Ca - N	9,2	17,6	70,4	2,9
	Alar	11,5	18,9	67,0	2,6
Σεπτ/βριος	Ca + N	5,9	13,5	76,5	4,2
	Ca - N	6,2	12,2	78,1	3,5
	Alar	7	15,3	74,3	3,4
<b>Σημαντικότητα</b>					
Χωράφι με ή χωρίς μικρ.		***	NS	NS	***
Εποχή		***	***	***	NS
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		6,3	6,2	7,8	3,08
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		3,7	3,6	4,5	1,78

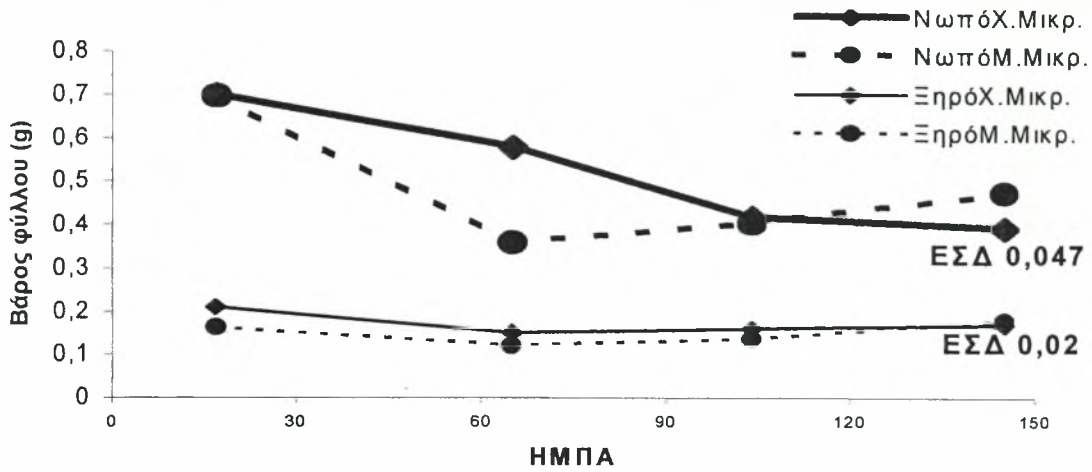
Σχεδ. 4 Πορεία της συγκέντρωσης ξηράς ουσίας φύλλων, καρπών, νέας βλάστησης ανά g παλιού ξύλου μηλιάς ποικ. Stark. Delicious στα δύο χωράφια με ή χωρίς μικροκαρπία



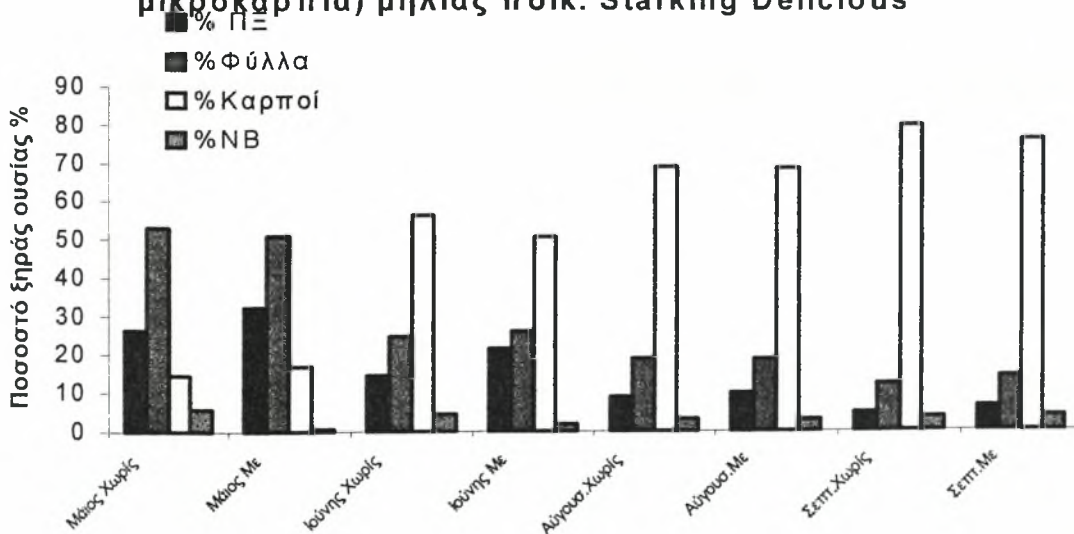
Σχεδ. 5 Αύξηση ξηρού βάρους καρπού μηλιάς ποικ. Stark. Delicious από την άνθηση ως τη συγκομιδή των καρπών στα χωράφια με ή χωρίς μικροκαρπία



Σχεδ. 6 Πορεία νωπού βάρους και ξηράς ουσίας φύλλου μηλιάς ποικ. Starking Del. στα χωράφια με ή χωρίς μικροκαρπία



Σχεδ. 7 Ποσοστιαίος καταμερισμός ξηράς ουσίας στα 4 φυτικά μέρη που μελετήθηκαν (παλιό ξύλο, φύλλα, καρπούς νέα βλάστηση) ανά εποχή δειγματοληψίας και χωράφι (με ή χωρίς μικροκαρπία) μηλιάς ποικ. Starking Delicious



**Πίνακας 10.** Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς μηλιάς ανά 100 g νωπού βάρους των μερών αυτών, ποικιλίας "Starking Delicious" στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	g ΔΣ/100g	g ΔΣ/100g	g ΔΣ/100g	g /100 g
		NB παλιού ξύλου	NB φύλλων	NB καρπών	NB νέου βλαστού
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	2,15	3,08	4,67	0,77
	Ca - N	1,81	2,31	4,52	0,94
Σεπτ/βριος	Ca + N	0,95	1,68	5,15	1,50
	Ca - N	0,92	1,65	5,61	1,42
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	1,57	2,12	4,97	0,87
	Ca - N	2,08	2,21	4,64	1,32
Σεπτ/βριος	Ca + N	1,25	2,05	5,62	1,35
	Ca - N	0,76	1,54	4,42	1,33
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	NS	NS	NS
Εποχή		***	***	*	***
Μεταχείριση		NS	*	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		0,27	0,52	1,08	0,34
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		0,19	0,37	0,76	0,24



**Πίνακας 11.** Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων στα διάφορα βλαστικά μέρη ανά g ξηράς ουσίας των μερών αυτών “Starking Delicious” στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	mg ΔΣ/g	mg ΔΣ/g	mg ΔΣ/g	mg ΔΣ/g
		ΞΟ παλιού ξύλου	ΞΟ φύλλων	ΞΟ καρπών	ΞΟ νέου βλαστού
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	33,9	77,6	301,7	19,1
	Ca - N	28,3	60,8	258,5	20,8
Σεπτ/βριος	Ca + N	17,8	39,2	321,1	27,6
	Ca - N	17,1	36,7	338,8	25,0
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	27,5	53,6	321,5	24,6
	Ca - N	32,2	63,3	260,9	28,2
Σεπτ/βριος	Ca + N	24,8	54,7	369,7	25,5
	Ca - N	14,7	39,3	286,1	26,6
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	NS	NS	**
Εποχή		***	***	**	**
Μεταχείριση		**	**	**	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		3,9	10,7	52,9	3,8
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		2,8	7,6	37,5	2,7

**Πίνακας 12.** Συνολική ποσότητα διαλυτών σακχάρων στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς, ποικιλίας “Starking Delicious”, στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

<i>Εποχή</i>	<i>Μεταχ/ση</i>	<i>g ΔΣ παλιού ξύλου</i>	<i>g ΔΣ φύλλων</i>	<i>g ΔΣ καρπών</i>	<i>g ΔΣ νέου βλαστού</i>
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	0,35	1,44	12,02	0,067
	Ca - N	0,33	1,09	11,98	0,074
Σεπτ/βριος	Ca + N	0,13	0,71	34,31	0,159
	Ca - N	0,12	0,60	41,90	0,133
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	0,29	0,76	8,56	0,025
	Ca - N	0,38	0,75	6,86	0,025
Σεπτέμβριο	Ca + N	0,18	0,94	35,47	0,133
	Ca - N	0,10	0,53	24,36	0,100
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	**	***	NS
Εποχή		***	**	***	**
Μεταχείριση		NS	**	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		0,12	0,36	5,84	0,105
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		0,08	0,26	4,13	0,074

**Πίνακας 13.** Συγκέντρωση αμύλου σε g ανά 100 g νωπού βάρους στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς, ποικιλίας "Starking Delicious", στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3)

Εποχή	Μεταχ/ση	Άμυλο	Άμυλο	Άμυλο	Άμυλο
		(g /100 g NB παλιού ξύλου)	(g /100 g NB φύλλων)	(g /100 g NB καρπών)	(g /100 g NB νέου βλαστού)
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	2,72	1,53	3,00	1,66
	Ca - N	2,44	1,24	3,08	1,66
Σεπτ/βριος	Ca + N	4,11	1,41	3,41	4,57
	Ca - N	3,35	1,58	2,31	4,30
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	1,60	1,16	2,72	0,98
	Ca - N	1,87	1,10	3,42	1,12
Σεπτ/βριος	Ca + N	3,97	1,27	3,12	3,43
	Ca - N	2,88	1,38	3,25	3,71
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		*	*	NS	*
Εποχή		***	NS	NS	***
Μεταχείριση		*	NS	NS	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		1,04	0,39	0,62	1,27
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		0,74	0,28	0,44	0,90

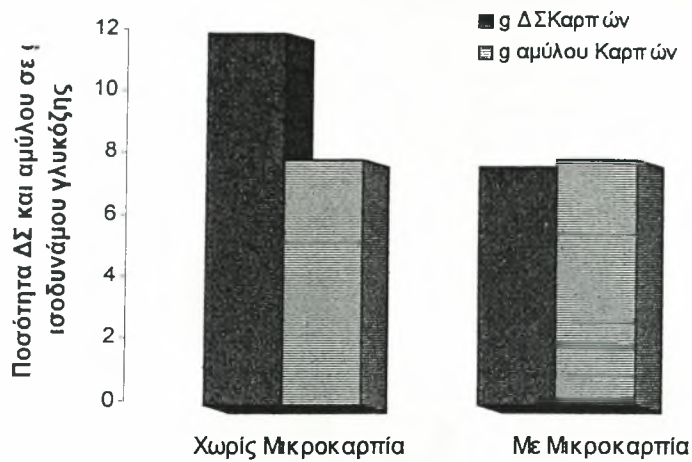
**Πίνακας 14.** Συγκέντρωση αμύλου στα διάφορα βλαστικά μέρη ανά g ξηρού βάρους των μερών αυτών ποικιλίας "Starking Delicious", στην περιοχή "Κοντού" Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	Άμυλο (mg / g ΞΒ παλιού ξύλου)	Άμυλο (mg / g ΞΒ φύλλων)	Άμυλο (mg / g ΞΒ καρπών)	Άμυλο (mg / g ΞΒ νέου βλαστού)
<b><u>Χωρίς Μικροκαρπία</u></b>					
Ιούνιος	Ca + N	43,3	38,7	194,5	41,2
	Ca - N	38,1	32,5	176,2	36,0
Σεπτέμβριο	Ca + N	77,4	32,9	213,4	83,6
	Ca - N	62,6	35,3	139,3	75,4
<b><u>Με Μικροκαρπία</u></b>					
Ιούνιος	Ca + N	28,0	29,2	175,8	27,7
	Ca - N	28,8	31,8	190,4	28,4
Σεπτέμβριο	Ca + N	78,4	33,8	204,9	64,5
	Ca - N	56,9	35,5	211,7	74,0
<b><u>Σημαντικότητα</u></b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	NS	**	NS
Εποχή		***	NS	NS	***
Μεταχείριση		**	NS	**	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		20,24	9,69	28,22	20,87
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		14,30	6,85	19,96	14,75

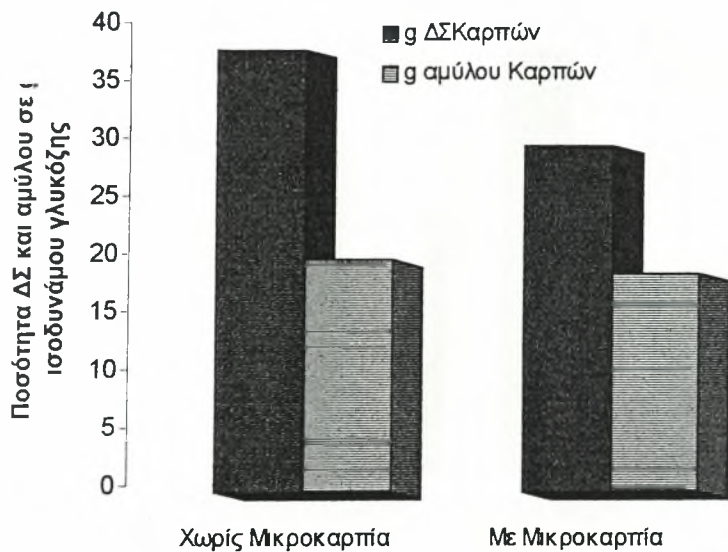
**Πίνακας 15.** Συνολική ποσότητα αμύλου στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς, ποικιλίας “Starking Delicious”, στην περιοχή “Κοντού” Ζαγοράς, σε 2 χωράφια, χωρίς ή με εμφάνιση μικροκαρπίας, 2 εποχές δειγματοληψίας και 2 μεταχειρίσεις όπως αυτές φαίνονται (n=3).

Εποχή	Μεταχ/ση	g αμύλου παλιού ξύλου	g αμύλου φύλλων	g αμύλου καρπών	g αμύλου νέου βλαστού
<b>Χωρίς Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	0,44	0,71	7,67	0,141
	Ca - N	0,45	0,59	8,19	0,115
Σεπτ/βριος	Ca + N	0,56	0,60	22,92	0,505
	Ca - N	0,46	0,59	17,18	0,369
<b>Με Μικροκαρπία</b>					
Ιούνιος	Ca + N	0,30	0,41	4,65	0,003
	Ca - N	0,33	0,39	5,07	0,003
Σεπτ/βριος	Ca + N	0,57	0,56	19,64	0,334
	Ca - N	0,36	0,48	17,94	0,281
<b>Σημαντικότητα</b>					
Υπαρξη Μικροκαρπίας		NS	**	**	NS
Εποχή		NS	NS	***	**
Μεταχείριση		NS	NS	***	NS
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ*Μεταχ		0,28	0,29	3,17	0,33
ΕΣΔ 0.05 Χωρ*Εποχ		0,19	0,20	2,24	0,23

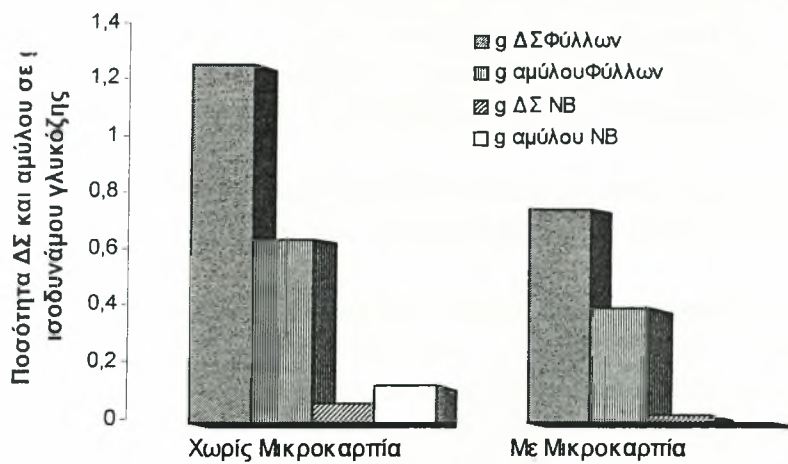
Σχεδ. 8. Συνολικές Ποσότητες ΔΣ και αμύλου στους καρπούς μηλιάς ποικ. Starking Del. τον Ιούνιο στα χωράφια χωρίς και με μικροκαρπία



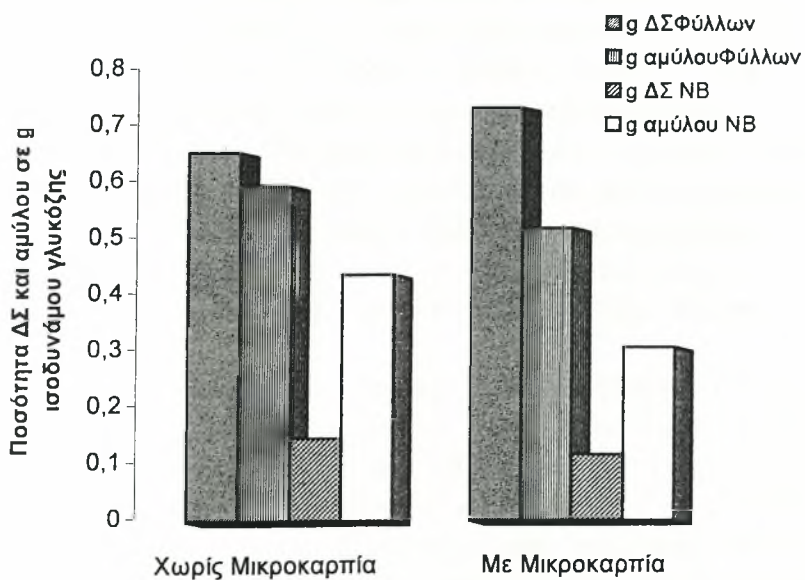
Σχεδ. 9. Συνολικές Ποσότητες ΔΣ και αμύλου στους καρπούς μηλιάς ποικιλίας Starking Del. τον Σεπτέμβριο στα χωράφια χωρίς και με μικροκαρπία



Σχεδ. 10. Συνολικές Ποσότητες ΔΣ και αμύλου στα φύλλα, και νέα βλάστηση μηλιάς ποικ. Starking Del. τον Ιούνιο στα χωράφια χωρίς και με μικροκαρπία



Σχεδ. 11. Συνολικές Ποσότητες ΔΣ και αμύλου στα φύλλα και στη νέα βλάστηση μηλιάς ποικιλίας Starking Del. τον Σεπτέμβριο στα χωράφια χωρίς και με μικροκαρπία



## 4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1 Μεταβολές στις παραμέτρους νωπού και ξηρού βάρους φυτικών μερών στη διάρκεια του χρόνου.

Στις μηλιές το νωπό βάρος συσσωρεύτηκε συνεχώς από το Μάιο ως και το Σεπτέμβριο, σε φύλλα, νέα βλάστηση και καρπούς. Μάλιστα ο ρυθμός αύξησης του νωπού βάρους ήταν ανάλογος της ευρωστίας των καταναλωτών και ακολουθεί τη σειρά: καρποί > νεαρά φύλλα > οδηγοί βλαστοί > ώριμα φύλλα > κάμβιο > ρίζες > σκελετός δένδρου όπως παρουσιάστηκε από τους Kramer και Kozłowski (1979).

Το ξηρό βάρος ελάχιστα μόνο συσσωρεύτηκε μεταξύ Μαΐου – Ιουνίου αλλά κύρια μεταξύ Ιουλίου και Σεπτεμβρίου και ιδιαίτερα στον καρπό και στη νέα βλάστηση.

Η ξηρά ουσία του παλιού ξύλου δεν τροποποιήθηκε ουσιαστικά κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Αυτό ίσως οφείλονταν στον τρόπο δειγματοληψιών διότι σύμφωνα με τον Forshey και τους συνεργάτες του (1983) το ξηρό βάρος των μόνιμων ιστών του ξύλου αλλάζει ελάχιστα από το λήθαργο μέχρι τα μέσα Ιουλίου αλλά αυξάνει κατά 34,5% μέχρι τη συγκομιδή. Τη μεγαλύτερη μάλιστα αύξηση στο ξηρό βάρος, σύμφωνα με τους ίδιους, την έχουν ιστοί ξύλου ενός, δύο και τριών ετών (111-130%), μικρότερη οι εσωτερικοί βραχίονες (50%) και ακόμα πιο μικρή ο κορμός (21,3%). Δηλαδή σ' όλα αυτά τα μέρη, αύξηση λαμβάνει χώρα από τα μέσα Ιουλίου και μετά, με βραδύ ρυθμό ως τη συγκομιδή και με ταχύτερο το Φθινόπωρο. Θα πρέπει να επισημανθεί ωστόσο, ότι στη δειγματοληψία της μελέτης των Forshey και συνεργατών του συμπεριλαμβάνονταν ολόκληροι βραχίονες και κορμός.

Η συσσώρευση νωπού και ξηρού βάρους στα φύλλα (εκφρασμένη ως g NB ή ΞΒ φύλλων/100g NB ή ΞΒ παλιού ξύλου) βρέθηκε να αυξάνει συνεχώς από το Μάιο ως το Σεπτέμβριο. Ωστόσο τα αποτελέσματα των παραμέτρων του αριθμού των φύλλων και του NB ανά φύλλο δεν δικαιολογούν ουσιαστική αύξηση της συσσώρευσης NB ή ΞΒ στα φύλλα. Έτσι αυτή θα πρέπει να αποδοθεί στη μείωση του NB ή ΞΒ στο παλιό ξύλο που παρατηρήθηκε την ανωτέρω περίοδο και που οφείλονταν είτε στο τρόπο δειγματοληψιών είτε στη μεταφορά αποθησαυριστικών ουσιών απ' το παλιό ξύλο στους καρπούς και τη νέα βλάστηση.

Ο αριθμός των φύλλων σταμάτησε να αυξάνεται μετά τον Ιούνιο αφού από τότε και μετά δεν εκπτύσσεται νέα βλάστηση. Πράγματι στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρεται ότι 3-5 εβδομάδες μετά την πλήρη άνθηση οι αιχμές, καρποφόρες και μη, έχουν πλήρως ώριμα φύλλα. Ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) βρήκαν ότι το 17,7% της ολικής φυλλικής επιφάνειας που απαντάται στα δένδρα κατά την περίοδο της συγκομιδής έχει αναπτυχθεί κατά την πλήρη άνθηση, ενώ ο Ferree (1980) υπολογίζει αυτό το ποσοστό στο 20%. Ο τελευταίος μάλιστα βρήκε ότι την περίοδο της άνθησης υπάρχουν 2,5 φορές περισσότερα φύλλα αιχμών (spur) από τα φύλλα των βλαστών (shoot). Ακόμη ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) καθώς και ο Porriglia και οι συνεργάτες του (1980) υποστηρίζουν ότι η πλήρης ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας έχει ολοκληρωθεί στα μέσα Μαΐου, ενώ ο Ferree (1980) τοποθετεί την ανάπτυξη του 90% της



φυλλικής επιφάνειας στον Ιούνιο. Στη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκε μικρή μείωση στον αριθμό των φύλλων, που οφείλεται στην πτώση μικρών φυλλαρίων αιχμών που είναι πια μη παραγωγικά και βρίσκονται στη σκιά των μεγαλύτερων φύλλων των αιχμών και των βλαστών από νωρίς το καλοκαίρι, γεγονός που επισημαίνουν και ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983). Πάντως η σημασία της ανάπτυξης ενός ικανού αριθμού φύλλων για τα μηλεόδενδρα είναι μεγάλη και ειδικότερα η ανάπτυξη πρώιμης φυλλικής επιφάνειας για τη καρπόδεση και καρποφορία (Lakso 1984), όπως επίσης και η διατήρηση των φύλλων κατά τη διάρκεια έως και τη συγκομιδή (Priestley 1964, Head 1969).

Όσον αφορά το νωπό βάρος ανά φύλλο, αυτό ήταν αυξημένο το Μάιο διότι τότε το μεγαλύτερο μέρος των φύλλων των δειγματοληψιών αφορούσαν ώριμα πλήρως εκπτυγμένα φύλλα αιχμών. Από τον Ιούνιο και μετά έλαβε χώρα μείωση στο νωπό βάρος ανά φύλλο, επειδή από τότε και μετά συμπεριλαμβάνονταν και φύλλα από το μέσο νεαρών βλαστών, τα οποία ποτέ δεν έφταναν το μέσο βάρος των φύλλων των αιχμών του Μαΐου. Ωστόσο ο Ferree (1980) υπολογίζει ότι την περίοδο της άνθησης υπάρχουν 2,5 φορές περισσότερα φύλλα αιχμών από τα φύλλα των βλαστών, αλλά το μέσο βάρος των ώριμων φύλλων των βλαστών (φύλλα βάσης) το καλοκαίρι είναι 1,5 φορές το βάρος του φύλλου των αιχμών, δηλαδή τα φύλλα των βλαστών είναι πιο βαριά από τα φύλλα των αιχμών. Στη δική μας μελέτη βέβαια, δεν υπήρχε νέα βλάστηση κατά την δειγματοληψία του Μαΐου, οπότε και δεν τέθηκε θέμα τέτοιας σύγκρισης. Ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) αποδίδουν τη μείωση στο βάρος των φύλλων που παρατηρείται από τα μέσα Ιουλίου, στο ότι κάποια απ' τα πρώιμα πολύ μικρά εκπτυχθέντα φύλλα των αιχμών μπαίνουν σε φάση γήρανσης και αποκόπτονται στα μέσα του καλοκαιριού.

Η συνολική ξηρά ουσία των φύλλων αυξήθηκε από το Μάιο στον Ιούνιο. Το Μάιο είχε τη χαμηλότερη τιμή της επειδή αφενός δεν έχει ολοκληρωθεί η βλαστική ανάπτυξη και αφετέρου τα νεοεκπυσσόμενα φύλλα είναι αρκετά υδαρή και φτωχά σε ξηρά ουσία. Οι σημαντικότερες μεταβολές στην ξηρά ουσία των φύλλων συμβαίνουν από το Μάιο ως τον Ιούνιο, όταν δηλαδή τα φύλλα των αιχμών ωριμάζουν. Από τότε και μετά αυξάνεται ελάχιστα η ξηρά ουσία τους, καθώς εκπτύσσονται πολλά νέα ανώριμα φύλλα τα οποία και ολοκληρώνουν την ωρίμανσή τους στη διάρκεια του καλοκαιριού συγκεντρώνοντας μικρό μόνο μέρος της συνολικά παραγόμενης ξηράς ουσίας. Σε συνδυασμό όμως με τη μικρή μείωση στον αριθμό των φύλλων, η συνολική ξηρά ουσία στα φύλλα δεν αλλάζει σημαντικά από τα τέλη Ιουνίου ως το Σεπτέμβριο.

Η νέα βλάστηση στους πειραματικούς κλαδίσκους ήταν κυρίως βλαστοί πάνω σε καρποφόρα όργανα και επομένως όχι πολύ ζωηροί. Από τη στιγμή που τερματίστηκε η ανάπτυξη των φύλλων (τέλη Ιουνίου) τερματίστηκε και η ανάπτυξη των βλαστών αυτών. Έτσι η συσσώρευση νωπής και ξηράς ουσίας στη νέα βλάστηση αυξάνεται από το Μάιο στον Ιούνιο και μετά συνεχίζεται παράλληλα με την ωρίμανση του βλαστού με ιδιαίτερα υψηλό ρυθμό (τετραπλάσιο σε σχέση με το ρυθμό του Ιουλίου) την περίοδο πριν τη συγκομιδή, οπότε η νέα βλάστηση ξυλοποιείται. Ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) αναφέρουν ότι η ανάπτυξη νέας βλάστησης στα μήλα ποικιλίας McIntosh, από

την άνθηση μέχρι και 3 εβδομάδες μετά, είναι περίπου ίδια με τη βλαστική ανάπτυξη από τότε μέχρι και τα μέσα Ιουλίου. Επειδή όμως η πρώτη φάση ανάπτυξης διαρκεί λιγότερο, έχει και ταχύτερο ρυθμό, πράγμα που διαπιστώθηκε και στη δική μας μελέτη συγκρίνοντας την ταχύτερη ανάπτυξη της νέας βλάστησης από τον Μάιο ως τον Ιούνιο με τη βραδύτερη ανάπτυξη της νέας βλάστησης από τον Ιούνιο ως τον Ιούλιο. Πάντως, η συνολική ποσότητα ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στη νέα βλάστηση ήταν μηδαμινή σε σχέση με την εικοσαπλάσια ποσότητα ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στους καρπούς, πράγμα που σημαίνει ότι η νέα βλάστηση δεν είναι τόσο ανταγωνιστική των καρπών για τις νεοπαραγόμενες αποθησαυριστικές ουσίες.

Το νωπό και ξηρό βάρος ανά καρπό αυξήθηκε με το χρόνο όπως ήταν αναμενόμενο. Μεγάλη αύξηση του νωπού βάρους αρχίζει να συμβαίνει απ' το Μάιο ως τον Ιούνιο, πράγμα που σημαίνει ότι τότε υπάρχει μεγάλη είσοδος νερού και άρα μεγάλη ανάγκη άρδευσης, ενώ το ξηρό βάρος του καρπού παρουσιάζει δραματική αύξηση από Ιούλιο προς Αύγουστο και μετά. Υπολογίζεται μάλιστα ότι ο ρυθμός συσσώρευσης ξηράς ουσίας στους καρπούς τους τελευταίους μήνες πριν τη συγκομιδή φτάνει το 1g την ημέρα. Παρόμοια ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) αναφέρουν ότι μεγάλη αύξηση στο ξηρό βάρος ανά καρπό συμβαίνει από τα μέσα Ιουλίου και ως τη συγκομιδή (μέσα Σεπτέμβρη), οπότε το ξηρό βάρος ανά καρπό ήταν 5,3 και 17,9 g, αντίστοιχα. Την εποχή αυτή η ξηρά ουσία προέρχεται από τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Έτσι είναι προφανής η ανάγκη εξασφάλισης άριστων συνθηκών φωτοσύνθεσης (υγεία των φύλλων, επάρκεια ανόργανων στοιχείων και νερού, θερινό κλάδεμα) για την παραγωγή ξηράς ουσίας, καθώς αυτή σχεδόν στο σύνολό της μετακινείται προς τους καρπούς.

Από τον καταμερισμό νωπής και ξηράς ουσίας στα 4 φυτικά μέρη που μελετήθηκαν είναι εμφανές ότι η ραγδαία ανάπτυξη του καρπού αυξάνει το καταμερισμό υπέρ του καρπού και μειώνει το ποσοστό νωπού και ξηρού βάρους που βρίσκεται στα φύλλα και στο παλιό ξύλο, ενώ στη νέα βλάστηση οι μεταβολές της ποσοστιαίας κατανομής δεν είναι τόσο σημαντικές. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το γεγονός ότι από το Μάιο ως τον Ιούνιο που η ανάπτυξη του καρπού ήταν μικρή, η ποσοστιαία κατανομή νωπής και ξηράς ουσίας στους καρπούς αυξήθηκε ραγδαία με αντίστοιχη μείωση της ποσοστιαίας κατανομής στα βλαστικά μέρη, ιδιαίτερα τα φύλλα και το παλιό ξύλο. Ο καταμερισμός ξηράς ουσίας στη νέα βλάστηση παρέμεινε σε σταθερό ποσοστό ως τη συγκομιδή των καρπών, καθόσον η ξηρά ουσία συσσωρεύονταν συνεχώς στη νέα βλάστηση καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξης του καρπού και σε πολύ μικρές ποσότητες, έτσι ώστε και η μεταβολή στη ποσοστιαία κατανομή ξηράς ουσίας στη νέα βλάστηση να είναι μηδαμινή. Τα αποτελέσματα συμφωνούν σε γενικές γραμμές με τον Forshey και τους συνεργάτες του (1983) που υπολόγισαν ότι κατά την πλήρη άνθηση το καταμερισθέν ποσοστό ξηράς ουσίας στο παλιό ξύλο είναι 95,8% της ολικής ξηράς ουσίας, ενώ μετά την έλευση 3 εβδομάδων (εποχή που συμπίπτει με τη δειγματοληψία Μάιου), στους νέους ιστούς (βλάστηση, φύλλα, νεαροί καρποί) κατανέμεται τετραπλάσιο ποσοστό ξηράς ουσίας που συνολικά προσεγγίζει το 13% της ολικής ξηράς ουσίας. Κατά τη συγκομιδή οι ιστοί του ξύλου συμπεριλαμβανομένης και της νέας βλάστησης καταλαμβάνουν

το 71,7% του συνολικού ξηρού βάρους, τα φύλλα το 10,6% και οι καρποί το 18,3%. Θα πρέπει βέβαια να επισημάνουμε ότι ο Forshey και οι συνεργάτες του (1983) συμπεριέλαβαν στους ληφθέντες ιστούς κορμό, βραχίονες, τριετές ξύλο, διετές ξύλο, ετήσιο και αιχμές, ενώ η δική μας δειγματοληψία αφορούσε κλάδους 4-5 ετών, μήκους 30-40 εκ, με φύλλα, καρπούς και νέα βλάστηση.

#### 4.2 Μεταβολές στις παραμέτρους νωπής και ξηράς ουσίας μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας της μικροκαρπίας

Η μικροκαρπία βρέθηκε να μειώνει το νωπό και ξηρό βάρος όλων των φυτικών μερών και όλων των συναφών παραμέτρων που μελετήθηκαν, εκτός του νωπού βάρους ανά φύλλο το οποίο δεν τροποποιήθηκε. Η μείωση στον αριθμό των φύλλων και στη ποσότητα νωπής και ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στα φύλλα είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση της δυνατότητας των φύλλων (ιδιαίτερα των αιχμών) να παράγουν υδατάνθρακες. Ακόμη, αν και η νέα βλάστηση καθυστέρησε να εκπτυχθεί στο χωράφι με μικροκαρπία, εν τούτοις δεν υπήρχαν ουσιαστικές διαφορές στη νωπή και ξηρά ουσία της νέας βλάστησης μεταξύ των δύο χωραφιών. Έτσι δικαιολογείται η ανυπαρξία διαφορών στη βλάστηση των δένδρων μεταξύ των δύο χωραφιών κατά την μακροσκοπική παρατήρηση αυτών. Μεγάλη ήταν η μείωση του νωπού και ξηρού βάρους του καρπού (σε όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν), ιδιαίτερα από τον Ιούνιο ως τη συγκομιδή, καθόσον το μέγεθος του καρπού κατά τη πρώτη δειγματοληψία (Μαΐου) ήταν μηδαμινό. Ανεξάρτητα λοιπόν του παράγοντα που προκαλεί τη μικροκαρπία, το κοινό γνώρισμα των δένδρων που υποφέρουν από το παράγοντα αυτό είναι η απίσχναση όλων των φυτικών μερών και η δραστική μείωση της νωπής και ξηράς ουσίας που συσσωρεύεται σ' αυτά (πλην της νέας βλάστησης).

Αναφορικά με τα αίτια της μικροκαρπίας και βάση των μέχρι τώρα δεδομένων για τη μικροκαρπία, θα πρέπει να επισημανθεί ότι στα δένδρα που είχαν το πρόβλημα της μικροκαρπίας σημειώθηκε δραστική μείωση της νωπής και ξηράς ουσίας των φυτικών μερών που εξετάστηκαν (εκτός της νέας βλάστησης), χωρίς όμως να παρατηρηθούν συμπτώματα βλαστομανίας (Σκούπα της μάγισσας = βλαστοί μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου), ούτε φύλλα που ροδίζουν κατά την περίοδο του Φθινοπώρου για να συσχετιστεί η μικροκαρπία στη Ζαγορά με τη παρουσία μυκοπλασμάτων MLO ή AP (Kunze 1988, Nemeth 1986, Seemuller 1988). Εξάλλου ο Cali το 1994 σε παρόμοια μελέτη για τη μικροκαρπία στη μηλιά στη περιοχή Ispartu της Τουρκίας αποκλείει ότι αίτιο της μικροκαρπίας μπορεί να είναι ιός ή MLO και την αποδίδει σε διαταραχή της φυσιολογίας του δένδρου εξαιτίας περιβαντολογικών παραγόντων.

Ακόμη, από προσωπική επικοινωνία με παραγωγούς της Ζαγοράς προέκυψε ότι οι αραιώσεις γίνονται με το χέρι, και χωρίς να χρησιμοποιούνται καθόλου χημικοαραιωτικά, π.χ. NAA ούτως ώστε να αποδοθεί η μικροκαρπία σε δυσμενείς επιδράσεις του NAA από χαμηλές θερμοκρασίες ή υψηλές δόσεις (Williams 1999, Robinson και συνεργάτες του 1993). Επίσης, το μεγάλο φορτίο καρπών, δεν επιβάρυνε την ευρωστία των δένδρων αφού τόσο τη χρονιά του πειράματος όσο και τα προηγούμενα του πειράματος χρόνια, στο χωράφι με μικροκαρπία, όσο και στο χωράφι χωρίς μικροκαρπία, οι παραγωγοί έκαναν

αραιώμα με το χέρι, αφήνοντας κανονικό αριθμό καρπών ανά αιχμή με τον ίδιο τρόπο όπως και για πολλά έτη πριν την εμφάνιση του προβλήματος.

Είναι γνωστό ότι η προσβολή αφίδων μεταβάλλει την οικονομία υδατανθράκων (Kaakeh και συνεργάτες του 1992, Varn και Pfeiffer 1989) και ειδικά τα είδη *Dysaphis plantaginea* και *Aphis spiraecola*. Μάλιστα οι επιδράσεις από τη προσβολή των αφίδων υφίστανται και την επόμενη της προσβολής χρονιά. Γι' αυτό θα πρέπει να διερευνηθεί κατά πόσο τα χωράφια με μικροκαρπία είχαν προσβληθεί από τα παραπάνω είδη αφίδων τα τελευταία έτη και σε ποιο επίπεδο πληθυσμών. Υπάρχουν αναφορές ότι η *Aphis spiraecola* έχει εμφανιστεί στην περιοχή τα τελευταία χρόνια, ενώ η *Dysaphis plantaginea* προκαλεί παραμορφώσεις ορμονικής ίσως φύσης στα μήλα στην αρχή του καλοκαιριού.

Ακόμη η απίσχναση των ιστών που παρατηρείται στο χωράφι με μικροκαρπία επιβάλλει την ανάγκη διερεύνησης της επίδρασης του όζοντος και της υπερϊώδους ακτινοβολίας στη μηλιά, καθώς υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές, που αποδίδουν τη μείωση στο ξηρό βάρος διαφόρων φυτικών μερών άλλων ειδών, στους δύο αυτούς παράγοντες. Τέλος θα πρέπει να μελετηθούν εκτενώς οι πιθανές επιδράσεις διαφόρων παραγόντων θρέψης στην εμφάνιση του προβλήματος, παρότι δεν υπήρχαν εμφανή συμπτώματα τροφοπενιών (έλλειψη Zn, B κ.α. ή περίσσεια άλλων)

Η μικροκαρπία δεν επηρέασε ουσιαστικά τον καταμερισμό της νωπής και ξηράς ουσίας στα φυτικά μέρη εκτός ίσως του παλιού ξύλου και της νέας βλάστησης. Όσον αφορά την τελευταία, στο χωράφι χωρίς μικροκαρπία μεταφέρθηκε πιο μεγάλο ποσοστό νωπής και ξηράς ουσίας απ' ότι στο χωράφι με μικροκαρπία κυρίως κατά την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου, εξαιτίας της καθυστέρησης της έκπτυξης νέας βλάστησης στο χωράφι με μικροκαρπία. Η καθυστέρηση έκπτυξης νέας βλάστησης τροποποίησε με τη σειρά της και προς την αντίθετη κατεύθυνση, την ποσοστιαία κατανομή στο παλιό ξύλο την ανωτέρω χρονική περίοδο. Ας σημειωθεί όμως ότι η ποσότητα νωπής και ξηράς ουσίας στο παλιό ξύλο και τη νέα βλάστηση είναι πολύ μικρές σε σχέση με τη ποσότητα που επιμερίζεται στα φύλλα και κυρίως τους καρπούς κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Επομένως η μικροκαρπία δεν αλλάζει ουσιαστικά τον καταμερισμό νωπής και ξηράς ουσίας.

#### 4.3. Μεταβολές στις παραμέτρους νωπής και ξηράς ουσίας σε σχέση με τις μεταχειρίσεις

Η εφαρμογή Ca + N (μάρτυρας) με σκοπό την κάλυψη των ετησίων αναγκών του φυτού σε N και κάλυψη μέρους του ελλείμματος του εδάφους σε Ca έγινε στα πλαίσια ορθολογικής λίπανσης στις συνθήκες καλλιέργειας της μηλιάς στο Πήλιο.

Δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε Ca από το έδαφος χωρίς τη προσθήκη N δεν παρουσίασαν ουσιώδεις διαφορές με το μάρτυρα σ' όλες τις παραμέτρους συσσώρευσης και καταμερισμού νωπού και ξηρού βάρους εκτός του νωπού βάρους καρπού ανά μονάδα βάρους φύλλων, το οποίο αυξήθηκε ίσως εξαιτίας μικρών μη σημαντικών τροποποιήσεων των άλλων παραμέτρων (NB καρπού, NB φύλλων) που εξετάστηκαν. Η έλλειψη διαφορών μεταξύ των 2

μεταχειρίσεων θα πρέπει να οφείλεται αφενός στην λελογισμένη λίπανση με Ν και αφετέρου στη τεράστια ποσότητα Ν που βρίσκεται αποθηκευμένη στις ρίζες και βλαστούς των μεγάλου μεγέθους δένδρων του πειράματος. Όπως είναι γνωστό από άλλες εργασίες, η επάρκεια Ν έχει σαν αποτέλεσμα το κανονικό σχηματισμό ανθικών καταβολών, τη καλή καρπόδεση και την ευρωστία των δένδρων όπως αυτή εκφράζεται απ' την ικανοποιητική ανάπτυξη των αιχμών, της νέας βλάστησης, των φύλλων και την παραγωγή αποθεμάτων υδατανθράκων (Stiles, 1999).

Η εφαρμογή daminozide (Alar) λίγο μετά την άνθηση αναμενόταν να μειώσει τη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων όπως αναφέρουν οι Sivagami και συνεργάτες του (1989) και Mijin και συνεργάτες του (1996) για το μάνγκο και το λωτό, αντίστοιχα. Όμως στα μεγάλου μεγέθους δένδρα του πειράματος και στο συγκεκριμένο μικροκλίμα της περιοχής, η εφαρμογή Alar δεν είχε μετρήσιμα αποτελέσματα τέτοια ώστε να τροποποιήσουν το καταμερισμό ξηράς ουσίας, μειώνοντάς τον στη νέα βλάστηση και αυξάνοντάς τον στο καρπό. Αντίθετα θα λέγαμε, η ποσότητα ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στους καρπούς μάλλον μειώθηκε εξαιτίας του Alar.

#### 4.4 Διαλυτά σάκχαρα και άμυλο

##### 4.4.1 Διαφορές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου

###### ▪ Συγκεντρώσεις διαλυτών σακχάρων και αμύλου

Από τις συγκεντρώσεις διαλυτών σακχάρων τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο είναι προφανές ότι τα διαλυτά σάκχαρα μειώνονται στα φύλλα και στο παλιό ξύλο καθώς φτάνει η φάση της συλλεκτικής ωριμότητας, ενώ αντίθετα αυξάνουν στους καρπούς και τη νέα βλάστηση. Έτσι οι καρποί περισσότερο, και η νέα βλάστηση δευτερευόντως, αποτελούν ισχυρούς καταναλωτές (sinks) διαλυτών σακχάρων έως και τη συγκομιδή.

Στη μηλιά ο κύριος τύπος διαλυτών σακχάρων που μεταφέρεται στο φλοιό και αποθηκεύεται στα μη φωτοσυνθετικά κύτταρα είναι η σορβιτόλη (Bielecki 1969, Chong και Taper 1971, Loeschner και συνεργάτες του 1982) και δευτερευόντως η σακχαρόζη. Στα φύλλα της μηλιάς η σορβιτόλη αποτελεί το 40-80% των σακχάρων. Μάλιστα οι Chong και Taper (1971) παρατηρώντας την ημερήσια διακύμανση στη συγκέντρωση της σορβιτόλης (μείωση τη νύχτα, αύξηση τη μέρα), συμπέραναν ότι η σορβιτόλη αποτελεί το κύριο φωτοσυνθετικό παράγωγο, χωρίς όμως να αντικαθιστά εντελώς τη σακχαρόζη κατά τη φωτοσύνθεση αλλά να ισορροπεί σε συγκεντρώσεις, τα επίπεδα των οποίων εξαρτώνται απ' την ηλικία του δένδρου και τις συνθήκες ανάπτυξης. Με την είσοδό τους στους καρπούς, η σακχαρόζη και η σορβιτόλη μετατρέπονται σε γλυκόζη και φρουκτόζη που αποτελούν τα πρωθύστερα συστατικά για την ανάπτυξη του καρπού και τη σύνθεση του αμύλου (Beruter 1985, Hansen 1970).

Η μείωση των διαλυτών σακχάρων στα φύλλα οφείλεται κυρίως στη σημαντική ζήτηση των καρπών, εξαιτίας της αύξησης της συγκέντρωσης υδατανθράκων σ' αυτούς και της αύξησης του μεγέθους τους. Η μείωση των διαλυτών σακχάρων στα φύλλα και η παράλληλη αύξησή τους στους καρπούς και τη νέα βλάστηση ακολουθεί τη θεωρία της μεγαλύτερης συγκέντρωσης

αφομοιωτικών προϊόντων στους καταναλωτές με τη μεγαλύτερη ισχύ σύμφωνα με τη σειρά: καρποί > νεαρά φύλλα + οδηγοί βλαστοί > ώριμα φύλλα > κάμβιο > ρίζες > αποθέματα (Kramer και Kozlowski 1979). Το ότι οι καρποί λειτουργούν ανταγωνιστικά στη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων σε σχέση με τα άλλα βλαστικά μέρη (παλιό ξύλο, φύλλα), επιβεβαιώνεται κι απ' τον Priestley (1970), που αναφέρει ότι μια μακρά καρποφόρα χρονιά επιδρά αρνητικά στη περιεχόμενη ποσότητα υδατανθράκων των βραχιόνων των μηλεοδένδρων. Η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων αυξάνεται σ' όλη την περίοδο ανάπτυξης του καρπού καθώς τα διαλυτά σάκχαρα βοηθούν στη μείωση του οσμωτικού δυναμικού (πιο αρνητικό), την εισροή του νερού στο χυμοτόπιο, τη διόγκωση του κυττάρου και την αύξηση του καρπού. Εξάλλου η μεταφορά αφομοιωτικών προϊόντων εξαρτάται απ' τη διαφορά των συγκεντρώσεων που δημιουργείται απ' τη παραγωγή σακχάρων στους παραγωγούς και τη συσσώρευσή τους στο χυμοτόπιο ή την κατανάλωσή τους στους καταναλωτές.

Οι συγκεντρώσεις αμύλου δεν άλλαξαν στα φύλλα και καρπούς μεταξύ των δύο δειγματοληψιών Ιουνίου και Σεπτεμβρίου. Όσον αφορά στα φύλλα αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς τα περισσότερα απ' αυτά είχαν ήδη ωριμάσει ως τις 30 Ιουνίου και, καθώς τα φύλλα δεν συσσωρεύουν άμυλο, αλλά περιέχουν μικρές μόνο ποσότητες για τις άμεσες ανάγκες του φυτού. Σε αντίθετη περίπτωση, το άμυλο θα παρεμπόδιζε τη φωτοσύνθεση και θα ελάμβανε χώρα μόνο σε συνθήκες πολύ χαμηλής ζήτησης αφομοιωτικών προϊόντων απ' τους καταναλωτές: καρπούς και νέα βλάστηση. Η συγκέντρωση αμύλου στους καρπούς ήταν σχετικά σταθερή μέχρι την ωρίμανσή τους αλλά σε απόλυτες τιμές το άμυλο συσσωρεύτηκε στον καρπό. Δηλαδή μπορεί μεν η συγκέντρωση αμύλου στους καρπούς να μην αυξάνεται, η συνολική ποσότητα του αμύλου όμως αυξάνεται εξαιτίας της ραγδαίας ανάπτυξης του καρπού. Σύμφωνα με τον Beruter (1989) το άμυλο παρουσιάζει μέγιστο στους καρπούς (σαν συνολική ποσότητα) προς το τέλος Αυγούστου και μετά αρχίζει να μειώνεται με την έναρξη της ωρίμανσης.

Οι νεαροί βλαστοί τον Ιούνιο είχαν ήδη σημαντική συγκέντρωση αμύλου η οποία το Σεπτέμβριο σχεδόν διπλασιάστηκε. Η αύξηση της συγκέντρωσης διαλυτών σακχάρων και αμύλου απ' τον Ιούνιο στο Σεπτέμβριο δείχνει τη σημασία των νεαρών βλαστών ως καταναλωτών σ' όλη την περίοδο ανάπτυξης των καρπών. Τα φύλλα των βλαστών αυτών παράγουν φωτοσυνθετικά προϊόντα κυρίως για τη διατήρησή τους και αποταμίευση επί τόπου. Έτσι η νέα βλάστηση συσσωρεύει νωπή και ξηρά ουσία με τη μορφή αφομοιώσιμων υδατανθράκων για να καλύψει αφενός τις συνεχείς απαιτήσεις της ωρίμανσης και ανάπτυξης της και, αφετέρου, να εξασφαλίσει αποθέματα για τη σκληραγώγηση του Χειμώνα και την έκπτυξη νέας βλάστησης και ανθέων την Άνοιξη. Η συγκέντρωση αμύλου στο παλιό ξύλο αυξήθηκε το Σεπτέμβριο, ενώ αντίθετα όπως είδαμε, μειώθηκε η συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων. Χωρίς να είναι απόλυτα γνωστή η ακριβής εποχή μείωσης των διαλυτών σακχάρων (Ιούλιο, Αύγουστο ή Σεπτέμβριο) πιθανολογείται ότι κατά το τέλος Καλοκαιριού με αρχές Σεπτέμβρη λαμβάνει χώρα σημαντική μετακίνηση διαλυτών σακχάρων από τα φύλλα στο παλιό ξύλο και μετατροπή τους σε άμυλο, οπότε έχουμε μεγάλη συγκέντρωση αμύλου στο παλιό ξύλο. Πράγματι σύμφωνα με τον Chong (1971), η σύνθεση

και συσσώρευση σορβιτόλης προηγείται της σύνθεσης άλλων υδατανθράκων, όπως το άμυλο αλλά και άλλων πολυσακχαριτών. Το άμυλο αυτό είναι αφομοιώσιμη μορφή ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί για την σκληραγώγηση των ιστών στο ψύχος του Χειμώνα και για την αρχική ανάπτυξη φύλλων, ανθέων και καρπιδίων την επόμενη Άνοιξη. Η κατανάλωση των αποθεμάτων αμύλου την περίοδο της Άνοιξης για τις ανάγκες της έκπτυξης νέας βλάστησης, της άνθησης και της ανάπτυξης των νεαρών καρπών επιβεβαιώνεται από τους Heinicke και Childers (1937), οι οποίοι μάλιστα αναφέρουν ότι η μείωση (κατανάλωση) του αμύλου συνεχίζεται μέχρι και 8 εβδομάδες μετά την έκπτυξη των οφθαλμών των μηλεοδένδρων.

#### ▪ **Συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Οι συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου αυξήθηκαν σημαντικά το Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο στους καρπούς και τη νέα βλάστηση. Αυτό καταδεικνύει ότι οι καρποί πρωτίστως, και δευτερευόντως η νέα βλάστηση, λειτουργούν ως ισχυροί καταναλωτές σ' ολόκληρη την παραγωγική περίοδο. Ωστόσο οι συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου που συσσωρεύτηκαν στη νέα βλάστηση είναι ελάχιστες μπροστά σ' αυτές που αφορούν τους καρπούς.

Αντίθετα οι συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων στα φύλλα και το παλιό ξύλο ήταν μεγαλύτερες τον Ιούνιο σε σχέση με το Σεπτέμβριο, ενώ του αμύλου παρέμειναν σταθερές. Φαίνεται λοιπόν ότι τα φύλλα και το παλιό ξύλο δεν συσσωρεύουν διαλυτά σάκχαρα και άμυλο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού. Μετά τη συγκομιδή αναμένεται περαιτέρω μείωση των ποσοτήτων υδατανθράκων στα φύλλα, έναρξη συσσώρευσης υδατανθράκων στο παλιό βλαστό και περαιτέρω συσσώρευση στο νέο βλαστό. Μάλιστα σύμφωνα με τους Kadiah (1979) και Kramer και Kozlowski (1979), τα διαλυτά σάκχαρα και το άμυλο που περιέχονται στο βλαστό προσεγγίζουν ένα μέγιστο κατά την πτώση των φύλλων το Φθινόπωρο και κατόπιν μειώνονται μετακινούμενα στη ρίζα.

#### ▪ **Καταμερισμός διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Ο καταμερισμός διαλυτών σακχάρων στα φύλλα τον Ιούνιο ήταν πολύ υψηλότερος του καταμερισμού του Σεπτεμβρίου (πενταπλάσιος ως οκταπλάσιος του Σεπτεμβρίου). Αυτό σημαίνει ότι το καλοκαίρι στα φύλλα παράγονται μεγάλες ποσότητες διαλυτών σακχάρων που κατευθύνονται όμως προς τους καρπούς, καθώς μέχρι τον Ιούνιο τα φύλλα έχουν εν πολλοίς ωριμάσει αλλά και δεν συσσωρεύουν διαλυτά σάκχαρα και άμυλο.

Στους καρπούς τόσο τον Ιούνιο όσο και το Σεπτέμβριο καταμερίζεται το υψηλότερο ποσοστό διαλυτών σακχάρων (87 και 97%, αντίστοιχα), είναι δηλαδή το μόνο φυτικό μέρος που συσσωρεύει διαλυτά σάκχαρα.

### **4.4.2 Μεταβολές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας της μικροκαρπίας**

#### ▪ **Συγκεντρώσεις διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Η συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων στα 4 φυτικά μέρη ήταν παρόμοια μεταξύ των 2 χωραφιών. Είναι προφανές λοιπόν ότι η μικροκαρπία δεν τροποποιεί τη συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων ούτε την εποχή που

πρωτοεμφανίζεται, ούτε μέχρι και τη συγκομιδή των καρπών. Η συγκέντρωση αμύλου στα 4 φυτικά μέρη ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο χωραφιών, εκτός ίσως της ελάχιστα υψηλότερης συγκέντρωσης αμύλου στο νέο και παλιό ξύλο (εκφρασμένη ανά 100 g NB) του χωραφιού χωρίς μικροκαρπία, που εξηγείται απ' το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας που έχουν όλα τα φυτικά μέρη στο χωράφι αυτό, δίνοντας έτσι μια υπεροχή στην υποστήριξη της άνθησης, καρποφορίας και νέας βλάστησης την επόμενη χρονιά.

#### ▪ **Συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Το χωράφι με μικροκαρπία είχε μικρότερες συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου τόσο στα φύλλα (Ιούνιο) όσο και στους καρπούς (κυρίως τον Ιούνιο και δευτερευόντως το Σεπτέμβριο). Αυτό οφείλεται στο μικρότερο αριθμό φύλλων και καρπών στο χωράφι με μικροκαρπία που με τη σειρά του σημαίνει ότι η μικροκαρπία μειώνει την παραγωγικότητα των φύλλων σε υδατάνθρακες από νωρίς (τουλάχιστον απ' την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων του φαινομένου), καθυστερώντας την ωρίμανσή τους και τη λειτουργία τους ως παραγωγικές μονάδες υδατανθράκων. Αυτό επηρεάζει κυρίως τους καρπούς που ως ισχυροί καταναλωτές απαιτούν τις μεγαλύτερες ποσότητες υδατανθράκων. Αντίθετα οι συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου στο νέο και παλιό βλαστό δεν διαφέρουν ουσιαστικά στα δύο χωράφια και βέβαια είναι ασήμαντες σε σχέση με τις ποσότητες των ανωτέρω υδατανθράκων στους καρπούς.

#### ▪ **Καταμερισμός διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας της μικροκαρπίας**

Η μικροκαρπία δεν φαίνεται να επηρεάζει ουσιαστικά τον καταμερισμό διαλυτών σακχάρων και αμύλου στα τέσσερα φυτικά μέρη. Έτσι όπως και στην ξηρά ουσία και ανεξάρτητα απ' τον παράγοντα που προκαλεί τη μικροκαρπία, ο καταμερισμός δεν τροποποιείται, αλλά μερικά μόνο τροποποιούνται οι ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου που πάνε στους καρπούς.

### **4.4.3 Μεταβολές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου εξαιτίας των μεταχειρίσεων**

#### ▪ **Συγκεντρώσεις διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Η αζωτούχος λίπανση βρέθηκε να αυξάνει τη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων στα φύλλα, παλιό ξύλο και καρπούς και του αμύλου στο παλιό ξύλο και τους καρπούς σε σχέση με τη μη εφαρμογή αζώτου. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις αναφορές που υπάρχουν, σύμφωνα με τις οποίες η αζωτούχος λίπανση αυξάνει τη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων (Kaakeh και συνεργάτες του 1992, Taylor και συνεργάτες του 1975) μέσω της αύξησης του ρυθμού φωτοσύνθεσης, της καθυστέρησης γήρανσης των φύλλων, της αύξησης της συγκέντρωσης του ενζύμου Rubisco κλπ, αλλά έρχονται σε αντίθεση με αναφορά των Nii και συνεργατών του (1997) που υποστηρίζουν ότι η αζωτούχος λίπανση μειώνει τις συγκεντρώσεις αμύλου. Επισημαίνεται πάντως ότι στην περιοχή όπου έγιναν τα πειράματά μας, εφαρμόζονταν για πολλά χρόνια υπερβολική αζωτούχος λίπανση (και μόνο την προηγούμενη του πειράματος χρονιά, 1999, έγινε προσπάθεια μείωσής της σε ορθολογικά επίπεδα: από 0,6 σε 0,3 κιλά ανά δέντρο) με αποτέλεσμα να υπάρχουν ικανά αποθέματα N στο



σκελετό και ρίζες των δένδρων για να εφοδιάσουν τα βλαστικά μέρη των δένδρων στα οποία δεν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση (Ca – N). Γι' αυτό το λόγο και οι διαφορές που παρατηρήθηκαν, παρότι ήταν σημαντικές, δεν ήταν ιδιαίτερα μεγάλες.

▪ **Συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αμύλου**

Η μη εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης δεν επηρέασε δραματικά τη συνολική ποσότητα διαλυτών σακχάρων και αμύλου στα διάφορα φυτικά μέρη. Έτσι η εφαρμογή αζώτου αύξησε μόνο τις συνολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων των φύλλων και τις ποσότητες αμύλου των καρπών. Φαίνεται λοιπόν ότι η μη εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης για μια χρονιά δεν επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή υδατανθράκων εξαιτίας των αποθεμάτων αζώτου που υπάρχουν στο σκελετό και ρίζες των δένδρων από τις προηγούμενες χρονιές.

▪ **Καταμερισμός διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας των μεταχειρίσεων**

Η εφαρμογή ή μη αζώτου δεν επηρέασε τον καταμερισμό διαλυτών σακχάρων και αμύλου στα τέσσερα φυτικά μέρη. Ας επισημανθεί ξανά ότι η ορθολογική λίπανση ή η αποχή από αζωτούχο λίπανση δεν επηρέασε τη θρεπτική κατάσταση των δένδρων προφανώς λόγω των μεγάλων αποθεμάτων αζώτου που υπήρχαν στους βλαστούς και τις ρίζες.

**BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Beruter J., 1985. Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. *J. Plant Phys.* 121: 331-341.
- Beruter J., 1989. Carbohydrate partitioning and changes in water relations of growing apple fruit. *J. Plant Phys.* 135: 583-587.
- Beruter J. and P.P. Kalberer, 1983. The uptake of sorbitol by apple fruit tissue. *Z. Pflanzenphysiol.* 110: 113-125.
- Bielecki R.L., 1969. Accumulation and translocation of sorbitol in apple phloem. *Austral. J. Biol. Sci.* 22: 611-620.
- Cali S., 1994. Do viruses and mycoplasmas cause small sized apple fruit in Isparta? *J. Turkish Phytopath.* 21: 87-99.
- Chong C., 1971. Study of the seasonal and daily distribution of sorbitol and related carbohydrates within apple seedlings by analysis of selected tissues and organs. *Can. J. Bot.* 49: 173-177.
- Chong G. and C.D. Taper, 1971. Daily variation of sorbitol and related carbohydrates in *Malus* leaves. *Can. J. Bot.* 48: 173-177.
- Ferree D.C., 1980. Canopy development and yield efficiency of "Golden Delicious" apple trees in four orchard management systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 376-380.
- Forshey G.G., R.W. Weires, B.H. Stanley and R.G. Seem, 1983. Dry weight partitioning of McIntosh apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 149-154.
- Geiger D.R., R.T. Giaquinta, S.A. Sovonick and R.J. Fellows, 1973. Solute distribution in sugar beet leaves in relation to phloem loading and translocation. *Plant Phys.* 52: 585-589.
- Giaquinta R.T., 1983. Phloem loading of sucrose. *Ann. Rev. Plant Phys.* 34: 347-387.
- Gifford R.M. and L.T. Evans, 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Annual Rev. Plant Phys.* 32: 485-509.
- Grappadelli L.C., A.N. Lakso and J.A. Flore, 1994. Early season patterns of carbohydrate partitioning in exposed and shaded apple branches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 596-603.
- Inomata Y., Wada M., Ono T., Suzuki K., Masuda T., 1998. Differences in dry matter production and assimilate partitioning of apple on M9 EMLA rootstock. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67: 744-752.
- Hansen P. 1967. <sup>14</sup>C-studies on apple trees. III The influence of season on storage and mobilization of labelled compounds. *Phys. Plant* 20:1103-1111.
- Hansen P., 1970. C<sup>14</sup> studies on apple trees. Translocation of labelled compounds from leaves to fruit and their conversion within the fruit. *Phys. Plant.* 23: 564-573.
- Hansen P., 1971. C<sup>14</sup> studies on apple trees. VII. The early seasonal growth in leaves, flowers and shoots as dependent upon current photosynthates and existing reserves. *Phys. Plant.* 25: 469-473.
- Hansen P. and J. Granslund, 1978. Levels of sorbitol in bleeding sap and in xylem sap in relation to leaf mass and assimilate demand in apple trees. *Phys. Plant.* 42: 129-133.

- Head G.C., 1969. The effects of fruiting and defoliation on seasonal trends in new root production on apple trees. *J. Hort. Sci.* 44: 175-181.
- Heinicke A.J. and N.F. Childers, 1937. The daily rate of photosynthesis during the growing season of 1935 of a young apple tree of bearing age. *Mem. Cornell Univ. Agric. Expt. Sta* 201.
- Kaakeh W., D.G. Pfeiffer and R.P. Marini, 1992. Combined effects of spirea aphid (Homoptera Aphididae) and nitrogen fertilization on shoot growth, dry matter accumulation and carbohydrate concentration in young apple trees. *J. Econ. Entom.* 85: 496-506.
- Kadijah S., 1979. Turnover of carbohydrates in relation to growth in apple trees. Seasonal variation of growth and carbohydrate reserves. *Ann. Bot.* 44: 175-183.
- Karhu S.T., 1997. Sugar use in relation to shoot induction by sorbitol and cytokinin in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122: 476-480.
- Kennedy J. S. and T.E. Mittler 1953. A method for obtaining phloem sap via the mouth parts of aphids. *Nature* 171: 528.
- Koike H., S. Yoshizawa and K. Tsukahara, 1990. Optimum crop load and dry weight partitioning in Fuji/M26 apple trees. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58: 827-834.
- Kramer P.J. and Kozlowski, 1979. *Physiology of woody plants*. Academic Press, New York.
- Kunze L., 1988. Apple proliferation MLO. In: *European Handbook of Plant Diseases*. Blackwell Sci. Publ. Oxford. pp. 118-120.
- Lakso A.N. 1984. Leaf area development patterns in young pruned and unpruned apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 861-865.
- Lakso A.N., M. Bepete, M.C. Goffinet, L.C. Grappadeli and M. Blanke, 1996. Aspects of carbon supply and demand in apple fruits. *Acta Hort.* 466: 13-18.
- Loescher W.H., 1987. Physiology and metabolism of sugar alcohols in higher plants. *Phys. Plant.* 70: 553-557.
- Loescher W.H., G.C. Marlow and R.A. Kennedy, 1982. Sorbitol metabolism and sink - source interconversions in developing apple leaves. *Plant Phys.* 70: 335-339.
- Mijin P., K. ByeongHee, K. SeangMo and S. Subhadrabandhu, 1996. Effect of kinetin and B-9 on growth and carbohydrate partitioning in one-year old trees of persimmon (*Diospyros kaki*). *Acta Hort.* 436: 365-373.
- Munch E., 1927. *Versuche uber den saftkreislauf* (Experiments on the circulation of sap). *Ber. Deutsche Botan. Gesellschaft.* 45: 340-356.
- Nemeth M., 1986. Apple proliferation. In: *Virus, mycoplasma and rickettsia diseases of fruit trees*. M. Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 582-589.
- Nii N., Yamaguchi K and Nishimura M., 1997. Changes in carbohydrate and ribulose biphosphate carboxylase oxygenase contents of nitrogen fertilizer. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 66: 505-511.
- Nzima M.D.S., G.C. Martin and C. Nichijima, 1997. Seasonal changes in total nonstructural carbohydrates within branches and roots of naturally off and on "Kerman" Pistachio trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122: 856-862.

- Palmer J.W., 1992. Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M27 apple trees. *Tree Phys.* 11: 19-33.
- Parish C.L., 1989. Apple decline: characterization, cause and cure. *Acta Hort.* 235: 93-97.
- Peterson C.A. and H.B. Currier 1969. An investigation of bidirectional translocation in the phloem. *Phys. Plant.* 22: 1238-1250.
- Polomski R.F., J.A. Barden, R.E. Byers, and D.D. Wolf, 1988. Apple fruit nonstructural carbohydrates and abscission as influenced by shade and Terbacil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 506-511.
- Porpiglia P.J. and J.A. Barden 1980. Seasonal trends in net photosynthetic potential, dark respiration and specific leaf weight of apple leaves as affected by canopy position. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 920-923.
- Priestley C.A., 1964. The importance of autumn foliage to carbohydrate status and root growth of apple trees. *Ann. Rpt. East Malling Res. Sta.* 1963, pp. 104-106.
- Priestley C.A., 1970. Some observations on the effect of cropping on the carbohydrate content in trunks of apple trees over along period. *Ann. Rpt. East Malling Res. Sta.* 1969, pp. 121-124.
- Priestley C.A., 1981. Perennation in woody fruit plants and its relationship to carbohydrate turnover. *Ann. Appl. Biol.* 98: 548-552.
- Quinlan J.D., 1969. Mobilization of  $^{14}\text{C}$  in the spring following autumn assimilation of  $^{14}\text{CO}_2$  by an apple root stock. *J. Hort. Sci.* 44:107-110.
- Robinson T., A. Lakso, E. Stover and S. Hoying, 1998. Practical thinning programs for New York State. *N.Y. State Hort. Soc. Fruit Quart. Publ.* 1: 14-18.
- Robinson T.L., Wunsche J., Lakso A., Erez A. Jackson J.E., 1993. The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index. *Acta Hort.* 349: 123-127.
- Schechter I., D.C. Elfving and J.T.A. Proctor, 1991. Rootstock affects vegetative growth characteristics and productivity of Delicious apple. *HortScience* 26: 1145-1148.
- Seemuller E., 1988. Colonization patterns of mycoplasma – like organisms in trees affected by apple proliferation and pear decline. In: *Tree mycoplasmas and mycoplasma-like diseases*, C. Hiruki (ed), Univ. of Alberta Press, Edmonton, pp. 135-139.
- Sivagami S., K. Vijayan and N. Natarajaratnam, 1989. Effect of nutrients and growth regulating chemicals on biochemical aspects and hormonal balance with reference to apical dominance in mango. *Acta Hort.* 231: 476-482.
- Stiles W.C., 1999. Effects of nutritional factors on regular cropping of apple. *HortTechnology* 9: 328-331.
- Stutte G.W., T.A. Baugher, S.P. Walter, D.W. Leach, D.M. Glenn and J. Tworkoski, 1994. Rootstock and training system affect dry matter and carbohydrate distribution in “Golden Delicious” apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 492-497.
- Taylor B.K. and D.C. Ferree, 1981. The influence of summer pruning on photosynthesis, transpiration, leaf abscission and dry weight accumulation of young trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 389-393.

- Taylor B.K., B. Van Den Ende and R.L. Canterford 1975. Effects of rate and timing of nitrogen applications on the performance and chemical composition of young pear trees cv. Williams Bon Chretien. *J. Hort. Sci.* 50: 29-40.
- Titus J.S. and S.M. Kang, 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4: 204-246.
- Tustin S., L.G. Grappadelli and G. Ravaglia, 1992. Effect of previous season and current light environments on early season spur development and assimilate translocation in "Golden Delicious" apple. *J. Hort. Sci.* 67: 351-360.
- Varn M. and D.G. Pfeiffer, 1989. Effect of rosy aphid and spirea aphid (Homoptera: Aphididae) on dry matter accumulation and carbohydrate concentration in young apple trees. *J. Econ. Entom.* 82: 565-569.
- Wang Z. and G.W. Stutte, 1992. The role of carbohydrates in active osmotic adjustment in apple under water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 816-823.
- Williams K.M., 1999. Crop protection guide for tree fruits in Washington, pp. 68-79.
- Yamaguchi H., Y. Kanayama, J. Soejima and S. Yamaki, 1996. Changes in the amounts of the NAD-dependent sorbitol dehydrogenase and its involvement in the development of apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 848-852.
- Yamaki S. and K. Ishikawa, 1986. Roles of four sorbitol related enzymes and invertase in the seasonal alteration of sugar metabolism in apple tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 134-137.
- Ziegler H., 1975. Nature of transported substances. In: *Encyclopedia of Plant Physiology*, A. Pearson and M.H. Zimmermann (eds), Vol. 1, Springer Verlag, Berlin, pp.59-94.
- Zimmermann M.H. and C.P. Zeigler, 1975. List of sugars and sugar alcohols in sieve tube exudates. In: *Encyclopedia of Plant Physiology*, A. Pearson and M.H. Zimmermann (eds), Vol.1, Springer-Verlag, Berlin, pp. 480-503.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	2
1.1 Εμφάνιση Μικροκαρπίας	2
1.1.1.1 Παράγοντες που δημιουργούν τη μικροκαρπία	2
1.1.1.2 Παράγοντες θρέψης	3
1.1.1.3 Ασθένειες	3
1.1.1.4 Εχθροί	4
1.1.1.5 Περιβαντολογικοί παράγοντες	4
1.1.1.6 Χρήση χημικοαραιωτικών	4
1.1.1.7 Μεταφορά υδατανθράκων	5
1.2 Μεταφορά Φωτοσυνθετικών Προϊόντων	5
1.2.1 Στοιχεία από την ανατομία φλοιού	5
1.2.2 Μεταφερόμενα φωτοσυνθετικά προϊόντα (υδατάνθρακες)	6
1.2.3 Μηχανισμοί και μονοπάτια μεταφοράς δια μέσω του φλοιού	7
1.2.4 Χημεία των υδατανθράκων	9
1.2.5 Αποθήκευση των φωτοσυνθετικών προϊόντων στη μηλιά	11
1.2.5.1 Υδατάνθρακες	11
1.2.5.2 Άζωτο	11
1.2.5.3 Λιπίδια	12
1.3 Καταναλωτές – Παραγωγοί Φωτοσυνθετικών Προϊόντων	12
1.3.1 Κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	13
1.3.1.1 Φύλλα και βλαστοί	13
1.3.1.2 Καρποί	14
1.3.1.3 Ρίζες	15
1.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή υδατανθράκων	15
1.3.2.1 Ενδογενείς παράγοντες	15
1.3.2.1.1 Η ευρωστία των καταναλωτών	16
1.3.2.1.2 Το φως	16
1.3.2.1.3 Ρυθμιστές ανάπτυξης	17
1.3.2.1.4 Ενζυμικές αλλαγές	18
1.3.2.2 Εξωγενείς παράγοντες	21
1.3.2.2.1 Έλλειψη νερού	21
1.3.2.2.2 Καρποφορία	21
1.3.2.2.3 Διαμόρφωση κόμης – Κλάδεμα	22
1.3.2.2.4 Προσβολή αφίδων	23
1.3.2.2.5 Επίδραση των υποκειμένων και ποικιλιών	23
1.3.2.2.7 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης	24
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	25
2.1 Πειραματικό υλικό – Χωράφια	25
2.2 Μεταχειρίσεις	25
2.3 Δειγματοληψίες	26
2.4 Ζυγίσεις – Μετρήσεις	26

2.4.1	Προετοιμασία δειγμάτων	26
2.4.2	Μετρήσεις βάρους	26
2.4.3	Μετρήσεις υδατανθράκων	27
2.4.3.1	Προετοιμασία αποξηραμένου δείγματος	27
2.4.3.2	Εκχύλιση διαλυτών σακχάρων	27
2.4.3.3	Διάσπαση του αμύλου σε μονάδες γλυκόζης	27
2.4.3.4	Μέτρηση ισοδυνάμων μονάδων γλυκόζης	28
2.4.3.5	Παρασκευή των διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν	
2.4.3.6	στις αναλύσεις σακχάρων και αμύλου	28
2.5	Στατιστική ανάλυση	28

### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

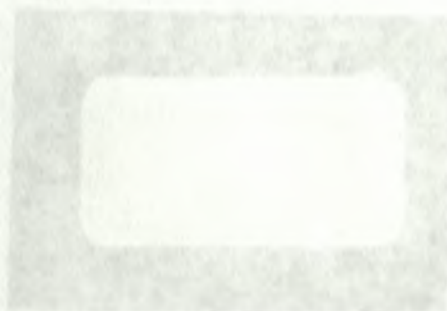
3.1	Παράμετροι νωπού βάρους	29
3.1.1	Νωπό βάρος (g) στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g βάρους παλιού ξύλου	29
3.1.2	Νωπό βάρος καρπών (g) ανά g νωπού βάρους φύλλων	30
3.1.3	Νωπό βάρος (g) ανά καρπό	31
3.1.4	Αριθμός φύλλων και νωπό βάρος ανά φύλλο	32
3.1.5	Ποσοστιαίος καταμερισμός του νωπού βάρους στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	32
3.2	Παράμετροι ξηράς ουσίας	36
3.2.1	Ξηρά ουσία στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς ανά g ξηρού βάρους παλιού ξύλου	36
3.2.2	Ξηρά ουσία ανά καρπό και ανά φύλλο μηλιάς	37
3.2.3	Συνολική ξηρά ουσία σε (g) στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	38
3.2.4	Ποσοστιαίος καταμερισμός ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	39
3.3	Παράμετροι Υδατανθράκων	41
3.3.1	Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ανά 100 g Νωπού Βάρους στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς μηλιάς	41
3.3.2	Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων ανά g ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	41
3.3.3	Συνολική ποσότητα διαλυτών σακχάρων στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	42
3.3.4	Συγκέντρωση αμύλου ανά 100 g νωπού βάρους στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	43
3.3.5	Συγκέντρωση αμύλου ανά g ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	44
3.3.6	Συνολική ποσότητα αμύλου στα διάφορα βλαστικά μέρη και τους καρπούς της μηλιάς	45
	Πίνακες και Σχεδιαγράμματα	47

### 4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1	Μεταβολές στις παραμέτρους νωπού και ξηρού βάρους φυτικών μερών στη διάρκεια του χρόνου	68
-----	---	----



4.2 Μεταβολές στις παραμέτρους νωπής και ξηράς ουσίας μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας της μικροκαρπίας	71
4.3 Μεταβολές στις παραμέτρους νωπής και ξηράς ουσίας σε σχέση με τις μεταχειρίσεις	72
4.4 Διαλυτά σάκχαρα και άμυλο	73
4.4.1 Διαφορές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου	73
4.4.2 Μεταβολές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου μεταξύ των χωραφιών εξαιτίας της μικροκαρπίας	75
4.4.3 Μεταβολές στις παραμέτρους διαλυτών σακχάρων και αμύλου εξαιτίας των μεταχειρίσεων	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78







ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072401