

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

Η επίδραση του φορτίου στη φωτοσυνθετική
δραστηριότητα και στην ανάπτυξη των δένδρων ελιάς
ποικιλίας Κορωνέικη

Διπλωματική διατριβή στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών

Δημήτριος Β. Γερονίκος

Εξεταστική επιτροπή: Βέμμος Σταύρος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Αϊβαλάκης Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Ρούσσος Πέτρος, Λέκτορας

ΑΘΗΝΑ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Η καταγωγή και η εξάπλωση.....	4
1.2 Η καλλιέργεια.....	6
1.3 Το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας.....	8
1.4 Η ποικιλία Κορωνέικη.....	11
1.5 Σύγχρονα συστήματα φύτευσης.....	12
1.6 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	15
1.7 Σκοπός του πειράματος.....	22
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
2.1 Φυτικό υλικό.....	23
2.2 Επεμβάσεις.....	24
2.3 Δειγματοληψία των φύλλων.....	25
2.4 Επισήμανση και μέτρηση της βλάστησης.....	26
2.5 Μέτρηση του ρυθμού αφομοίωσης του διοξειδίου του άνθρακα.....	27
2.6 Μέθοδος εκχύλισης και ανάλυσης σακχάρων στα φύλλα με HPLC.....	28
2.7 Μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων.....	29
2.8 Μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας των δειγμάτων για τον προσδιορισμό του ρυθμού αφομοίωσης CO ₂	34
2.9 Μέτρηση της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών.....	34
2.10 Συγκομιδή και μέτρηση της παραγωγής.....	36
2.11 Μέθοδοι προσδιορισμού των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα.....	36
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
3.1 Η παραγωγή των δένδρων την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο 2008-2009 από αυτήν του πειράματος.....	38

3.2 Μέγεθος ελαιοκάρπων.....	38
3.3 Η επίδραση του φορτίου στην ανάπτυξη των δένδρων.....	39
3.4 Η επίδραση του φορτίου στην παραγωγή των δένδρων και στην ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών.....	40
3.5 Μέγεθος και βάρος ελαιοκάρπων.....	41
3.6 Σάκχαρα.....	42
3.6.1 Μανιτόλη.....	43
3.6.2 Φρουκτόζη.....	44
3.6.3 Ραφινόζη.....	45
3.6.4 Γλυκόζη.....	46
3.6.5 Σταχυόζη.....	47
3.6.6 Σακχαρόζη.....	48
3.7 Θρεπτικά στοιχεία	
3.7.1 Άζωτο.....	50
3.7.2 Φώσφορος.....	51
3.7.3 Κάλιο.....	52
3.7.4 Νάτριο.....	53
3.8 Η επίδραση του φορτίου στη φωτοσύνθεση.....	54
3.9 Συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων.....	56
4. Συζήτηση.....	58
5. Συμπεράσματα.....	66
6. Βιβλιογραφία.....	68
7. Παράρτημα.....	73
7.1 Τοπογραφικό σχεδιάγραμμα του πειραματικού αγροτεμαχίου.....	74

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της ελιάς είναι μία από τις σπουδαιότερες δενδρώδεις καλλιέργειες στο μεσογειακό περιβάλλον με σημαντική οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική αξία. Η καρποφορία της ελιάς συχνά είναι ακανόνιστη σε μερικές περιοχές, κυρίως όπου δεν πραγματοποιείται συστηματική άρδευση και λίπανση, η καρποφορία κάθε δύο χρόνια είναι ο κανόνας. Το φαινόμενο αυτό καλείται παρενιαυτοφορία και προκαλεί σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις στην ελαιοκαλλιέργεια. Διακρίνεται στην ολική, κατά την οποία το δένδρο παρουσιάζει πλήρη παραγωγή τη μία χρονιά και την επόμενη πλήρη ακαρπία, και στη μερική παρενιαυτοφορία. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση της παρενιαυτοφορίας αφορούν σε: γενετικά αίτια, περιβαλλοντικά αίτια και εσωτερικούς παράγοντες που αφορούν στο ίδιο το δένδρο.

Σκοπός της διατριβής αυτής ήταν η μελέτη των μηχανισμών κατά τους οποίους η παρουσία των καρπών επηρεάζει την παρενιαυτοφορία. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο δενδροκομείο του Γ.Π.Α., σε δένδρα ηλικίας 4 ετών ποικιλίας Κορωνέϊκη το 2009. Εφαρμόστηκαν τρεις πειραματικές επεμβάσεις (με την αφαίρεση ταξιανθιών), η πρώτη αφορούσε σε 0% καρποφορία (ακαρπία), η δεύτερη σε 50% και η τρίτη σε 100% (πλήρης καρποφορία). Η κάθε επέμβαση συμπεριλάμβανε 5 δένδρα σε καλλιέργεια πυκνής φύτευσης. Μετρήθηκε η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων και η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων και των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα. Μελετήθηκε επίσης η επίδραση του διαφορετικού φορτίου στην αύξηση της βλάστησης και του δένδρου γενικότερα καθώς και στο μέσο βάρος των καρπών και την ελαιοπεριεκτικότητα τους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το φορτίο επέδρασε σημαντικά στην ικανότητα φωτοσύνθεσης των παλιών φύλλων. Τα παλιά φύλλα των δένδρων που έφεραν το 100% της καρποφορίας τους εμφάνισαν αυξημένες τιμές για το ρυθμό αφομοίωσης του CO₂ και τη στοματική αγωγιμότητα σε σχέση με τα δένδρα των επεμβάσεων 0% και 50%. Αντίθετα στα φύλλα νέας βλάστησης οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Η καρποφορία των δένδρων μείωσε τις συγκεντρώσεις της μανιτόλης στα φύλλα το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, οι συγκεντρώσεις της φρουκτόζης αυξήθηκαν την περίοδο του θέρους αλλά μειώθηκαν ιδιαίτερα σημαντικά για την επέμβαση 50% στο φθινόπωρο. Οι συγκεντρώσεις της ραφινόζης αυξήθηκαν το καλοκαίρι αλλά μειώθηκαν ιδιαίτερα (σημαντικά για την επέμβαση 50%) το φθινόπωρο όπου φαίνεται πως η επίδραση του φορτίου υπήρξε σημαντική. Τα υπόλοιπα σάκχαρα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά. Η παρουσία των καρπών στα δένδρα μείωσε σημαντικά τις συγκεντρώσεις του αζώτου στα φύλλα τους το καλοκαίρι. Η συγκέντρωση του καλίου το φθινόπωρο μειώθηκε σημαντικά στα καρποφόρα δένδρα, που δείχνει τη μεγάλη ζήτηση Κ από την αύξηση του καρπού κατά την περίοδο αυτή. Η επίδραση της καρποφορίας των δένδρων δεν ήταν στατιστικά σημαντική για το μέγεθος και το βάρος των καρπών ούτε για την ελαιοπεριεκτικότητά τους. Η επίδραση του φορτίου δεν επέδρασε σημαντικά στη βλάστηση και ανάπτυξη των δένδρων.

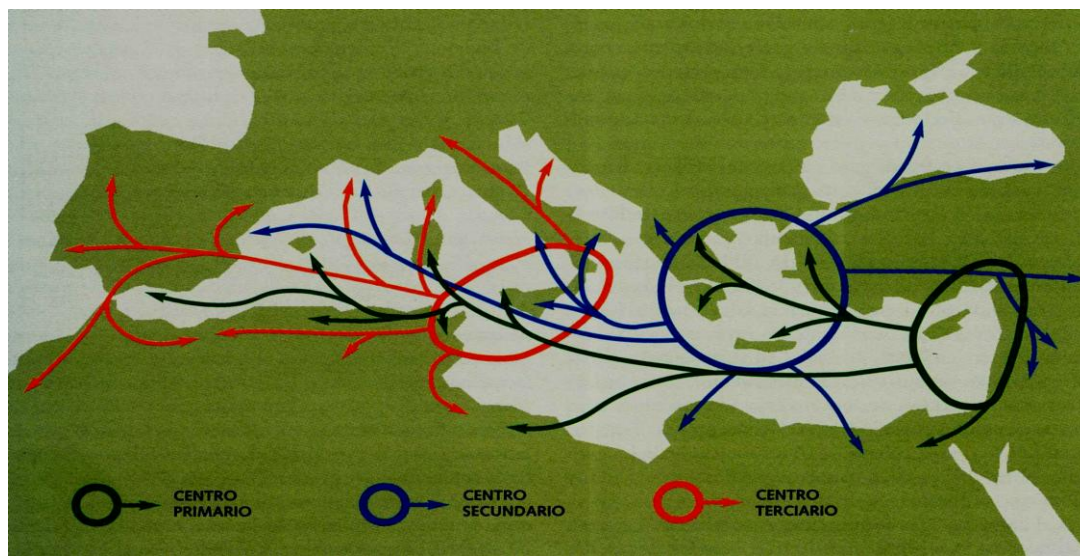
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η καταγωγή και η εξάπλωση

Η Ελιά (*Olea europaea L.*) είναι ιθαγενές φυτό της λεκάνης της Μεσογείου, όπου η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί τη σημαντικότερη δενδρώδη καλλιέργεια. Το γένος *Olea* περιλαμβάνει 30-35 είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Oleaceae*, της υποοικογένειας *Oleoideae*. Το σημαντικότερο οικονομικά είδος της εν λόγω οικογένειας είναι το *Olea europaea*, ενώ περιλαμβάνει 600 είδη από τα οποία περισσότερο γνωστά είναι αυτά που χρησιμοποιούνται ως καλλωπιστικά (*Ligustrum*, *Fraxinus*, *Syringa*, *Chionanthus*, *Forsythia*). Το γένος *Olea* έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές, ο Vavilov (1951) θεωρεί πως το κέντρο καταγωγής του προέρχεται από την περιοχή που αντιστοιχεί στη ζώνη της Συρίας και του Ιραν. Από εκεί θεωρείται πως προέρχονται και άλλα σημαντικά γεωργικά είδη όπως είναι το *Triticum durum*, *Avena strigosa*, *Vicia faba*, *Brassica oleracea* και *Lactuca sativa*. Η καλλιεργούμενη ελιά είναι αείφυλλο δένδρο ή δενδρύλιο που μπορεί να ζήσει πολλές εκατοντάδες χρόνια, θεωρείται πως προήλθε από τροπικά και υποτροπικά είδη. Φτάνει σε ύψος τα 10-15 μέτρα ωστόσο μερικές αιωνόβιες ελιές αποκτούν γιγάντιες διαστάσεις, μέχρι τα 25-30 μέτρα ύψος και τα 8 μέτρα περίμετρο κορμού.

Η ευκολία με την οποία η ελιά πολλαπλασιάζεται βλαστητικά με απλές διαδικασίες καθόρισε την έναρξη της καλλιέργειάς της. Ορισμένα αρχαιολογικά ευρήματα τοποθετούν αυτό το γεγονός στα βόρεια της Νεκράς Θάλασσας. Η ελιά κατά την αρχαιότητα υπήρξε σύμβολο σοφίας, ειρήνης, νίκης και δόξας. Η εδώδιμη ελιά αναπτύχθηκε στην Κρήτη το 3500 π.Χ. Το ελαιόλαδο εκτιμούνταν στην Ελλάδα ως μύρο για το σώμα από την εποχή του Ομήρου, ο οποίος αναφέρει για συστηματικά καλλιεργούμενους ελαιώνες (Οδύσσεια, Η, 115), για συγκαλλιέργεια ελαιοδένδρων με άλλα οπωροφόρα δένδρα (Οδ., Λ., 582) ακόμη και για αρδευόμενους ελαιώνες (Ιλιάδα Ρ, 53)! Το κόμμα της ελιάς χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία. Πρόκειται για είδος που είναι ευπροσάρμοστο σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος, όπως η περιορισμένη εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία, οι υψηλές θερμοκρασίες και οι ξηροί άνεμοι, τα ξηρικά και άγονα εδάφη, το ποιοτικά υποβαθμισμένο νερό άρδευσης. Επιπλέον της περιβαλλοντικής της αξίας στη διατήρηση του μεσογειακού τοπίου, η ελιά προσδίδει σημαντική οικονομική και κοινωνική αξία στα οικοσυστήματα που καλλιεργείται συστηματικά. Η διανομή και το εμπόριο των ποιοτικών της προϊόντων ενισχύουν καθοριστικά το εισόδημα των εν λόγω περιοχών.

Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις παγκοσμίως ανέρχονται στα 10.838.926 εκτάρια, από τα οποία σχεδόν το 98% βρίσκεται στη μεσογειακή λεκάνη (FAO, 2008). Η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Τυνησία, η Τουρκία και το Μαρόκο είναι οι κύριες ελαιοπαραγωγικές χώρες καθώς παράγουν σχεδόν το 90% της παγκόσμιας παραγωγής (FAO, 2008). Πρόσφατα έχει αρχίσει να καλλιεργείται σε Αργεντινή, Αυστραλία, Η.Π.Α, Χιλή, Ινδία και Μεξικό (FAO, 2008).



Εικόνα 1. Η καταγωγή και η εξάπλωση του ελαιόδένδρου (πηγή: Variedades de Olivo en España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005)

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή σε ελαιόκαρπο ανέρχεται σε 18.083.000 τόνους, από τους οποίους οι 500.000 τόνοι καταναλώνονται ως βρώσιμες ενώ η υπόλοιπη ποσότητα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου (FAO, 2008). Στην Ελλάδα η εξάπλωση της ελιάς είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλο είδος καρποφόρου δένδρου και καλλιεργείται κυρίως στις νότιες και παράλιες περιοχές. Η εκτίμηση για τη συνολική έκταση της καλλιέργειας ανέρχεται κοντά στα 750.000 εκτάρια αν συνυπολογιστούν οι εκτάσεις που αναλογούν στα διάσπαρτα δένδρα. Οι εκτάσεις αυτές περιέχουν περισσότερα από 130 εκ. δένδρα εκ των οποίων 100 εκ. δένδρα σε κανονικούς ελαιώνες και τα υπόλοιπα ως διάσπαρτα δένδρα. Οι αποδόσεις σε ελαιόκαρπο ανά στρέμμα με τις παλιές τεχνικές ανέρχεται σε 250-300 kg. Με τις νέες τεχνικές η απόδοση ανέρχεται σε 700-900 kg καρπού/στρέμμα ή 150-180 kg ελαιόλαδο/στρέμμα. Η παγκόσμια κατανάλωση ελαιολάδου συντελείται κυρίως στις μεσογειακές χώρες δεδομένου πως απορροφούν πάνω από το 90% της παραγωγής

του. Η δυναμική της ζήτησης ελαιολάδου σε παγκόσμιο επίπεδο βασίζεται σε δύο ομάδες καταναλωτών: α. στις χώρες που παράγουν ελαιόλαδο και καταναλώνουν ελαιόλαδο, β. στις χώρες που δεν παράγουν ελαιόλαδο αλλά έχουν αρχίσει να το καταναλώνουν. Χαρακτηριστικό στοιχείο των τελευταίων χωρών είναι το υψηλό κατά κεφαλή εισόδημα, γεγονός που λειτουργεί ως κίνητρο για τους διακινητές ελαιολάδου να το προβάλλουν ως ένα προϊόν με ιδιότητες ευεργετικές για την υγεία. Ένα σημαντικό πρόβλημα για το ελληνικό προϊόν είναι πως διοχετεύεται στην εγχώρια αγορά σε μορφή χύμα και ό,τι περισεύει εξάγεται επίσης στην ίδια μορφή στην Ιταλία. Όταν συμβαίνει η μη τυποποίηση των προϊόντων εμποδίζονται να γίνουν ευρέως γνωστά στη διεθνή αγορά το εγχώριο ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές που είναι άριστης ποιότητας.

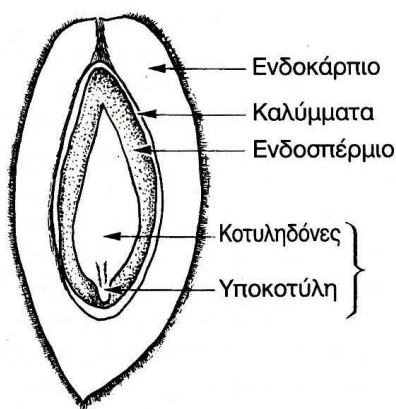
1.2 Η καλλιέργεια

Η ελιά για εμπορική εκμετάλλευση καλλιεργείται γενικά σε δύο ζώνες, μεταξύ 30° και 45° βόρειο γεωγραφικό πλάτος και 30° και 45° νότιο γεωγραφικό πλάτος όπου επικρατούν οι κατάλληλες κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη και καρποφορία της. Το δένδρο μπορεί να αναπτύσσεται και στις τροπικές χώρες χωρίς να καρποφορεί, εκτός αν το υψόμετρο είναι αρκετό ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε χαμηλές θερμοκρασίες. Στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας ευδοκίμει σε μέρη μέχρι 800-1000 μ. υψόμετρο, εφόσον η έκθεση της περιοχής το επιτρέπει. Οι ελαιοκομικές περιοχές έχουν μέση ετήσια θερμοκρασία 15-20 °C, ελάχιστη -4 °C και μέγιστη 40 °C. Η ελάχιστη θερμοκρασία δεν πρέπει να πέφτει κάτω από -7 °C διότι τότε ζημιώνονται σοβαρά τα δένδρα. Όχι μόνον η χαμηλή αλλά και η υψηλή θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο, ειδικά το καλοκαίρι γιατί προκαλεί καρπόπτωση. Περιοχές με μεγάλο υψόμετρο είναι ακατάλληλες για την ελιά λόγω των κινδύνων των παγετών και των βραχύτερων βλαστικών περιόδων. Η υψηλή σχετική υγρασία δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη μυκητολογικών προβλημάτων. Το χαλάζι ζημιώνει την ελιά όχι μόνο γιατί καταστρέφει την παραγωγή αλλά και διότι διευκολύνει την ανάπτυξη καρκινωμάτων. Άνεμοι ψυχροί, υγροί ή θερμοί εμποδίζουν τη γονιμοποίηση των ανθέων ενώ θερμοί άνεμοι το καλοκαίρι προκαλούν καρπόπτωση. Σχετικά με το έδαφος μπορεί να αναπτυχθεί σε εδάφη σχετικά ξερά και φτωχά, χαλικώδη και ασβεστώδη εδάφη εφόσον οι ανάγκες του φυτού καλύπτονται με συμπληρωματικές λιπάνσεις (Θερίος, 2005). Οι περισσότεροι

ελαιώνες στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί σε τέτοια φτωχά εδάφη, όπου με δυσκολία αναπτύσσονται άλλα καρποφόρα δένδρα. Καλύτερα όμως αναπτύσσεται και αποδίδει σε βαθιά αμμοπηλώδη εδάφη που διαθέτουν καλή υγρασία, αποστραγγίζουν καλά και είναι επαρκώς διαθέσιμα τα στοιχεία άζωτο, κάλιο και φώσφορο.

Μεγάλη σημασία για την ελαιοπαραγωγή έχουν οι αρδεύσεις. Η ελιά είναι ανθεκτική στην έλλειψη υγρασίας, τότε όμως παρουσιάζει μειωμένες αποδόσεις. Στα πρώτα χρόνια μετά την εγκατάσταση του ελαιώνα πραγματοποιούνται συχνές αρδεύσεις με σκοπό να μπουν τα δενδρύλλια νωρίς σε καρποφορία. Η έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά την περίοδο από την έναρξη του σχηματισμού των ανθέων έως την καρπόδεση είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας ακαρπίας. Το νερό είναι το απαραίτητο στοιχείο για τις φυσιολογικές λειτουργίες των κυττάρων και των οργάνων, καθώς απαρτίζει το 85-90% του βάρους των ζωντανών ιστών. Όταν το περιεχόμενο σε νερό των φυτών μειώνεται τότε η φυσιολογική δραστηριότητα των κυττάρων μειώνεται και τα φυτά μαραίνονται. Η ύπαρξη νερού εξασφαλίζει τη σπαργή των κυττάρων και είναι θεμελιώδης για την υδρόλυση του αμύλου σε σάκχαρα. Αν το φύλλο δεν είναι σε σπαργή τότε τα καταφρακτικά κύτταρα των στομάτων κλείνουν το στοματικό πόρο και μειώνουν τον εφοδιασμό σε CO₂, καθώς και την ταχύτητα αύξησης και φωτοσύνθεσης. Με αυτόν τον τρόπο σχετίζονται άμεσα και αλληλοεξαρτώνται η διαθεσιμότητα σε νερό, το άνοιγμα των στομάτων, η φωτοσυνθετική ικανότητα και η παραγωγή. Οι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοκατανάλωση ακόμα και για το ίδιο είδος ή ποικιλία, είναι η σχετική υγρασία, ο άνεμος, η θερμοκρασία και η ηλιοφάνεια.

Η ελιά είναι από τα λίγα αειθαλή καρποφόρα που χρειάζονται την επίδραση του ψύχους για να ανθίσουν. Οι οφθαλμοί, που σχηματίζονται το καλοκαίρι έχουν ανάγκη



από χαμηλές θερμοκρασίες το φθινόπωρο και το χειμώνα προκειμένου να διαφοροποιηθούν σε ταξιανθίες. Όλες οι ποικιλίες δεν είναι το ίδιο απαιτητικές σε χειμερινό ψύχος· η κορωνέικη για παράδειγμα παρουσιάζει ελάχιστες απαιτήσεις (60 ώρες < 7.2 °C) ενώ οι ποικιλίες Sevillano και Ascolana χρειάζονται 2000 ώρες κάτω από 7 °C. Ο σχηματισμός των ανθοταξιών αρχίζει στο τέλος του χειμώνα και

ολοκληρώνεται σε οχτώ περίπου εβδομάδες. Τα άνθη είναι πρασινόλευκα ή κιτρινόλευκα και διατάσσονται κατά ταξιανθία φόβη. Είναι ερμαφρόδιτα, με κυπελλοειδή κάλυκα που αποτελείται από τέσσερα σέπαλα, στεφάνη τετράλοβη, δύο στήμονες και ωθήκη επιφυή, δίχωρη. Υπάρχουν όμως και ατελή άνθη, με ατροφικό ύπερο, τα οποία εξασφαλίζουν τη διασταυρωτή γονιμοποίηση και κατόπιν πέφτουν. Η επικονίαση γίνεται με τον άνεμο. Μετά τη γονιμοποίηση αυξάνονται τα τοιχώματα και σχηματίζεται ο καρπός που είναι ωοειδής *δρύπη*.

Η καρποφορία της ελιάς συχνά είναι ακανόνιστη· σε μερικές περιοχές κυρίως όπου δεν πραγματοποιείται συστηματική άρδευση και λίπανση, η καρποφορία κάθε



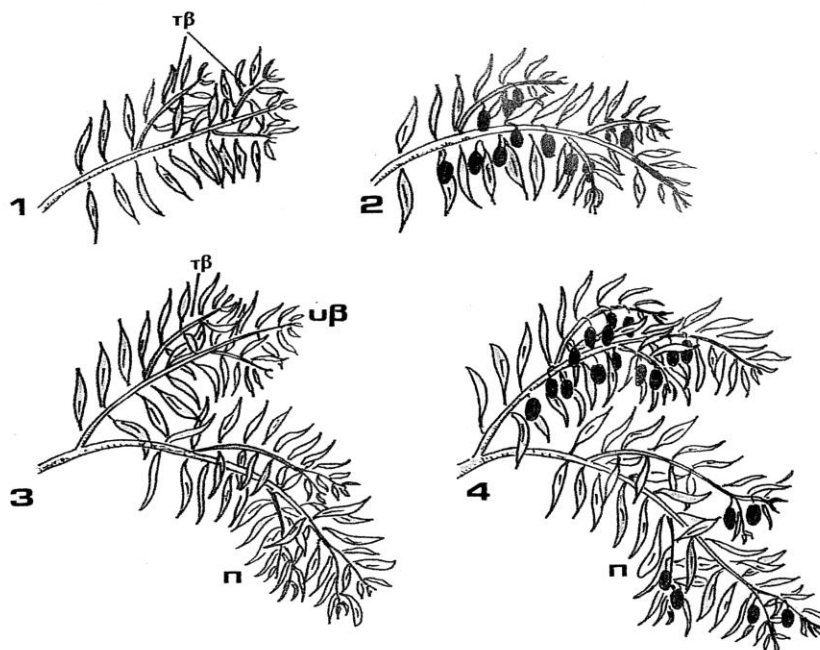
δύο χρόνια είναι ο κανόνας. Τα δένδρα μπορούν να αποδώσουν μεγάλη σοδειά το ένα έτος και ούτε να ανθήσουν καν το επόμενο. Το φαινόμενο αυτό καλείται *παρενιαυτοφορία*.

Εικόνα 2. Η ανθοφορία της ποικιλίας Κορωνέικη

1.3 Το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας

Η εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι πως η υπερβολική ανθοφορία και εν τέλει καρποφορία εξαντλεί το δένδρο. Διακρίνεται στην ολική, κατά την οποία το δένδρο παρουσιάζει πλήρη παραγωγή τη μία χρονιά και την επόμενη πλήρη ακαρπία, και στη μερική παρενιαυτοφορία κατά την οποία τη μία χρονιά η παραγωγή ανέρχεται στο 60-70% ενώ την επόμενη χρονιά εμφανίζει μειωμένη παραγωγή περίπου στο 30-40%. Κατά τον Buchmann (1962) η εκδήλωση του φαινομένου αυτού οφείλεται στη μείωση της περιεκτικότητας σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο κάτω από κάποιες κρίσιμες τιμές κατά τη διάρκεια του έτους παραγωγής. Μια μεγάλη παραγωγή χρειάζεται πολλούς υδατάνθρακες και αζωτούχα συστατικά οπότε δεν μένουν αποθησαυρισμένα θρεπτικά στοιχεία για το επόμενο έτος. Το υπερβολικό φορτίο οδηγεί σε μικρή βλάστηση και μειωμένη ανθοφορία τον επόμενο χρόνο. Αντιθέτως η μικρή ή η μηδενική παραγωγή αφήνει το δένδρο να ανακτήσει τις

δυνάμεις του. Κατά το έτος καλής παραγωγής διαπιστώνεται αύξηση της περιεκτικότητας σε ασβέστιο η αύξηση αυτή προκαλεί ένα είδος γηρασμού στα δένδρα που επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή. Κατά τη διάρκεια των χρόνων της μεγάλης καρπόδεσης οι καρποί είναι δυνατό να παραμείνουν μικροί την περίοδο της συγκομιδής άρα ακατάλληλοι για επιτραπέζια χρήση.



Εικόνα 3. Οι τρόποι εμφάνισης των υπεράριθμων βλαστών και η αντικατάσταση του καρποφόρου ξύλου στην ελιά. 1. Βλαστός ενός έτους (τβ = ταχυφυείς βλαστοί). 2. Ο ίδιος βλαστός το επόμενο έτος σε καρποφορία. 3. Σχηματισμός αντικαταστάτη βλαστού (υβ) κατά το τρίτο έτος στην καμπύλη της ποδιάς (π) που καρποφόρησε το προηγούμενο έτος. 4. Ο αντικαταστάτης βλαστός εισέρχεται σε καρποφορία. Ο κύριος όγκος της παραγωγής φέρεται πάνω σε αντικαταστάτες βλαστούς, ενώ μικρή παραγωγή φέρει και η νέα επάκρια βλάστηση της ποδιάς. Συνίσταται η αφαίρεση της ποδιάς αμέσως μετά τη συγκομιδή του ελαιοκάρπου, ώστε να ευνοείται ο σχηματισμός αντικαταστατών βλαστών. (Πηγή: Η γονιμότητα της ελιάς, Ι. Δημουλάς, Γεωργική Τεχνολογία, Ιούνιος '95)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση της παρενιαυτοφορίας αφορούν σε:

- *γενετικά αίτια*, κάθε ποικιλία παρουσιάζει διαφορετικό βαθμό εκδήλωσης του φαινομένου. Για παράδειγμα η ποικιλία Κορωνέικη εμφανίζει μικρότερο βαθμό εμφάνισης παρενιαυτοφορίας.

- *περιβαλλοντικά αίτια*, η έλλειψη ψύχους το χειμώνα ή η ανεπαρκής εδαφική υγρασία οδηγούν σε μείωση της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών με συνέπεια τη μείωση της παραγωγής. Αντίστοιχα η ξηρασία και οι θερμοί άνεμοι κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού ενισχύουν την ανθόπτωση, την καρπόπτωση και κατά συνέπεια προκαλούν μείωση της παραγωγής.

- *εσωτερικούς παράγοντες* που αφορούν στο ίδιο το δένδρο. Ο ανταγωνισμός της βλάστησης με τα άνθη και τους καρπούς προκαλεί μείωση της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών που οδηγεί σε μείωση της ανθοφορίας. Ο ρόλος των σπερμάτων φαίνεται πως είναι σημαντικός, συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι το στάδιο σκλήρυνσης του πυρήνα συμπίπτει με την έναρξη προτροπής σχηματισμού ανθικών καταβολών, γεγονός που οδηγεί σε μείωση των ανθικών καταβολών. Αντίθετα κανονική διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών πραγματοποιείται υπό απουσία σπερμάτων. Επίσης έχει διαπιστωθεί πως οι συγκεντρώσεις των φαινολικών ουσιών, του χλωρογενικού οξέος, των αμινοξέων και των πρωτεϊνών είναι συνήθως αυξημένες κατά την άνοιξη και το θέρος της χρονιάς καρποφορίας. Η παραγωγή στα φύλλα χλωρογενικού οξέος (υπό την επίδραση του ελαιοπυρήνα) εμποδίζει την ανάπτυξη των βλαστών.

Οι μεγάλες θρεπτικές ανάγκες της υψηλής καρποφορίας αδυνατίζουν το δένδρο έτσι που να μην ανθίζει την επόμενη άνοιξη. Η προλεγόμενη κατάσταση είναι προσωρινή και μπορεί να εξαληφθεί με πρόγραμμα λιπάνσεως και κλαδέματος των δένδρων. Το κλάδεμα μπορεί να περιορίσει την εκδήλωση του φαινομένου αν γίνει έγκαιρα, συγκεκριμένα όταν η περιεκτικότητα του αζώτου πέσει κάτω από μία κρίσιμη τιμή. Έχει αποδειχθεί πειραματικά πως το κλάδεμα αυξάνει την περιεκτικότητα του αζώτου, του φωσφόρου και καλίου αλλά όχι του ασβεστίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η μείωση της περιεκτικότητας του αζώτου τόσο πιο αυστηρό πρέπει να είναι το κλάδεμα. Ένας άλλος τρόπος περιορισμού της παρενιαυτοφορίας είναι ο περιορισμός της υπερβολικής καρπόδεσης με χημικές ουσίες. Τέτοια ουσία είναι το NAA που ψεκάζεται 10-17 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση. Για κάθε ημέρα που περνά μετά την πλήρη άνθηση προστίθενται 10 mg/l NAA, οπότε για ψεκασμό 10 ημέρες μετά χρησιμοποιούνται 100 ppm NAA. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή, το NAA δεν πρέπει να συνδυάζεται με θερινούς πολτούς (Θεριός, 2005). Επίσης δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 34 °C καθώς

και σε δένδρα που υποφέρουν από έλλειψη υγρασίας διότι τότε το αραίωμα είναι υπερβολικό. Αραίωμα των καρπών χειρωνακτικά συνίσταται μόνο για τις επιτραπέζιες ποικιλίες.

Η πρόωμη συλλογή των καρπών οδηγεί σε αύξηση της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών οπότε μειώνει τη συχνότητα της παρενιαιοφορίας. Συγκεκριμένα στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα ποσοστά διαφοροποίησης των ανθέων όπως επηρεάζονται από τις ημερομηνίες συγκομιδής και τη λίπανση (Θεριός, 2005).

Πίνακας 1. Το ποσοστό διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών (επί %)

Ημερομηνία Συγκομιδής	Ουρία	10-10-10	Μάρτυρας	Μέσος όρος
30 Νοεμβρίου	6.88	3.49	3.33	4.71
15 Δεκεμβρίου	4.05	1.31	1.63	2.35
25 Ιανουαρίου	0.85	0.29	0.81	0.65
14 Μαρτίου	0.46	0.20	0.09	0.26

1.4 Η ποικιλία Κορωνέικη

Είναι γνωστή και ως Ψιλολιά, Λιανολιά, Κρητικιά κ.τ.λ. Καλλιεργείται κυρίως στη Δυτική Στερεά, στην Πελοπόννησο, στα Ιόνια νησιά, στην Κρήτη και αλλού. Η Κορωνέικη είναι ελαιόδενδρο που φτάνει σε ύψος τα 15 μ. και αναπτύσσει μέτρια κόμη σε κυπελοειδές ή ημισφαιρικό σχήμα διαμέτρου 8-10 μ. Τα φύλλα της είναι λογχοειδή και μικρά, μυτερά. Το μήκος του μίσχου των φύλλων κυμαίνεται μεταξύ 0.2-0.6 εκ. ενώ το μήκος του ελάσματος είναι 4.5-5.20 εκ. Η αναλογία μήκους/πλάτους του φύλλου κυμαίνεται στα 4.2-5.2/1. Ο καρπός είναι μικρός με μέσο βάρος περίπου 1.1 gr, το σχήμα του είναι κυλινδροκωνικό με τη μια του πλευρά κυρτωμένη να καταλήγει σε ελφρά θηλή. Το σχήμα του πυρήνα επίσης είναι κυλινδροκωνικό και μικρό, καταλήγει σε οξεία αιχμή και εμφανίζει 7-8 επιφανειακές γλυφές. Η σχέση μεταξύ σάρκας και πυρήνα κυμαίνεται μεταξύ 1.63-4.06/1 στις διάφορες παραλλαγές της ποικιλίας. Η περιεκτικότητα σε λάδι φτάνει το 27% του βάρους του καρπού. Το λάδι εμφανίζει άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, εξαιρετική ποιότητα, άρωμα και γεύση.

Είναι πρώιμη ποικιλία, ανθίζει στα τέλη Απριλίου. Η μέση παραγωγή ανά δένδρο μπορεί να φτάσει τα 50-60 kg. Θεωρείται ποικιλία πολύ προσαρμοστική σε διάφορα περιβάλλοντα λόγω των μικρών της απαιτήσεων σε εδαφική υγρασία, καλλιεργητικές φροντίδες και θρεπτική κατάσταση των εδαφών που καλλιεργείται.



Είναι ανθεκτική στους ανέμους και την ξηρασία, όμως είναι ευαίσθητη στο κρύο οπότε καλλιεργείται σε υψόμετρα έως 500 μ. Είναι παραγωγική ποικιλία και εμφανίζει σταθερότητα στην καρποφορία, όταν όμως δεν δέχεται συστηματικές καλλιεργητικές φροντίδες τότε

παρενιαντοφορεί. Εμφανίζει ευαισθησία στη καρκίνωση της ελιάς (*Pseudomonas savastanoi pv. Oleae*), στη βαμβακάδα και το ρυγχίτη.

Εικόνα 4. Πυρήνες ελαιοκάρπων που έχουν συγκομιστεί από τα δένδρα του πειράματος.

1.5 Σύγχρονα συστήματα φύτευσης

Η εγκατάσταση της ελιάς είναι μια πολυετής επένδυση που παρουσιάζει υψηλό κόστος ενώ η αντικατάστασή της δεν είναι εύκολη. Οι αποστάσεις φύτευσης των ελαιοδένδρων καθορίζουν τον τύπο της εκμετάλλευσης που ακολουθείται.

Πίνακας 2. Τα χαρακτηριστικά των τύπων εκμετάλλευσης ελαιώνα

Τύπος εκμετάλλευσης ελαιώνα	Αποστάσεις φύτευσης επί της γραμμής (μ.)	Αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών (μ.)	Αριθμός δένδρων ανά στρέμμα
Παραδοσιακοί	8-10	8-15	7-16
Έντατικοί παραδοσιακοί	7-10	8-10	10-18
Πυκνής φύτευσης	5-6	5-8	20-40
Υπέρπυκνης φύτευσης	1-1.5	3-6	111-333

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένας νέος τύπος ελαιώνα εμφανίστηκε στην Καταλονία ο οποίος βασίζεται σε δενδροστοιχείες υψηλής πυκνότητας (πάνω από 150 δένδρα/στρέμμα) και στη μηχανική συγκομιδή του καρπού. Τα τελευταία χρόνια οι πυκνές γραμμικές φυτεύσεις εμφανίζουν μία δυναμική που συγκεντρώνει το ενδιαφέρον πολλών επενδυτών. Η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της ελιάς οδήγησε στην πυκνότερη φύτευση των δένδρων και στην παράλληλη χρήση διαφορετικών σχημάτων μόρφωσης όπως αυτά της παλμέττας, του ελεύθερου θάμνου και των πυραμιδοειδών ή κωνικών σχημάτων. Αυτού του τύπου οι καλλιέργειες μπορούν να εγκατασταθούν σε περιοχές επίπεδες ή με ελαφρά κλίση. Καταλληλότερα θεωρούνται τα γόνιμα εδάφη που εμφανίζουν καλές αποστραγγιστικές ιδιότητες, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση είναι η δυνατότητα χρησιμοποίησης νερού για την άρδευση των προλεγόμενων εδαφών. Η εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου στον συγκεκριμένο τύπο ελαιώνα θεωρείται ικανό και αναγκαίο στοιχείο για την επιβίωση του. Οι περιοχές στις οποίες εγκαθίστανται οι πυκνές φύτευσης καλλιέργειες εμφανίζουν ορισμένα κοινά μετεωρολογικά χαρακτηριστικά όπως είναι: α. η έλλειψη πρώιμων παγετών που μπορούν να ζημιώσουν τους καρπούς όσο αυτοί είναι ακόμη πάνω στο δένδρο, β. η έλλειψη ισχυρών παγετών κατά τη διάρκεια του χειμώνα που μπορούν να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες βλάβες στα δένδρα, γ. το ύψος βροχοπτώσεων να κυμαίνεται στα 250-700 mm κατά τη διάρκεια του χρόνου. Ο προσανατολισμός των γραμμών φύτευσης απαιτείται να εμφανίζει κατεύθυνση από Βορά προς Νότο, προκειμένου να εξασφαλίζεται η καλύτερη έκθεση του ελαιώνα στο ηλιακό φως.

Οι κύριες αιτίες που έχουν οδηγήσει στην εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας είναι:

1. Οι αυξημένες καταναλωτικές ανάγκες σε ελαιοκομικά προϊόντα
2. Η έλλειψη εργατικού δυναμικού στη γεωργία. Λόγω της εμφάνισης ενός καινούριου προτύπου ζωής που οδήγησε στη μετανάστευση αγροτικών πληθυσμών στην πόλη, επηρεάστηκαν οι ζώνες ελαιοκαλλιέργειας παραδοσιακού τύπου.
3. Η τεχνολογική πρόοδος που οδήγησε σε εκμηχάνιση των καλλιεργειών.
4. Η γρήγορη είσοδος σε καρποφορία (2^ο- 4^ο έτος αντί 6^ο- 7^ο).
5. Η αύξηση της παραγωγικότητας λόγω της γρήγορης κάλυψης του εδάφους που επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης του όγκου της φυλλικής επιφάνειας ανά

επιφάνεια εδάφους. Επίσης επιτυγχάνεται μέγιστη αξιοποίηση του εδάφους με τον αυξημένο αριθμό δένδρων ανά επιφάνεια εδάφους.

6. Το μικρότερο κόστος παραγωγής σε σύγκριση με αυτό των παραδοσιακών ελαιώνων, λόγω του ύψους των δένδρων. Συγκεκριμένα η εφαρμογή των καλλιεργητικών φροντίδων – που αφορούν σε κλάδεμα, συγκομιδή, φυτοπροστασία – είναι οικονομικότερη.

Για τα δύο συστήματα εντατικής καλλιέργειας ελιάς και μετά από πολυετή πειράματα σύγκρισής τους, έχουν προκύψει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ τους. Τα *πλεονεκτήματα* της πυκνής ή εντατικής φύτευσης έναντι της υπέρπυκνης είναι:

- Δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση μόνο νάνων ποικιλιών, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παραδοσιακές ποικιλίες κάθε χώρας.

- Δεν απαιτείται μόνιμη υποστήλωση.

- Παρουσιάζει μικρότερο κόστος εγκατάστασης 450-500 €/στρ. έναντι 900-1200 €/στρ. της υπέρπυκνης, καθώς και μικρότερο κόστος καλλιέργειας στα πρώτα 15 χρόνια μετά τη φύτευση.

- Τα προβλήματα σκίασης και ανταγωνισμού μεταξύ των δένδρων είναι περιορισμένα. Συγκεκριμένα μετά από το δέκατο χρόνο το σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης παρουσιάζει έντονα προβλήματα λόγω ανταγωνισμού και αλληλοσκίασης των δένδρων.

- Οι ελαιώνες πυκνής φύτευσης εμφανίζουν παραγωγική ζωή 30-40 χρόνων έναντι 12-15 χρόνων των ελαιώνων υπέρπυκνης.

- Μετά το 9^ο έτος τα δύο συστήματα έχουν την ίδια απόδοση (περίπου 800-1300 κιλά ελαιοκάρπου/στρέμμα).

- Το σύστημα πυκνής υστερεί έναντι της υπέρπυκνης μόνο τα πρώτα 7-8 έτη από τη φύτευση.

Παρόλαυτα το σύστημα πυκνής φύτευσης εμφανίζει και ορισμένα *μειονεκτήματα* σε σχέση με την πολύ πυκνή φύτευση, που είναι τα εξής:

- Δεν υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής μηχανικού κλαδέματος.

- Εμφανίζει μειωμένη παραγωγή από τον 3^ο έως τον 8^ο χρόνο σε σύγκριση με την υπέρπυκνη φύτευση.

- Το σύστημα υπέρπυκνης εισέρχεται νωρίτερα σε καρποφορία (2^ο-3^ο έτος) σε σχέση με το σύστημα πυκνής (4^ο-5^ο έτος).

- Το αυξημένο κόστος συλλογής παρά το γεγονός ότι γίνεται χρήση δονητών. Συγκεκριμένα το κόστος συλλογής κυμαίνεται στα 0.10-0.15 €/κιλό για το πυκνό σύστημα και στα 0.04-0.07 €/κιλό για το πολύ πυκνό σύστημα.

Για να προκύψει βιωσιμότητα του κάθε συστήματος καλλιέργειας απαιτείται το ελάχιστο μέγεθος ελαιώνα για το σύστημα πυκνής φύτευσης να ανέρχεται στα 50-100 στρέμματα ενώ για το σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης πάνω από τα 150 στρέμματα. Αν συνυπολογισθούν όλα τα οικονομικά στοιχεία της καλλιέργειας (αρχική εγκατάσταση, κόστη καλλιέργειας, προσδοκώμενα έσοδα, ελάχιστο μέγεθος ελαιώνα κ.τ.λ) τότε σε μία περίοδο 15 ετών το σύστημα πυκνής φύτευσης είναι πολύ περισσότερο οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο από αυτό της υπέρπυκνης φύτευσης.



Εικόνα 5. Σύστημα πυκνής φύτευσης στο δενδροκομείο του Γ.Π.Α

1.6 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Σε πολλά καρποφόρα δένδρα η παρενιαντοφορία είναι ένα διαδεδομένο φαινόμενο, που προκαλεί προβλήματα στην παραγωγή άρα και προβλήματα οικονομικής φύσης. Επίσης η μεταβολική διεργασία, η επαγωγή στην παρενιαντοφορία και οι αγγελιοφόροι που εμπλέκονται είναι μερικώς μόνο γνωστά θέματα. Εν τούτοις δεν υπάρχει αμφιβολία πως οι διαδικασίες που εμπλέκονται δεν είναι καθολικά όμοιες αλλά αντιθέτως αρκετά διαφορετικές στα ποικίλα είδη των οπωροφόρων δένδρων (Goldschmidt, 2005). Αν και διαφορετικές φυτοτεχνικές

πρακτικές έχουν αναπτυχθεί κι εφαρμοστεί προκειμένου να ελαχιστοποιήσουν την παρεννιαυτοφορία, το αποτέλεσμα τις περισσότερες φορές είναι μόνο μερικό (Monselise & Goldschmidt, 1982).

Έχει παρατηρηθεί στην ελιά πως γενετικά εμφανίζει μια υψηλή διακύμανση στην παραγωγή της σε καρπό. Σε μη αρδευόμενες φυτείες ελιάς η παραγωγή μπορεί να κυμαίνεται από έτος σε έτος μεταξύ 7-8 τον./εκτάριο και λίγων κιλών. Η ύπαρξη και η ανάπτυξη του εν λόγω φαινομένου είναι ισχυρή επίσης σε εντατικούς ελαιώνες με ελεγχόμενη άρδευση, λίπανση και καλλιεργητικές φροντίδες, μολονότι το επίπεδο της παραγωγής είναι υψηλότερο και καλύτερα ελεγχόμενο (Lavee, 1989). Κάθε χρόνο τα περισσότερα δένδρα σε μια δεδομένη κλιματική ζώνη βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες καρποφορίας ή μη καρποφορίας, ωστόσο δεν είναι ασυνήθιστο για ανεξάρτητες συστάδες ή ορισμένα μεμονωμένα δένδρα να εναλλάσσονται εκτός του προαναφερόμενου κύκλου παραγωγής με άλλα γειτονικά (Monselise & Goldschmidt, 1982). Χωρίς ιδιαίτερη μεσολάβηση το έλλειμμα μεταξύ των παραγωγικών και μη παραγωγικών ετών μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 5-30 τον./εκτάριο. Καθώς η ελιά είναι ένα εξαρτημένο από τη βιομηχανία αγαθό, τα προβλήματα που αναδεικνύονται από την εμφάνιση του εν λόγω φαινομένου είναι ιδιαίτερα υψηλής οικονομικής σημασίας. Ο βαθμός παρεννιαυτοφορίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και θα μπορούσε να είναι πολύ διαφορετικός σύμφωνα με το κλίμα της καθεμίας καλλιεργήσιμης περιοχής (Morettini, 1950; Hartmann, 1951). Οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν επιδρούν άμεσα μόνο στη φύση των αναπαραγωγικών οργάνων – στα άνθη – αλλά επιδρούν επίσης σημαντικά στις ενδογενείς μεταβολικές διεργασίες του δένδρου. Η προλεγόμενη επίδραση αφορά σε μεταβολικές αλλαγές που προκαλούνται από συγκεκριμένη ενεργοποίηση ή καταστολή γονιδίου. Το αρχικό γεγονός που προκαλεί την εκδήλωση της παρεννιαυτοφορίας μπορεί να προκαλείται από εξωτερικούς παράγοντες (παγετός, ελλειπής επικονίαση, ασθένειες κ.τ.λ) που γενικά επενεργούν στην έναρξη του κύκλου του φαινομένου ελαχιστοποιώντας την παραγωγή του έτους. Η διαίωσιση αυτού του κύκλου στην ελιά αποδίδεται στην έλλειψη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού αυτορρύθμισης του φορτίου της, η υπερφόρτωση των δένδρων κατά τη διάρκεια μιας παραγωγικής χρονιάς είναι η παγκοσμίως αναγνωρισμένη αιτία της παρεννιαυτοφορίας (Monselise & Goldschmidt, 1982).

Ο αναπτυσσόμενος ελαιόκαρπος λειτουργεί ως μία δεξαμενή που απαιτεί συνεχή ενίσχυση θρεπτικών στοιχείων (Proetti et. al. 1999). Ανταγωνίζεται επιτυχώς την ανάπτυξη των βλαστών στην απορρόφηση των αφομοιώσιμων συστατικών που έχουν συσσωρευτεί σε διαφορετικά μέρη του δένδρου. Τα πρωτεύοντα προϊόντα φωτοσύνθεσης στην ελιά είναι η μανιτόλη, η γλυκόζη, η σουκρόζη και η φρουκτόζη (Flora & Madore, 1993). Ο ρόλος των προϊόντων αφομοίωσης (απλά σάκχαρα και αμινοξέα) ως πρώτα προϊόντα φωτοσύνθεσης στο μεσόφυλλο των φωτοσυνθετικά ενεργών ιστών στα αυτότροφα φυτά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτόν της πρώτης ύλης που χρησιμεύει για τις μεταβολικές διεργασίες και την ανάπτυξη των μη φωτοσυνθετικών ιστών. Η διαδικασία της κατανομής των προϊόντων αφομοίωσης και η ρύθμισή της από τα φυτά φαίνεται να είναι κρίσιμη στην ανάπτυξη και αναπαραγωγή των φυτών, αλλά και στην προσαρμογή τους στην επίδραση βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων (Schobert et al., 2000). Οι περισσότερες αφομοιώσιμες ουσίες στους καρπούς παρέχονται από τα φύλλα που βρίσκονται στους ίδιους βλαστούς που μεγαλώνουν οι καρποταξίες (Rallo and Suarez, 1989). Όταν οι ουσίες αυτές μειώνονται τότε ο καρπός μπορεί να χρησιμοποιήσει ουσίες από άλλα κοντινά μέρη.

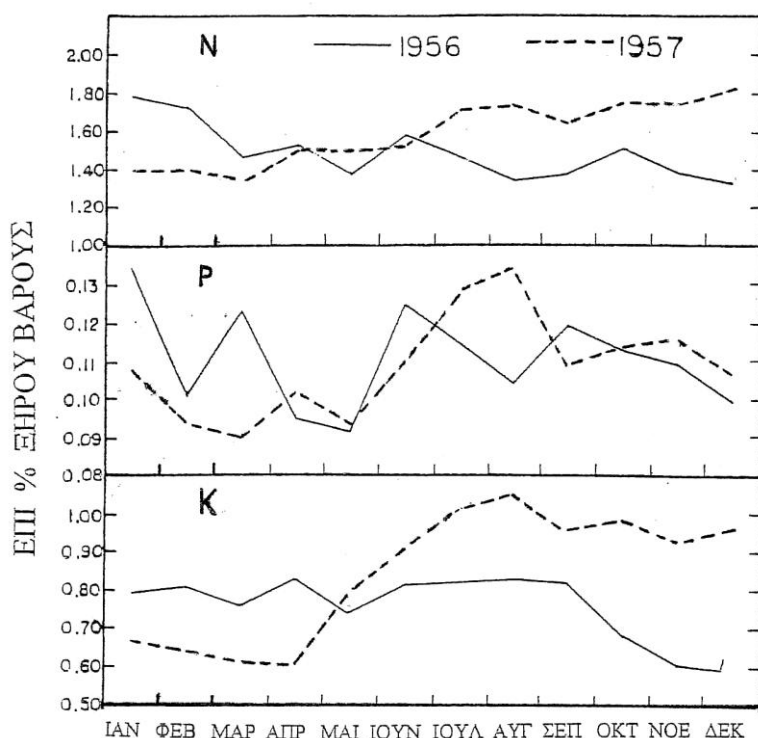
Κατά τη διάρκεια ενός παραγωγικού έτους οι πολλοί αυξανόμενοι καρποί μειώνουν την παραγωγή των νέων βλαστών, γεγονός που πρόκειται να στερήσει από το δένδρο οφθαλμούς ικανούς προς ανθική επαγωγή. Συνεπώς ο αριθμός των ανθέων μειώνεται δραστικά. Εξαιτίας της υπερβολικής κατανάλωσης αποθηκευμένων ουσιών κατά τη διάρκεια του έτους υψηλής παραγωγής, η δυνατότητα διαφοροποίησης των οφθαλμών, η βιωσιμότητα των ανθέων και το ποσοστό καρπόδεσης είναι συνήθως χαμηλότερα την επόμενη μη παραγωγική χρονιά. Αντίθετα η έντονη αύξηση των βλαστών και η άφθονη διαθεσιμότητα αποθηκευμένων ουσιών κατά το μη παραγωγικό έτος, ευνοούν το σχηματισμό των πολλών ανθέων της επόμενης χρονιάς. Η παρεννιαυτοφορία στην ελιά συμβαίνει σε εντατικές και σε εκτατικές συνθήκες ανάπτυξης, αλλά το μέγεθος της παρεννιαυτοφορίας μπορεί να μειωθεί δια της σταθεροποίησης, με ορθολογικές πρακτικές καλλιέργειας, της πολύ ευαίσθητης ισορροπίας μεταξύ των βλαστικών και των αναπαραγωγικών δραστηριοτήτων. Οι διάφορες ειδικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φορτίου των καρπών, της βλαστικής δραστηριότητας, και των χαρακτηριστικών των καρπών και του ελαιολάδου, έχουν ήδη μελετηθεί στην ελιά η περαιτέρω μελέτη της επίδρασης του φορτίου στη

φυσιολογία των δένδρων είναι αναγκαία προκειμένου να καθοριστούν οι τεχνικές που θα μπορούσαν να μειώσουν την παρενυτοφορία (Proietti et. al. 1995).

Κατά την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Fernandez - Escobar et al. (1999), η οποία αφορούσε στις εποχιακές διακυμάνσεις των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα ελιάς κατά την παρενυτοφορία, διαπιστώθηκε πως οι συγκεντρώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου επηρεάστηκαν από την παρουσία του φορτίου παραγωγής, καθώς εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές κατά τη διάρκεια του παραγωγικού έτους. Αντιθέτως στη μη παραγωγική χρονιά οι συγκεντρώσεις των εν λόγω στοιχείων ήταν υψηλότερες. Συγκεκριμένα η συγκέντρωση του αζώτου ξεκίνησε να μειώνεται τον Ιούνιο φτάνοντας μια ελάχιστη τιμή τον Αύγουστο, αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται σε κατανάλωση του N από τους καρπούς κατά τη διάρκεια του έτους που ήταν σε καρποφορία. Γενικά διαπιστώθηκε πως οι συγκεντρώσεις αυτού του στοιχείου ήταν υψηλότερες στα νεότερα φύλλα και των δύο ετών. Η υψηλή συγκέντρωση καλίου στα φύλλα μετά από ένα μη παραγωγικό έτος, σε σχέση με την ταχεία πτώση της μετά το Μάρτιο μιας παραγωγικής χρονιάς, δείχνουν μεγάλη ζήτηση K από τα αναπαραγωγικά όργανα της ελιάς. Η ηλικία των φύλλων επηρέασε επίσης τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων, καθώς οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης διαπιστώθηκαν στα νεότερα φύλλα. Η συγκέντρωση του φωσφόρου αυξήθηκε σε όλα τα φύλλα το φθινόπωρο που ακολούθησε τη μη παραγωγική χρονιά ενώ μειώθηκε κατά τη διάρκεια του καρποφόρου έτους. Οι Fahmy et al. (1959) αναφέρουν πως οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του αζώτου και του καλίου, κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε περιόδου, σχετίζονται με την αναπαραγωγική κατάσταση των δένδρων. Συγκεκριμένα οι τιμές αυτών των στοιχείων ήταν υψηλές στα μη καρποφορούντα δένδρα, στις αρχές του χειμώνα πριν την είσοδό τους σε λήθαργο (Διάγραμμα 1).

Οι Ulger et. al (2004) μελέτησαν τις διακυμάνσεις των σακχάρων γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη σε δένδρα ελιάς, ποικιλίας Memecik, σε ένα έτος παραγωγικό και σε ένα μη παραγωγικό. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκε η γλυκόζη ακολουθούμενη από τη σακχαρόζη και τη φρουκτόζη. Τα επίπεδα της φρουκτόζης ήταν υψηλότερα στα δένδρα που βρίσκονταν σε παραγωγή. Στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν για τα επίπεδα της φρουκτόζης και της σουκρόζης κατά τη διάρκεια των διαφορετικών περιόδων, εντούτοις τα επίπεδα της γλυκόζης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά κατά τη διάρκεια των ίδιων περιόδων.

Σε διετές πείραμα που πραγματοποίησε ο Fahmy (1958) κοντά στην πόλη της Βυρητού επί της ποικιλίας ελιάς Souri, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις των σακχάρων μεταξύ των καρποφορούντων και των μη καρποφορούντων δένδρων, ούτε επίσης μεταξύ των εποχών. Σε ανάλογο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε δένδρα φυστικιάς (*Pistacia vera L*) διαπιστώθηκε πως οι συγκεντρώσεις των συνολικών σάκχαρων ήταν υψηλότερες στους ανθοφόρους οφθαλμούς των μη καρποφορούντων κλάδων (Vemmos, 1999).



Διάγραμμα 1. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου στα φύλλα ελιάς ποικιλίας Souri. Η δειγματοληψία των φύλλων γίνονταν στις 15 του κάθε μήνα. Κατά το καρποφόρο έτος 1956 η συγκομιδή των ελαιοκάρπων πραγματοποιήθηκε στα τέλη του φθινοπώρου, ενώ το έτος 1957 υπήρξε μη παραγωγικό (Fahmy et al., 1959).

Σύμφωνα με τον Proietti (2000) ο ρυθμός αφομοίωσης CO_2 (P_N) έδειξε ουσιώδεις εποχιακές και ημερήσιες μεταβολές, αλλά το φορτίο των καρπών και η παρουσία ή απουσία καρπού στο βλαστό δεν έδειξε να επιδρά σημαντικά. Μία μόνο εξαίρεση για τις ληφθείσες μετρήσεις υπήρχε στις αρχές Ιουλίου, όταν φύλλα ενός έτους σε βλαστούς με καρπούς από παραγωγικά δένδρα παρουσίασαν ελαφρώς υψηλότερη τιμή P_N από όμοια φύλλα που βρίσκονταν σε βλαστούς δίχως καρπούς μη παραγωγικών δένδρων. Οι τιμές των συνολικών σακχάρων στα φύλλα ενός έτους δεν διέφεραν από αυτές των νεαρών φύλλων. Η έλλειψη διαφορών που σχετίζεται με την παρουσία/απουσία καρπού - στο περιεχόμενο των σακχάρων των φύλλων και το γεγονός πως το P_N και η στοματική αγωγιμότητα (g_s) δεν μεταβάλλονται - αποδόθηκε από τον ίδιο ερευνητή στη γρήγορη μετατόπιση των αφομοιώσιμων στοιχείων εντός του δένδρου. Η τιμή της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO_2 (C_i) εμφάνισε την τάση

να αυξάνεται όταν το P_N αυξανόταν. Ανάλογα πειράματα έχουν πραγματοποιηθεί και σε άλλα καρποφόρα δένδρα. Ο Vemmos (1994) σε μετρήσεις που πραγματοποίησε σε δένδρα φυσικιάς (*cv. Aegenes*) παρατήρησε πως οι τιμές P_N και g_s ήταν μεγαλύτερες, ως τα μέσα Ιουνίου σε καρποφορούντα δένδρα από μη καρποφορούντα δένδρα. Από τα μέσα Ιουνίου και μετά οι εν λόγω τιμές μειώνονταν ελαφρώς ώστε να καταλήξουν περίπου όμοιες και στις δύο επεμβάσεις. Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε από τους Palmer et. al. (1991) σε καρποφορούντες και μη βλαστούς στο δένδρο της μηλιάς, συγκεκριμένα δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ρυθμό αφομοίωσης CO_2 καθώς και στη βλαστική ανάπτυξη. Αντιθέτως στη ροδακινιά οι Li et. al (2005) έδειξαν πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών P_N και g_s και της παρουσίας φορτίου καρπών. Σε αντίθεση με ό,τι είχε παρατηρηθεί σε άλλα είδη πως οι καρποί επηρεάζουν την ικανότητα φωτοσύνθεσης (Daie 1985), στην ελιά τα υπάρχοντα δεδομένα της μελέτης του Proietti (2000) έδειξαν πως η παρουσία καρπών δεν επηράζει σημαντικά τη φωτοσύνθεση.

Επιπλέον ο Lavee (2007) αναφέρει πως για να αντιμετωπιστεί η παρεννιατοφορία της ελιάς, είναι απαραίτητο να αποσαφηνιστεί ο τρόπος καρποφορίας των δένδρων. Ο ελαιόκαρπος εμφανίζεται στις ανθοταξίες που προέρχονται από οφθαλμούς που έχουν σχηματιστεί σε βλαστούς του προηγούμενου έτους. Εν τούτοις οι ανθοταξίες θα εμφανιστούν μόνο σε καλά σχηματισμένους βλαστούς του προηγούμενου έτους. Οι ισχυρότεροι και ζωηρότεροι βλαστοί του προηγούμενου έτους δηλαδή εμφανίζουν καλύτερη δυνατότητα ανθοφορίας στο παρόν έτος. Η ανάπτυξη των βλαστών λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του θέρους, σε πολλές περιοχές από πολύ νωρίς την άνοιξη έως αργά το φθινόπωρο και σε μερικές εξαιρέσεις ακόμη και το χειμώνα. Οπότε οι οφθαλμοί που εμφανίζονται στις μασχάλες των φύλλων είναι σε διαφορετική ηλικία την επόμενη άνοιξη κατά το χρόνο που ανθίζουν. Επίσης όλοι οι οφθαλμοί των καλά σχηματισμένων τμημάτων των βλαστών φτάνουν στο ίδιο περίπου στάδιο ανάπτυξης κατά το τέλος του καλοκαιριού οπότε μπορούν δυνητικά να διαφοροποιηθούν σε ανθικές καταβολές. Ο αριθμός των ανθέων ανά ανθοταξία ποικίλει μεταξύ 10-32 αναλόγως της ποικιλίας και του έτους. Ο εν δυνάμει αριθμός των ανθέων ανά δένδρο είναι ιδιαίτερα υψηλός ειδικά για τις παραγωγικές χρονιές. Ένας κυμαινόμενος αριθμός ανθέων κάθε ανθοταξίας αφορά σε μη παραγωγικά αρσενικά άνθη (στημονοφόρα άνθη). Το σύνολο των καρπών ανά δένδρο δεν εξαρτάται από το ποσοστό των αρσενικών ανθέων στις παραγωγικές και

μη παραγωγικές χρονιές, καθώς μόνον 1-3 άνθη ανά ανθοταξία σχηματίζουν καρπούς. Οι βλαστοφόροι και οι ανθοφόροι οφθαλμοί έχουν την ίδια καταγωγή. Σε πολύ παραγωγικές περιόδους ακόμα και οι λίγοι πλάγιοι οφθαλμοί που παρακινούνται σε βλαστική ανάπτυξη εμφανίζουν σχετικά αδύναμους βλαστούς καθώς η ανάπτυξη των επάκριων βλαστοφόρων οφθαλμών έχει ανασταλεί. Υπό αυτές τις συνθήκες το σύνολο των βλαστών, το μήκος τους και συνεπώς ο αριθμός των οφθαλμών προς διαφοροποίηση και παραγωγή το επόμενο έτος, είναι σε πολύ χαμηλές τιμές. Η δυναμική των οφθαλμών πάνω σε τέτοιους βλαστούς να διαφοροποιηθούν σε αναπαραγωγικούς, είναι χαμηλή ακόμη και υπό ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Πίνακας 3. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία στις διάφορες φάσεις του κύκλου παραγωγής

Κύκλος παρενιαυτοφορίας		% Ξ.Ο		
		N	P	K
Χειμώνας μετά τη συγκομιδή		1.45	0.07	0.50
Μη παραγωγικό έτος	Άνοιξη	1.67	0.10	0.60
	Καλοκαίρι	1.65	0.12	1.00
	Φθινόπωρο	1.67	0.13	0.90
Χειμώνας πριν τη συγκομιδή		1.75	0.12	0.80
Παραγωγικό έτος	Άνοιξη	1.64	0.09	0.60
	Καλοκαίρι	1.56	0.08	0.50
	Φθινόπωρο	1.40	0.06	0.40
Καταλληλότερα επίπεδα θρέψης		1.95	0.11	0.86

Το μη παραγωγικό έτος συνήθως χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση μιας έντονης βλαστικής ανάπτυξης. Οι σχετικά ζωνιοί και μακρείς βλαστοί κατά τη διάρκεια του έτους φέρουν ένα μεγάλο αριθμό καλοσχηματισμένων οφθαλμών, οι οποίοι κάτω από κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες είναι έτοιμοι να διαφοροποιηθούν σε αναπαραγωγικούς. Ο μεγάλος αριθμός των οφθαλμών που δυνητικά θα μπορούσαν να διαφοροποιηθούν σε κάποιους αναπαραγωγικούς είναι η βάση για ανασύσταση ενός εκτεταμένου αριθμού ανθοταξιών, ο οποίος συνήθως οδηγείται σε ανάπτυξη την επόμενη παραγωγική χρονιά. Θα μπορούσε να εξαχθεί το συμπέρασμα πως η παραγωγή σε καρπό της ελιάς εξαρτάται κυρίως από τη βλαστική αύξηση της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου. Από την άλλη ο βαθμός βλαστικής ανάπτυξης σε κάθε ειδική περίοδο είναι σε σχέση με το σύνολο των

παρόντων καρπών πάνω στο δένδρο στην ίδια χρονική περίοδο. Συμπερασματικά η ισορροπία μεταξύ του συνόλου των αναπτυσσόμενων καρπών και της βλαστικής αύξησης σε οποιαδήποτε περίοδο ανάπτυξης θα επηρεάσει και θα ελέγξει την εν δυνάμει παραγωγή σε καρπό για την επόμενη περίοδο.

Σε πείραμα που μελέτησε την επίδραση του φορτίου των δένδρων (ποικιλίας Arberquina) επί της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών - σε ελαιώνες υπέρπυκνης φύτευσης στη Μεντόζα της Αργεντινής από τους Puertas & Sandras (2010) - βρέθηκε πως υπάρχει μια άμεση σχέση μεταξύ της απόδοσης των καρπών και του αριθμού των καρπών η οποία αντιστάθμιζε εν μέρει την χαμηλή παραγωγή των δένδρων με τους μεγαλύτερους καρπούς. Το φορτίο των δένδρων επηρέασε το μέγεθος των καρπών κυρίως μέσω των μεταβολών στην αναλογία ανάπτυξης των καρπών. Το υψηλότερο νωπό βάρος του καρπού αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου για μια ευρεία κλίμακα μεγέθους καρπών, την ίδια στιγμή που και οι δύο μεταβλητές ήταν άμεσα συσχετισμένες με την παραγωγή σε ελαιόλαδο.

1.7 Σκοπός του πειράματος

Με βάση τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι το πρόβλημα της παρενιαυτοφορίας στην ελιά εξαρτάται και από την ποικιλία. Η μελέτη των μηχανισμών κατά τους οποίους η παρουσία των καρπών επηρεάζει την παρενιαυτοφορία, είναι σημαντική για την εξήγηση του φαινομένου και την επίλυση του προβλήματος.

Είναι γνωστό μέχρι σήμερα πως η ποικιλία Κορωνέϊκη παρουσιάζει μια τάση μειωμένης παρενιαυτοφορίας. Στη μελέτη αυτή διερευνήθηκαν οι επιδράσεις των διαφορετικών φορτίων που πραγματοποιήθηκαν ως επεμβάσεις πάνω στα δένδρα, με πρώτη επέμβαση να είναι η πλήρης ακαρπία των δένδρων, δεύτερη επέμβαση το 50% της συνολικής καρποφορίας και τρίτη επέμβαση τα δένδρα να είναι σε πλήρη καρποφορία. Απώτερος σκοπός του πειράματος ήταν να αποσαφηνιστεί ο μηχανισμός δράσης των καρπών, και οι περαιτέρω επιδράσεις που πιθανόν εμφανίζει στην ικανότητα φωτοσύνθεσης των δένδρων, στις συγκεντρώσεις των σακχάρων και των θρεπτικών στοιχείων, καθώς και στο μέγεθος και στην ελαιοπεριεκτικότητα των ελαιοκάρπων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η διεξαγωγή του πειράματος έγινε στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 58' N$, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 32' E$, υψόμετρο 30 m.) και μέρος των μετρήσεων στα εργαστήρια δενδροκομίας, γεωργικής χημείας και εδαφολογίας, διατροφής αγροτικών ζώων και γεωργικής υδραυλικής του Γ.Π.Α. Η χρονική διάρκεια των καλλιεργητικών φροντίδων, των πειραματικών επεμβάσεων, των δειγματοληψιών και των μετρήσεων εκτάθηκε από τον Φεβρουάριο του 2009 έως και το Δεκέμβριο του 2009.



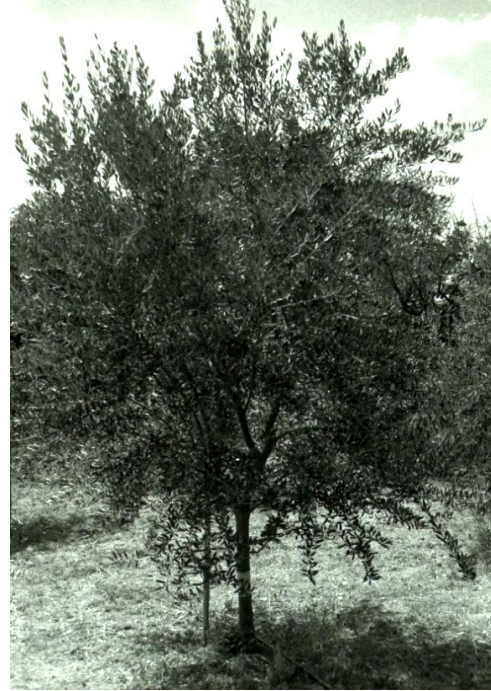
Εικόνα 6. Ο πειραματικός αγρός στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Καταγράφονταν ανελλιπώς όλες οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν από την εποχή υποστήλωσης των δένδρων. Αυτές οι εργασίες αφορούσαν στις καλλιεργητικές φροντίδες, στην εφαρμογή των πειραματικών επεμβάσεων, στις λειτουργίες του αρδευτικού δικτύου.

2.1 Φυτικό Υλικό

Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν φυτευτεί το Μάιο του 2006 σε ηλικία ενός έτους και σε καλή κατάσταση υγείας. Το χρόνο που πραγματοποιήθηκε το πείραμα τα δένδρα ήταν τεσσάρων ετών. Οι αποστάσεις φυτεύσεων κυμαίνονται στα 4 m. μεταξύ των γραμμών φύτευσης και 2.5 m. επί της γραμμής φύτευσης. Ενώ είναι διάσπαρτα φυτεμένα δένδρα ελιάς ποικιλίας Κορωνέικη με Κονσερβολιά σε πλήρες

τυχαιοποιημένο σχέδιο. Στα προηγούμενα έτη από αυτό του πειράματος έλαβε χώρα σε αυτά πείραμα λίπανσης. Το σύστημα φύτευσης ανήκει στην πυκνή καλλιέργεια ελιάς. Με την έναρξη των καλλιεργητικών φροντίδων έγινε κλάδεμα διαμόρφωσης των δένδρων με παράλληλη ενίσχυση της υποστήλωσής τους. Παράλληλα επισημάνθηκαν τα πλέον κατάλληλα φυτά για να συμπεριληφθούν στις πειραματικές επεμβάσεις. Στα τέλη Μαΐου εφαρμόστηκε λίπανση με το σκεύασμα axion green special (περιεκτικότητας 10% σε άζωτο, 5% σε φώσφορο, 20% σε κάλιο, 2% σε μαγνήσιο και 0.5% σε βόριο), ποσότητας 450γρ. ανά δένδρο. Με την έναρξη των υψηλών θερμοκρασιών πραγματοποιήθηκε μελέτη και επανεγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος ούτως ώστε να ανταπεξέρθει στις αυξημένες απαιτήσεις σε νερό που εμφανίζει το σύστημα πυκνής καλλιέργειας. (βλ. Παράρτημα, Τοπογραφικό Διάγραμμα)



Εικόνα 7. Σήμανση με λευκή κορδέλα στον κορμό και υποστήλωση

2.2 Επεμβάσεις

Έγιναν τρεις επεμβάσεις χειρωνακτικά κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Μαΐου. Κάθε κατηγορία επεμβάσεων περιλάμβανε ξεχωριστά:



- 5 φυτά από τα οποία αφαιρέθηκαν όλα τα άνθη και έμειναν σε πλήρη ακαρπία. Χρησιμοποιήθηκαν τα δένδρα που εμφάνισαν μειωμένη ανθοφορία, πιθανόν λόγω αυξημένης καρποφορίας τους το 2008.

Εικόνα 8. Η πειραματική επέμβαση της ακαρπίας.

-
- 5 φυτά που έφεραν το μισό της συνολικής τους ανθοφορίας και
 - 5 φυτά που παρέμειναν με το συνολικό φορτίο των ανθέων τους. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση του πειράματος ήταν το εντελώς τυχαίοποιημένο. Η επιλογή των δένδρων έγινε τυχαία φροντίζοντας να είναι όλα το ίδιο εύρωστα.

2.3 Δειγματοληψία των φύλλων

Έγιναν συνολικά τρεις δειγματοληψίες φύλλων για την ανάλυση των σακχάρων και των θρεπτικών στοιχείων. Σε κάθε δειγματοληψία συλλέχθηκαν φύλλα από όλα τα δένδρα του πειραματικού τεμαχίου. Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2009, προκειμένου να εκτιμηθεί η θρεπτική κατάσταση των δένδρων πριν από την έναρξη των εφαρμογών των πειραματικών επεμβάσεων. Η δεύτερη δειγματοληψία έγινε το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου, για να μελετηθεί πόσο επηρεάζεται η θρεπτική κατάσταση των φυτών κατά τη φάση της ανάπτυξης και αύξησης των καρπών σε σύγκριση πάντα με όσα φυτά έμειναν σε ακαρπία. Η τρίτη δειγματοληψία έλαβε χώρα το τρίτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου, σχεδόν ταυτόχρονα με τη συγκομιδή των καρπών.

Κάθε δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τις πρωινές ώρες της ημέρας (7.00 - 10.30 προ μεσημβρίας) σε βλαστούς που βρίσκονταν περιμετρικά στην κόμη των δένδρων. Συλλέχθηκαν 100-110 αντιπροσωπευτικά φύλλα, που ήταν ίδιας ηλικίας, χωρίς συμπτώματα φυτοπαθολογικών – εντομολογικών προσβολών, με πλήρη ανάπτυξη χωρίς βλάβες στο μέγεθος και στο σχήμα τους. Τα συλλεγόμενα φύλλα τοποθετούνταν μετά από την κοπή τους σε πλαστικά σακουλάκια, στα οποία επισημαίνονταν η επέμβαση από την οποία προέρχονταν. Τα σακουλάκια τοποθετούνταν σε φορητό ψυγείο, μεταξύ παγοκυστών. Μετά το τέλος της δειγματοληψίας το φορητό ψυγείο μεταφέρθηκε στο εργαστήριο денδροκομίας. Εκεί όλα τα φύλλα ξεπλύθηκαν αρχικά κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης και στη συνέχεια με απεσταγμένο νερό. Αυτό έγινε προκειμένου να απομακρυνθούν πιθανά υπολείμματα βιομηχανικών και άλλων ρύπων. Στη συνέχεια τα φύλλα στεγνώσαν με τη βοήθεια απορροφητικού χαρτιού. Στεγνά καθώς ήταν μετρήθηκαν για το βάρος τους σε ζυγό ακριβείας. Κατόπιν τοποθετήθηκαν για μερικές ώρες σε υγρό άζωτο και μετά στο λειοφυλιωτή. Εκεί παρέμειναν για 72 ώρες περίπου, έως ότου απέκτησαν

σταθερό ξηρό βάρος. Μετά την ολοκλήρωση της λειοφυλίσωσης, τα φύλλα επαναζυγίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά, αριθμημένα σακουλάκια και αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη υπό θερμοκρασία μικρότερη των -25°C μέχρι να ξεκινήσουν οι μετρήσεις. Κατά τη διάρκεια της παραμονής των δειγμάτων στην κατάψυξη ελέγχονταν η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία με τη χρήση θερμομέτρου μεγίστου – ελαχίστου. Πριν τη διεξαγωγή των μετρήσεων σακχάρων και θρεπτικών στοιχείων, τα φύλλα κονιορτοποιήθηκαν με εργαστηριακό μύλο άλεσης (MF 10 Basic, ika werke).

2.4 Επισήμανση και μέτρηση της βλάστησης

Κατά τη σχεδίαση του πειράματος επιλέχθηκαν τέσσερα κλαδιά σε κάθε δένδρο, καθένα από αυτά προσανατολισμένα σε μία από τις κατευθύνσεις του ορίζοντα. Τα κλαδιά επιλέχθηκαν ώστε να είναι της ίδιας ηλικίας, να έχουν το ίδιο μέγεθος, περίπου τον ίδιο αριθμό φύλλων, να φέρουν όμοιους αριθμούς καρπιδίων ανάλογα με την επέμβαση, να είναι αντιπροσωπευτικά ανάλογα με το ύψος των δένδρων. Κάθε κλαδί που επιλέχθηκε μαρκαρίστηκε με μία κορδέλα κόκκινου χρώματος στην οποία σημειώθηκε με ανεξίτηλο μαρκαδόρο η ταυτότητά του, προκειμένου να μην υπάρχει ο κίνδυνος διεξαγωγής λανθασμένων μετρήσεων λόγω δυσμενών μετεωρολογικών φαινομένων.



Εικόνα 9. Επισήμανση των υπό μέτρηση βλαστών

Η κορδέλα τοποθετήθηκε στο σημείο που εκτιμήθηκε η έναρξη της τρέχουσας βλάστησης, συγκεκριμένα για τα καρποφόρα δένδρα εκεί όπου τελείωνε η εμφάνιση των φερουσών καρποταξιών. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουνίου κατά τη διάρκεια των απογευματινών ωρών. Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε το δεύτερο δεκαήμερο του Οκτωβρίου, προκειμένου να αξιολογηθεί αν υπάρχει διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων που να σχετίζεται με την ύπαρξη ή όχι φορτίου παραγωγής. Μετρήθηκε το μήκος του ετησίου βλαστού των επιλεγμένων κλαδιών με τη βοήθεια υποδεκάμετρου.

Το ύψος του φυτού μετρήθηκε από το σημείο έκφυσης του κορμού από το έδαφος, μέχρι την ελεύθερα αναπτυσσόμενη κορυφή. Η διάμετρος της κόμης μετρήθηκε με μετροταινία, ενώ για την περιφέρεια του κορμού επισημάνθηκαν δύο σημεία που απείχαν από την επιφάνεια του εδάδους 5 cm και στη συνέχεια μετρήθηκαν με μετροταινία. Η ακτίνα του κορμού υπολογίστηκε από τον τύπο $περίμετρος = 2\pi * ακτίνα$ (όπου $\pi = 3.14$). Το εμβαδόν εγκάρσιας διατομής κορμού υπολογίστηκε με βάση τον τύπο $E = [D/2]^2 \times 3.14$, όπου D= η διάμετρος κορμού και E= η επιφάνεια. Έχει βρεθεί ότι το εμβαδόν εγκάρσιας διατομής κορμού συσχετίζεται γραμμικά με την ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των δένδρων, ιδίως όταν αυτά βρίσκονται σε νεαρή ηλικία (Westwood, 1978) και αρκετοί ερευνητές το χρησιμοποιούν ως κριτήριο για προσδιορισμό της αύξησης των δένδρων (Gregoriou 1996, Johnson and Lakso 1991, Roose et al. 1989, Tous and Romero 1991). Για τον προσδιορισμό του όγκου της κόμης των δένδρων χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση $V=0.5236 \times H \times \Delta^2$ όπου H το ύψος του δένδρου και Δ η διάμετρος της κόμης.

2.5 Μέτρηση του ρυθμού αφομοίωσης του διοξειδίου του άνθρακα

Τα φύλλα που επιλέχθηκαν για τις μετρήσεις, ήταν υπό πλήρη έκθεση στο ηλιακό φως. Βρίσκονταν στο εξωτερικό μέρος της κόμης και σε μέσο ύψος 1-1.5 m. Ήταν πλήρως ανεπτυγμένα, χωρίς εμφανείς προσβολές εντομολογικών - φυτοπαθολογικών εχθρών, με φυλλική επιφάνεια που κυμαίνονταν μεταξύ 3-5 cm². Σε κάθε φύλλο λαμβάνονταν 6-8 μετρήσεις. Σε κάθε δένδρο μετρήθηκαν τρία διαφορετικά φύλλα.

Ο ρυθμός αφομοίωσης CO₂, η στοματική αγωγιμότητα και η ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO₂, μετρήθηκαν με διαφορικό αναλυτή αερίων υπερύθρου (Li 6400,

Li-Cor) κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας. Οι τοποκλιματικές συνθήκες ήταν σχετικά σταθερές κατά τη διάρκεια των μετρήσεων με ένταση ηλιακής ακτινοβολίας που κυμαίνονταν μεταξύ 1000-1200 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{ s}^{-2}$, θερμοκρασία 30-40 $^{\circ}\text{C}$, σχετική υγρασία περίπου 40% και συγκέντρωση CO_2 στον περιβάλλοντα χώρο περίπου 375 ppm. Οι προαναφερόμενες συνθήκες ήταν αυτές που επικρατούσαν στο θάλαμο κατά τη διάρκεια της μέτρησης στα φύλλα. Τα επιλεγμένα φύλλα τοποθετούνταν στο διαφανή θάλαμο, ο οποίος επιτρέπει την ταυτόχρονη μέτρηση ανταλλαγής υδρατμών και CO_2 κάνοντας χρήση συστήματος ανάλυσης αερίων με υπεριώδη ακτινοβολία. Το εν λόγω σύστημα είναι κλειστό, λειτουργεί με πλήρη έλεγχο της συγκέντρωσης του CO_2 στο θάλαμο, της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του φύλλου, του θαλάμου και του περιβάλλοντος χώρου καθώς και της σχετικής υγρασίας εντός του θαλάμου. Η θερμοκρασία μετρήθηκε με αισθητήρα θερμοκρασίας που βρίσκεται στο εσωτερικό του θαλάμου και έρχεται σε επαφή με την κάτω επιφάνεια του φύλλου κατά την πραγματοποίηση της μέτρησης.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν δύο φορές, στις 9 Οκτωβρίου και στις 13 Νοεμβρίου. Οι μετρήσεις άρχιζαν στις 8.30 περίπου το πρωί, όταν η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία λάμβανε τιμές υψηλότερες των 1000 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{ s}^{-2}$, μέχρι την ολοκλήρωση των μετρήσεων (περίπου στις 12.30 μ.μ.). Στην πρώτη μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν φύλλα που προέρχονταν από το μέσον των ετησίων βλαστών (βλαστοί ενός έτους), ενώ στη δεύτερη φύλλα από των βλαστών της τρέχουσας βλάστησης.

2.6 Μέθοδος εκχύλισης και ανάλυσης σακχάρων στα φύλλα με HPLC

- Ζυγίζονται 40 mg ξηρής ουσία από κάθε προς ανάλυση δείγμα (χρήση ζυγού ακριβείας KERN 410).
- Προστίθενται 2 ml. νερού HPLC και ακολουθεί ανάδευση (vortex).
- Γίνεται εκχύλιση με τη χρήση φούρνου μικροκυμάτων για 1 min. σε ένταση 400 Watt.
- Φυγοκέντρωση για 5 min. στα 4000g (2500 rpm) και διατήρηση του υποκειμένου.

- Στο εναπομείνον ίζημα προστίθενται 2 ml. νερού HPLC, και στη συνέχεια ακολουθεί ανάδευση (vortex).

- Πραγματοποιείται δεύτερη εκχύλιση των σακχάρων που απομείναν στον ιστό, στο φούρνο μικροκυμάτων για 1 min. σε ένταση 400 Watt.

- Φυγοκέντρωση για 5 min. στα 4000g (2500 rpm).

- Ένωση με ομογενοποίηση και ανάδευση των δύο υπερκειμένων (vortex).

- Φιλτράρισμα με φίλτρο σύριγγας διαμέτρου πόρων 0.22μm.

- Ανάλυση των σακχάρων με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας.

Η ανάλυση των δειγμάτων έγινε με αντλία HPLC (Waters, model 510), σε στήλη Hamilton Ca^{2+} , στους 80 °C, με κινητή φάση νερό και ροή 0.6 ml/min. Η ανίχνευση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε με ανιχνευτή RI (HP 1047A), ενώ η επεξεργασία των χρωματογραφημάτων έγινε μέσω του συστήματος δεδομένων χρωματογραφίας (PeakSimple Chromatography Data System, SRI Model 302). Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των σακχάρων στα εκχυλίσματα έγινε με βάση την καμπύλη αναφοράς από τα πρότυπα διαλύματα συγκέντρωσης 125, 250, 500, 1000 ppm των σακχάρων που μετρήθηκαν. Η μέθοδος εκχύλισης των σακχάρων με τη χρήση φούρνου μικροκυμάτων ελέγχθηκε για την αποτελεσματικότητα και επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων της. Τα αποτελέσματα ήταν επίσης



συγκρίσιμα με τη μέθοδο εκχύλισης όπως περιγράφεται από τον Vemmos (1999) -θα αναφέρεται πλέον ως μέθοδος αναφοράς- και βρέθηκε ότι δίνει τα ίδια αποτελέσματα.

Εικόνα 10. Τμήμα του συστήματος HPLC

2.7 Μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων

α. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης του αζώτου με την μέθοδο Kjendal.

Η μέθοδος χωρίζεται σε τρεις επιμέρους διαδικασίες: την καύση, την απόσταξη και την τιτλοδότηση. Κατά την καύση:

1. Ζυγίζονται 0,5 g φυτικών ιστών και τοποθετούνται σε ειδικές φιάλες της συσκευής καύσης. Η συσκευή καύσης είναι η BUCHI 323 distillation Unit.
2. Προστίθενται 20 ml διαλύματος H_2SO_4 -σαλικυλικού. Το διάλυμα παρασκευάζεται διαλύοντας 25 g σαλικυλικού σε 1 lt πυκνού θειικού οξέος.
3. Προστίθεται μια ταμπλέτα σεληνίου σε κάθε δείγμα. Οι συγκεκριμένες ταμπλέτες που χρησιμοποιήθηκαν έχουν σελήνιο σε μορφή: $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$. Αφήνονται τα δείγματά μας για 30 λεπτά πριν τοποθετηθούν στη συσκευή καύσης.
4. Τίθεται σε λειτουργία η συσκευή καύσης Buchi (βρίσκεται μέσα σε απαγωγό εστία) ώστε να θερμανθεί στους $420^{\circ}C$. Στη συνέχεια τοποθετούνται τα δείγματα στη συσκευή αφού έχει προστεθεί περίπου 1gr $Na_2S_2O_3$. Η συσκευή συνδέεται με ειδικό φίλτρο, του οποίου η λειτουργία είναι να εξουδετερώνει τους τοξικούς ατμούς που παράγονται από την καύση.
5. Τα δείγματα παραμένουν στη συσκευή για μια ώρα σε κατάσταση βρασμού. Στη συνέχεια τοποθετούνται εκτός φλόγας και παραμένουν με τη λειτουργία του ειδικού φίλτρου μισή ώρα μέχρι να κρυώσουν και να σταματήσουν να βγάζουν τοξικούς ατμούς.

Κατά την απόσταξη ακολουθείται η επόμενη διαδικασία:

1. Τίθεται σε λειτουργία η συσκευή απόσταξης Buchi 426 Digestion Unit. Για να γίνει αυτό ακολουθείται ειδική διαδικασία, κατά την οποία η μηχανή θερμαίνεται .
2. Το κάθε δείγμα μεταφέρεται και τοποθετείται σε ειδική συσκευή, ενώ ταυτόχρονα σε μια άλλη θέση τοποθετείται κωνική φιάλη, η οποία περιέχει 100ml βορικού οξέος 2%, 20 g βορικού σε 1 lt αποσταγμένο νερό).

Σε κάθε δείγμα προσθέτονται 30 ml αποσταγμένο νερό. Το δείγμα τοποθετείται στην ειδική υποδοχή της συσκευής όπως και την κωνική φιάλη όπου περιέχει το βορικό οξύ. Ανοίγεται ο διακόπτης της απόσταξης. Ανοίγεται η βρύση $45^{\circ}C$. Κατεβάζεται 2 φορές ο μοχλός. Η συσκευή τότε ρίχνει 100 ml $NaOH$ 8N στη φιάλη του δείγματος και ξεκινάει η απόσταξη. Κατά την διαδικασία παραλαμβάνεται

αμμωνία στη φιάλη του βορικού οξέος. Η απόσταξη διαρκεί 4 λεπτά. Κατά την τελευταία φάση της τιτλοδότησης ακολουθείται η πιο κάτω διαδικασία:

1. Η φιάλη που περιείχε το βορικό εγκλωβίζει την αέριο αμμωνία. Μέσα σε αυτή προσθέτονται 10-12 σταγόνες από δείκτη αζώτου, του οποίου τα συστατικά αναφέρονται πιο κάτω:

- 0,35 g bromoserol green ,προστίθεται σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml, στην οποία έχουμε προσθέσει ήδη 10ml αλκοόλης .
- Προσθήκη 10 ml NaOH.
- Προσθήκη περίπου 150 ml απιονισμένου νερού.
- Προσθήκη 22ml 1% poncean 4R.
- Προσθήκη 0,75 g nitro phenol, μετά από προηγούμενη διάλυση σε 5 ml αλκοόλης .
- Συμπλήρωση του όγκου μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό και ανάδευση.

2. Τιτλοδοτούμε με HCL 0,05N

3. Ο προσδιορισμός του ποσοστού του N στο ξηρό βάρος υπολογίζεται από τον τύπο: $N \% = (ml \text{ του HCL για κάθε δείγμα} - 0,2) * 0,05 * 14 * 100 / (\text{βάρος δείγματος σε g} * 1000)$.

β. Καύση των δειγμάτων για προσδιορισμό των στοιχείων K και P και Na.

Ο προσδιορισμός των K,P και Na επιβάλλει την καύση των δειγμάτων και τη μετατροπή του στερεού υπολείμματος σε διάλυμα. Για τη μετατροπή αυτή ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Ζυγίζονται 0,5 – 1g από το δείγμα των φύλλων, το οποίο βρίσκεται κλεισμένο αεροστεγώς σε ξηρό περιβάλλον. Κάθε δείγμα τοποθετείται χωριστά σε πυρίμαχη κάψα.
2. Οι κάψουλες μεταφέρονται σε κλίβανο που αναπτύσσει θερμοκρασία 550 °C .

-
3. Προσοχή χρειάζεται κατά την άνοδο της θερμοκρασίας του κλίβανου . Έτσι αρχικά ο κλίβανος ρυθμίζεται στους 100 °C και μόλις φτάσει αυτή τη θερμοκρασία και μετά τα 10 λεπτά ρυθμίζεται υψηλότερη θερμοκρασία. Το ίδιο γίνεται ανά 100 °C μέχρι τους 500 °C και τέλος τους 550 °C.
 4. Μόλις ο κλίβανος φτάσει την επιθυμητή θερμοκρασία (550°C) παραμένει με τα δείγματα για τρεις ώρες .
 5. Τέλος ο κλίβανος ρυθμίζεται στους 30°C και ανοίγει η πόρτα όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 40°C.
 6. Στη συνέχεια τα δείγματα αφαιρούνται και ακολουθεί η επόμενη διαδικασία που έχει σκοπό να δημιουργηθεί το τελικό διάλυμα ανόργανων αλάτων, από το οποίο θα προσδιοριστεί η τελική συγκέντρωση των στοιχείων:
 - Σε κάθε κάψα προστίθενται 5ml πυκνού νιτρικού οξέος HNO_3 και ξεπλένεται με 5ml απεσταγμένο νερό.
 - Το διάλυμα τοποθετείται σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml, αφού περάσει από ηθμό τοποθετημένο σε χωνί.
 - Τέλος συμπληρώνεται η ογκομετρική φιάλη με απεσταγμένο νερό μέχρι την χαραγή των 50ml. Το διάλυμα μεταφέρεται σε πλαστικά μπουκάλια για αποθήκευση σε ψυγείο υπό θερμοκρασία 4°C μέχρι την ανάλυση των δειγμάτων.

γ. Μέτρησεις Καλίου και Νατρίου

Ο προσδιορισμός του καλίου και νατρίου έγινε με τη χρήση φλογοφωτομέτρου. Η διαδικασία προσδιορισμού βασίζεται στο φαινόμενο ότι τα άλατα μεταλλικών κατιόντων αναγόμενα στη θερμοκρασία οξειδωτικής φλόγας ιονίζονται και εκπέμπουν ακτινοβολία χαρακτηριστικού μήκους κύματος. Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία απομονώνεται από οπτικό φίλτρο. Στη συνέχεια η ακτινοβολία προσπίπτει και ενεργοποιεί φωτοκύτταρο, του οποίου το παραγόμενο ρεύμα κατευθύνεται σε γαλβανόμετρο και προκαλεί ανάλογη απόκλιση. Η απόκλιση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του διαλύματος σε άλας. Τέλος, οι αναγνώσεις των διαλυμάτων που ελήφθησαν από τα δείγματα συγκρίνονται προς αυτές των πρότυπων διαλυμάτων, από τα οποία έχει χαραχτεί η χαρακτηριστική καμπύλη τόσο για το

κάλιο όσο και το νάτριο, μέσω της οποίας προσδιορίζονται τα ppm της ουσίας στα διαλύματα των δειγμάτων. Από τις γραφικές παραστάσεις για την αναγωγή της ένδειξης του οργάνου σε ppm K και Na αντίστοιχα χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες σχέσεις: % K = ppm(από καμπύλη αναφοράς) * 50 / ξηρό βάρος σε mg.

% Na = ppm(από καμπύλη αναφοράς) * 50 / ξηρό βάρος σε mg.

δ. Προσδιορισμός του Φωσφόρου

Για τον χρωματικό προσδιορισμό του φωσφόρου στο εκχύλισμα χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάπτυξης χρώματος κατά *Murphy-Riley*.

- Αντιδραστήριο Α. Θειικό οξύ (H_2SO_4): Σε ογκομετρική φιάλη του 1 lt. τίθενται 55.5 ml. πυκνού H_2SO_4 και προστίθεται απιονισμένο νερό μέχρι το ήμισυ του όγκου της φιάλης περίπου.

- Αντιδραστήριο Β. Μολυβδαινικό αμμώνιο: Διαλύονται σε περίπου 100 ml. θερμού απιονισμένου νερού 4.8 g $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$.

- Αντιδραστήριο Γ. Αντιμονυλοτρυγικό Κάλι: Διαλύονται σε περίπου 100 ml. θερμού απιονισμένου νερού 0.1097 g $KSbO C_4H_4O_6$.

Τα αντιδραστήρια Β και Γ προσθέτονται στη φιάλη με το αντιδραστήριο Α. Συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή. Το μίγμα αυτό είναι το αντιδραστήριο *Murphy-Riley*. Είναι σταθερό και διατηρείται επ'άριστον όταν τοποθετείται σε σκούρα φιάλη και φυλάσσεται σε 4 °C.

- Διάλυμα L-ασκορβικού οξέος: 0.4 g ανά 100 ml. αντιδραστηρίου *Murphy-Riley*. Το διάλυμα αυτό επειδή δεν διατηρείται επί μακρόν, παρασκευάζεται στον απαιτούμενο όγκο κάθε φορά που πραγματοποιείται η μέτρηση.

Ανάπτυξη του χρώματος: Σε ογκομετρικές των 50 ml. μεταφέρεται μέρος του εκχυλίσματος (με τον απαιτούμενο προς προσδιορισμό φώσφορο) συνήθως 2ml. Στη



συνέχεια πραγματοποιείται εξουδετέρωση του όξινου PH (ρύθμιση στο 7), προσθήκη 3-4 σταγόνες νιτροφαινόλης 1%. Προστίθεται με προχοΐδα NaOH 1M. έως ότου το χρώμα γίνει κίτρινο.

Εικόνα 11. Ανάπτυξη χρωμάτων του διαλύματος

Προσθέτονται 10 ml απιονισμένο νερό, στη συνέχεια 10 ml ακορβικό οξύ. Κατόπιν το διάλυμα αναδεύεται και συμπληρώνεται ο όγκος του με απιονισμένο νερό. Αφήνεται να ηρεμήσει για 20' περίπου προκειμένου να αναπτύξει χρώμα κυανό. Τελικά πραγματοποιείται η μέτρηση με το σπεκτοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 880 nm.

2.8 Μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας των δειγμάτων για τον προσδιορισμό του ρυθμού αφομοίωσης CO₂

Η μέτρηση αυτή ήταν αναγκαία για τον ακριβή προσδιορισμό του ρυθμού αφομοίωσης CO₂ που μετρήθηκε με το σαρωτή τύπου Hewlett Packard ScanJet 6200C. Η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Leaf Area (διαθέσιμο από τη βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου του Σέφιλντ – <http://www.shef.ac.uk/~nuocpe/ucpe/leafarea.html>).

Τα φύλλα τοποθετήθηκαν στην επιφάνεια του σαρωτή και το κάλυμμα έκλεισε προσεκτικά ώστε να επιτευχθεί όσον το δυνατό μεγαλύτερη επαφή του ελάσματος με την επιφάνεια σάρωσης. Πάνω από τα φύλλα τοποθετήθηκε λευκή σελίδα ως λευκό φόντο. Κατόπιν διενεργήθηκε σάρωση προεπισκόπησης, χρησιμοποιώντας τη σχετική λειτουργία του λογισμικού Leaf Area (Scan) και του λογισμικού του σαρωτή. Αφού επιλέχτηκε η επιθυμητή προς μέτρηση φυλλική επιφάνεια, σαρώθηκε σε ψηφιακή εικόνα. Οι ρυθμίσεις του σαρωτή επιλέχτηκαν έτσι ώστε η ψηφιακή εικόνα να είναι ασπρόμαυρη, η ανάλυση εικόνας 600dpi, χωρίς επιλογή μεγένθυσης. Στη συνέχεια η φυλλική επιφάνεια μετρήθηκε αυτόματα, χρησιμοποιώντας τη λειτουργία Measure του λογισμικού προγράμματος Leaf Area. Για τη βαθμονόμηση του λογισμικού με βάση τις ρυθμίσεις του σαρωτή, μετρήθηκαν γνωστές επιφάνειες από σχήματα που εκτυπώθηκαν με την εφαρμογή γραφικών (O'Neal, Landis & Isaacs, 2002; Askew, 2003).

2.9 Μέτρηση της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας (επί %) σε λάδι ανά ξηρό βάρος σάρκας γίνεται με εκχύλιση με οργανικό διαλύτη. Χρησιμοποιούνται συνήθως είτε ο διαιθυλαιθέρας είτε ο πετρελαϊκός αιθέρας. Η απολίπανση και η απόσταξη του δείγματος γίνονται ταυτόχρονα μέσα στην ίδια συσκευή, τη συσκευή Soxhlet. Η

συσκευή αποτελείται από τρία μέρη: α. τον υποδοχέα, β. τον εκχυλιστήρα, γ. το συμπυκνωτή.

Όργανα και υλικά

1. Συσκευή Soxhlet
2. Ειδική φύσιγγα (καρτούσα)
3. Οργανικός διαλύτης (πετρελαϊκός αιθέρας)
4. Φιαλίδια ζυγίσεως
5. Ζυγός ακριβείας
6. Βαμβάκι υδρόφιλο
7. Ξηροκλίβανος
8. Στεγνωτήριο

Εκτέλεση

1. Το δείγμα ψιλοθρυμματίζεται σε αναμεικτήρα και αφυδατώνεται μέχρι σταθερού βάρους σε ξηροκλίβανο θερμοκρασίας 102-105 °C.
2. Ποσότητα 3-5g μεταφέρονται στην ειδική φύσιγγα. Η ζύγιση γίνεται σε ζυγό ακριβείας.
3. Τοποθετείται βύσμα υδρόφιλου βάμβακα πάνω από το δείγμα και αναδιπλώνονται τα χείλη της ειδικής φύσιγγας προς τα μέσα. Η φύσιγγα μεταφέρεται στον εκχυλιστήρα της συσκευής.
4. Ζυγίζεται ο υποδοχέας της συσκευής.
5. Γεμίζεται ο υποδοχέας ως τη μέση με διαλύτη και ο εκχυλιστήρας μέχρι στάθμης ελαφρώς κατώτερης της καμπής του σιφώνα.
6. Η συσκευή συναρμολογείται αμέσως, ανοίγεται το νερό στον ψυκτήρα και θερμαίνεται ο υποδοχέας, ώστε να εξασφαλιστεί ο ομαλός βρασμός και η ομαλή υγροποίηση των ατμών του διαλύτη.
7. Στο τέλος της εκχύλισης και όταν θα γίνει ο τελευταίος σιφωνισμός απομακρύνεται η καρτούσα από τον εκχυλιστήρα και συνεχίζεται η απόσταξη μέχρι να φτάσει η στάθμη του διαλύτη σε επίπεδο ελαφρώς κατώτερο από την καμπή του σιφώνα. Τότε η απόσταξη διακόπτεται και απομακρύνεται η εστία.
8. Ο υποδοχέας μεταφέρεται σε περιστροφικό εξατμιστή για την απομάκρυνση όλης της ποσότητας του διαλύτη.

9. Συνεχίζεται η ξήρανση του υποδοχέα σε ξηροκλίβανο θερμοκρασίας 102-105 °C έως ότου πρακτικά να απομακρυνθεί όλος ο αιθέρας και να μην είναι αισθητή η οσμή του. Μεταφέρεται σε ξηραντήρα και στη συνέχεια ζυγίζεται σε ζυγό ακριβείας.

Η ελαιοπεριεκτικότητα προσδιορίζεται άμεσα αφαιρώντας το απόβαρο του υποδοχέα της συσκευής από το μεικτό βάρος και υπολογίζεται σε 100g ξηρού δείγματος.

2.10 Συγκομιδή και μέτρηση της παραγωγής



Ο καρπός ήταν ώριμος στο τελευταίο δεκαήμερο του Νοεμβρίου. Τότε συγκομίστηκε χειρωνακτικά με χτένες και στη συνέχεια συλλέχθηκε από τα πλαστικά δίχτυα πάνω στα οποία είχε πέσει. Τα πλαστικά δίχτυα είχαν τοποθετηθεί πάνω στο έδαφος κάτω από την κόμη του δένδρου. Μετά τη συγκομιδή οι καρποί τοποθετήθηκαν σε προσημειωμένους σάκους ελαιοσυλλογής με τον αριθμό κάθε δένδρου. Μετά τη συγκομιδή και προκειμένου να μην αλλοιωθούν τα χαρακτηριστικά των καρπών, οι σάκοι μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο όπου μετρήθηκε σε ζυγό η συνολική παραγωγή καρπών ανά δένδρο.

Εικόνα 12. Η συγκομιδή στο πειραματικό αγροτεμάχιο του δενδροκομείου

2.11 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Τα πειραματικά δεδομένα των δειγματοληψιών αναλύθηκαν με βάση το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, σύμφωνα με το οποίο η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων και η πάροδος του χρόνου λειτουργούν ως παράγοντες που

εφαρμόζονται στα κύρια τεμάχια. Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με ανάλυση της διασποράς, όπου επιλέχθηκε να γίνει στατιστική ανάλυση ανά δειγματοληψία και επί μέρους συγκρίσεις αυτών μεταξύ τους έτσι ώστε να εξακριβωθεί αν υπάρχει αλληλεπίδραση ή όχι. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά σε πίνακες και σχεδιαγράμματα ενώ οι στατιστικά σημαντικές διαφορές διαχωρίστηκαν με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Η παραγωγή των δένδρων την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο 2008-2009 από αυτήν του πειράματος

Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου από αυτήν που πραγματοποιήθηκε το πείραμα, τα δένδρα που έλαβαν μέρος στις επεμβάσεις αραίωσης του συνολικού τους φορτίου εμφάνισαν παραγωγές που δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αναλυτικά αποδίδονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4. Παραγωγή (μέσος όρος, kg/δένδρο) των πειραματικών δένδρων κατά τη προηγούμενη από το πείραμα χρονιά (2008).

	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Α	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Β	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Γ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ (Kg/δένδρο)	1.7	2.8	3.9

Σημ. Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Στον πίνακα 4 εμφανίζεται η παραγωγή (σε Kg) για κάθε επέμβαση που έχει πραγματοποιηθεί για την καλλιεργητική περίοδο πριν από αυτήν του πειράματος (2008). Οπότε η επέμβαση Α αναφέρεται σε αυτήν που τα δένδρα του πειράματος θα φέρουν το 100% του συνολικού δυνατικού φορτίου παραγωγής, η ομάδα Β το 50% και η ομάδα Γ το 0% αντίστοιχα για την περίοδο που εξελίσσεται το πείραμα.

3.2 Μέγεθος ελαιοκάρπων

Οι καρποί που συλλέχθηκαν μετρήθηκαν ως προς το μήκος τους και το πλάτος τους με διαστημόμετρο. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως δείχνει ο πίνακας 5.

Πίνακας 5. Διαστάσεις (μέσοι όροι) των καρπών των πειραματικών δένδρων κατά τη προηγούμενη από το πείραμα χρονιά (2008).

	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Α	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Β	ΕΠΕΜΒΑΣΗ Γ
ΜΗΚΟΣ	15.26	15.19	15.42
ΠΛΑΤΟΣ	10.24	10.32	10.41

Σημ. Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

3.3 Η επίδραση του φορτίου στην ανάπτυξη των δένδρων το 2009

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο μήκος των βλαστών της τρέχουσας βλάστησης των δένδρων έλαβαν χώρα στις 25-27 Ιουνίου και στις 27-30 Οκτωβρίου. Αυτές οι μετρήσεις έδειξαν πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος των βλαστών.

Πίνακας 6. Τα μήκη των βλαστών της τρέχουσας βλάστησης των δένδρων.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ 1 ^{ης} ΜΕΤΡΗΣΗΣ (cm.)	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ 2 ^{ης} ΜΕΤΡΗΣΗΣ (cm.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΗΚΟΥΣ (cm.)
0%	επάκριος: 13.5	επάκριος: 14.8	1.3
	α πλάγιος 7.2	α πλάγιος 8.1	0.9
	β πλάγιος 6.9	β πλάγιος 7.5	0.6
	γ πλάγιος 4.6	γ πλάγιος 5.1	0.5
	δ πλάγιος 2.4	δ πλάγιος 2.6	0.3
50%	επάκριος: 11.7	επάκριος: 12.7	1.1
	α πλάγιος 7.8	α πλάγιος 8.6	0.8
	β πλάγιος 6.6	β πλάγιος 7.3	0.7
	γ πλάγιος 3.4	γ πλάγιος 3.8	0.4
	δ πλάγιος 2.1	δ πλάγιος 2.3	0.2
100%	επάκριος: 10.9	επάκριος: 11.7	0.8
	α πλάγιος 7.5	α πλάγιος 8.1	0.6
	β πλάγιος 5.9	β πλάγιος 6.3	0.4
	γ πλάγιος 2.9	γ πλάγιος 3.2	0.3
	δ πλάγιος 1.5	δ πλάγιος 1.6	0.1

Σημ. Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα χαρακτηριστικά των δένδρων και αφορούν στην περιφέρεια του κορμού, στο ύψος των δένδρων, στις διαμέτρους των κόμewων, στις ακτίνες των κορμών, στα εμβαδά των εγκάρσιων τομών των κορμών και στους όγκους των κόμewων, φανερώνουν πως δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

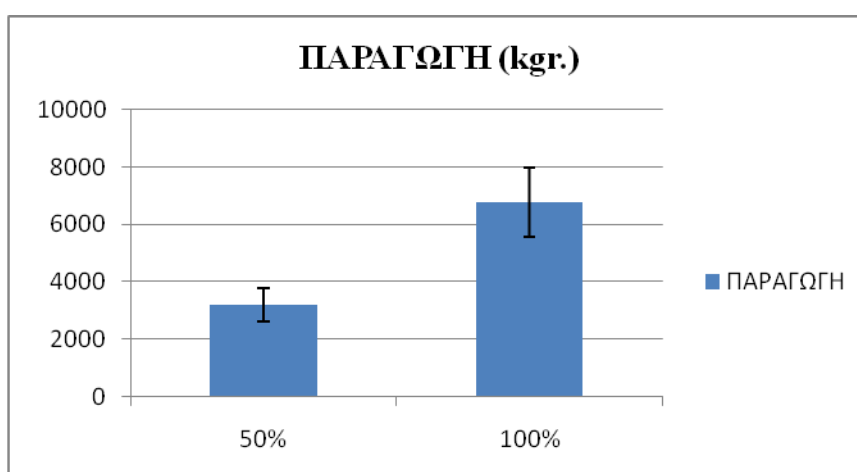
Πίνακας 7. Παράμετροι ανάπτυξης των βλαστών και των δένδρων το 2009.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Περιφέρεια κορμού (m.)	Υψος δένδρου (m.)	Διάμετρος κόμης (m.)	Ακτίνα κορμού(m.)	Εμβαδό Εγκάρσιας Τομής Κορμού (m ²)	Όγκος κόμης (m ³)
0%	0.23	3.48	2.45	0.036	0.004	11.05
50%	0.25	3.47	2.45	0.040	0.005	11.21
100%	0.24	3.56	2.92	0.038	0.005	12.22

Σημ. Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

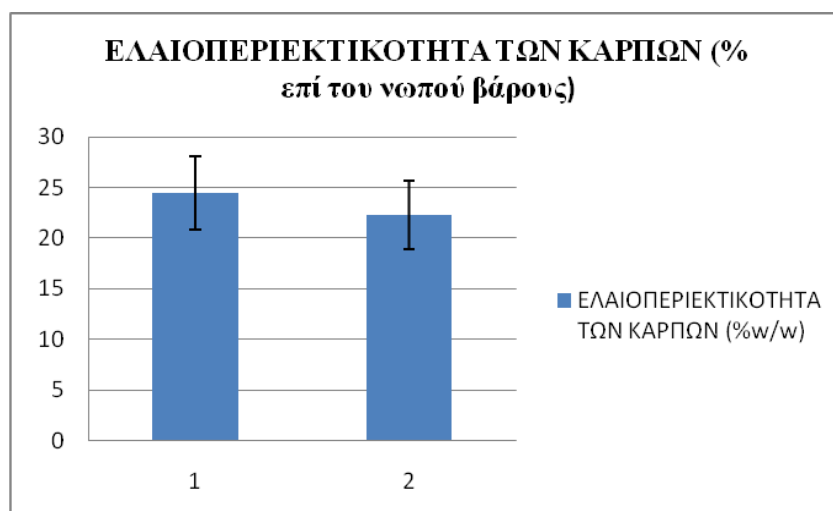
3.4 Η επίδραση του φορτίου στην παραγωγή των δένδρων και την ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών

Η συγκομιδή της συνολικής παραγωγής ανά δένδρο πραγματοποιήθηκε μεταξύ 25-29 Νοεμβρίου. Κατά τη χρονική στιγμή της συγκομιδής οι καρποί των ελαιόδενδρων βρίσκονταν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δένδρων που πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις που αφορούσαν στο 50% και στο 100% της συνολικής παραγωγής. Για να διαπιστωθεί ποιοι μέσοι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά χρησιμοποιείται η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς. Τα αποτελέσματα αυτά έδειξαν ότι στην επέμβαση 50% πράγματι τα δένδρα έφεραν το 50% του πλήρους φορτίου.



Διάγραμμα 2. Η μέση παραγωγή ανά επέμβαση. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση στην περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο των καρπών των δένδρων, όπου δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 3. Η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών ανά επέμβαση (2009), το 1 ανιστοιχεί στην επέμβαση 50%, το 2 στην 100%. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.5 Μέγεθος και βάρος ελαιοκάρπων

Οι καρποί που συλλέχθηκαν μετρήθηκαν ως προς το μήκος τους και το πλάτος τους με διαστημόμετρο και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 8. Μέσος όρος των διαστάσεων των ελαιοκάρπων ανά επέμβαση (2009).

	ΕΠΕΜΒΑΣΗ 50%	ΕΠΕΜΒΑΣΗ 100%
ΜΗΚΟΣ (mm.)	15.66	15.36
ΠΛΑΤΟΣ (mm.)	10.49	10.23

Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$

Πίνακας 9. Το μέσο βάρος των ελαιοκάρπων ανά επέμβαση που έχει πραγματοποιηθεί (2009).

	ΕΠΕΜΒΑΣΗ 50%	ΕΠΕΜΒΑΣΗ 100%
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ (gr)	1.01	0.98

Οι μέσοι εντός της στήλης δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$



Εικόνα 13. Ελαιόκαρποι που έχουν συγκομιστεί από το πειραματικό αγροτεμάχιο του Βοτανικού

3.6 ΣΑΚΧΑΡΑ

Στον πίνακα 10 φαίνεται που κυμαίνονταν οι συγκεντρώσεις των σακχάρων πριν την εφαρμογή των επεμβάσεων. Οι συγκεντρώσεις αυτές για την εποχή εκείνη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, μιας και δεν έχει γίνει ακόμη καμία επέμβαση. Παρολαυτά ο μάρτυρας έχει μικρότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα μεμονωμένα σάκχαρα.

Πίνακας 10. Οι συγκεντρώσεις των σακχάρων στα φύλλα, πριν την εφαρμογή των επεμβάσεων κατά το μήνα Μάρτιο.

Επέμβαση	Σάκχαρα						Συνολικά Σάκχαρα
	Σταχυόζη (mg/g ΞΒ)	Ραφινόζη (mg/g ΞΒ)	Γλυκόζη (mg/g ΞΒ)	Φρουκτόζη (mg/g ΞΒ)	Μανιτόλη (mg/g ΞΒ)	Σακχαρόζη (mg/g ΞΒ)	
0%	16.66	6.4	49.28	6.86	44.02	4.5	127.72
50%	21.74	9.18	58.11	7.33	50.5	3.8	150.66
100%	20.84	9.44	55.58	6.93	48.18	4.4	145.37

Οι επιμέρους συγκεντρώσεις των σακχάρων στα φύλλα αναλόγως των επεμβάσεων και των εποχών που έχουν πραγματοποιηθεί οι δειγματοληψίες, αναλύονται στη συνέχεια.

3.6.1 Μανιτόλη

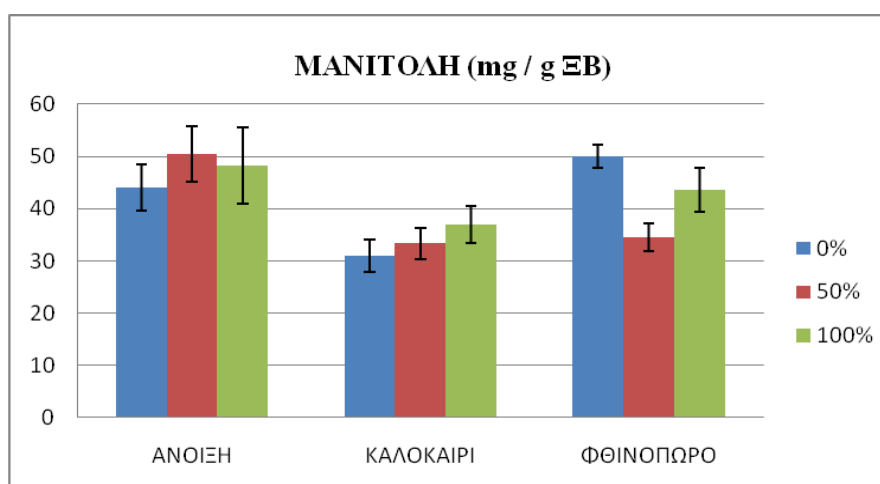
Μεταξύ των επεμβάσεων βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των συγκεντρώσεων της μανιτόλης για το φθινόπωρο, όπου η επέμβαση της ακαρπίας εμφανίζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις του σακχάρου. Ο πίνακας 11 δείχνει επιπλέον τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης και την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων.

Πίνακας 11. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της μανιτόλης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	44.02 ab	31.04 d	50.06 a	38.37
50%	50.5 a	33.32 cd	34.57 cd	39.46
100%	48.18 a	36.96 bcd	43.55 abc	42.9
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	48.42	33.77	42.73	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων της μανιτόλης στις διάφορες εποχές όπως μετρήθηκαν παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 4. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις της μανιτόλης στα φύλλα της ελιάς ανάλογα με τις διάφορες εποχές και τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.6.2 Φρουκτόζη

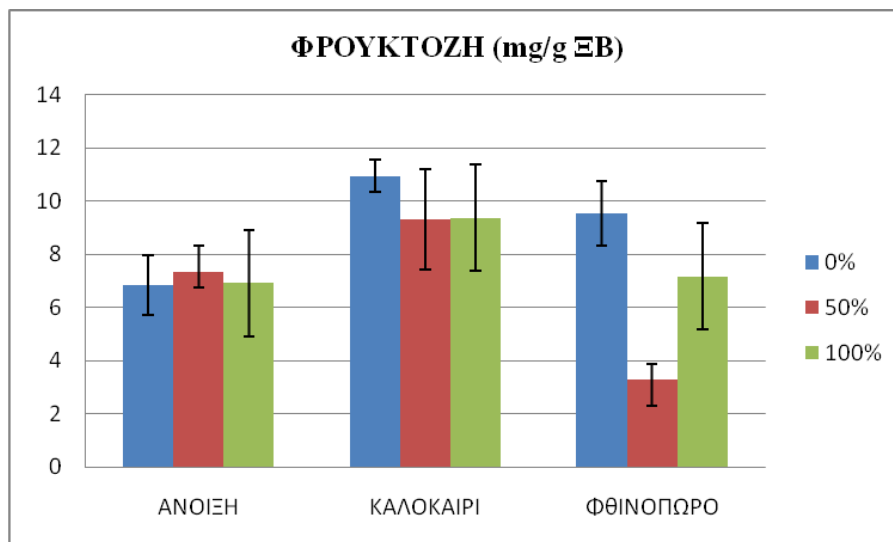
Στον πίνακα 12 φαίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώνεται μεταξύ του θέρους και των άλλων εποχών. Το καλοκαίρι παρατηρούνται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Πίνακας 12. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της φρουκτόζης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	6.86	10.94	9.52	9.11
50%	7.33	9.32	3.31	6.65
100%	6.93	9.38	7.16	7.82
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	7.04b	9.88a	6.66b	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Οι συγκεντρώσεις της φρουκτόζης παρουσιάζονται στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις της φρουκτόζης στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.6.3 Ραφινόζη

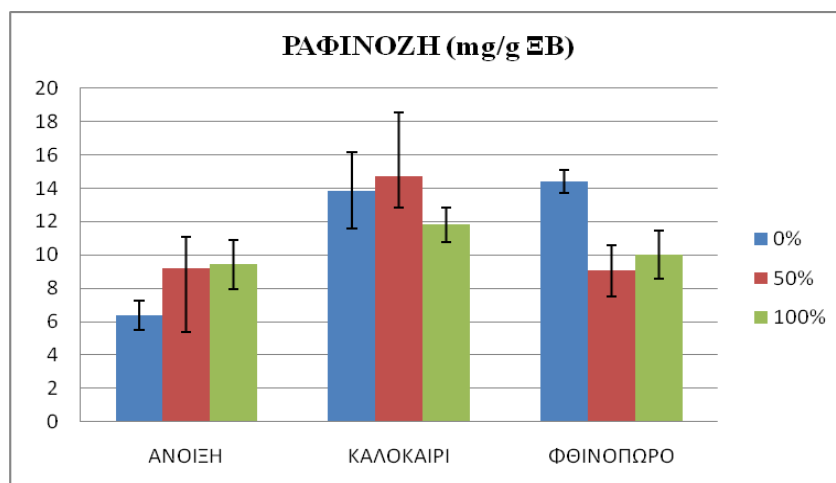
Ο πίνακας 13 δείχνει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις συγκεντρώσεις της ραφινόζης. Στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώνονται το φθινόπωρο που φαίνεται πως η παρουσία του φορτίου στα δένδρα επηρεάζει αρνητικά τη συγκέντρωση της ραφινόζης σε σύγκριση με το μάρτυρα (επέμβαση ακαρπίας).

Πίνακας 13. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της ραφινόζης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	6.4d	13.85a	14.39a	11.55
50%	9.18bcd	14.74a	9.05cd	10.99
100%	9.44cd	11.82abc	10.01abcd	10.42
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	8.34	13.47	11.15	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων της ραφινόζης παρουσιάζονται στο διάγραμμα 6.



Διάγραμμα 6. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις της ραφινόζης στα φύλλα ελιάς ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.6.4 Γλυκόζη

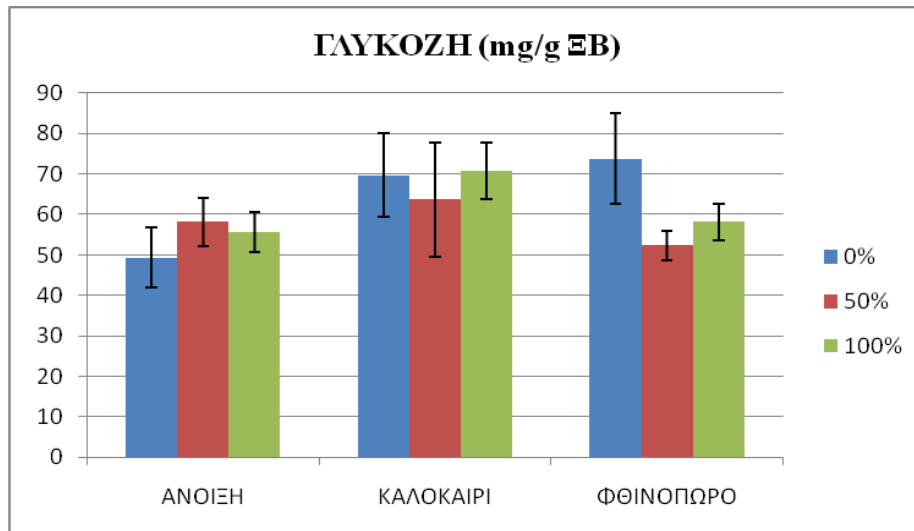
Στον πίνακα 14, παρουσιάζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων για τη γλυκόζη όπου στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν υπάρχουν. Το φορτίο όμως φαίνεται να μειώνει τις συγκεντρώσεις το φθινόπωρο.

Πίνακας 14. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της γλυκόζης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	49.28	69.72	73.79	64.26
50%	58.11	63.68	52.32	58.03
100%	55.58	70.75	58.19	61.51
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	54.32	68.05	61.43	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Στο διάγραμμα 7 εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις της γλυκόζης στα φύλλα για τις τρεις επεμβάσεις και τις τρεις εποχές που μετρήθηκαν.



Διάγραμμα 7. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις του σακχάρου γλυκόζη στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.6.5 Σταχυόζη

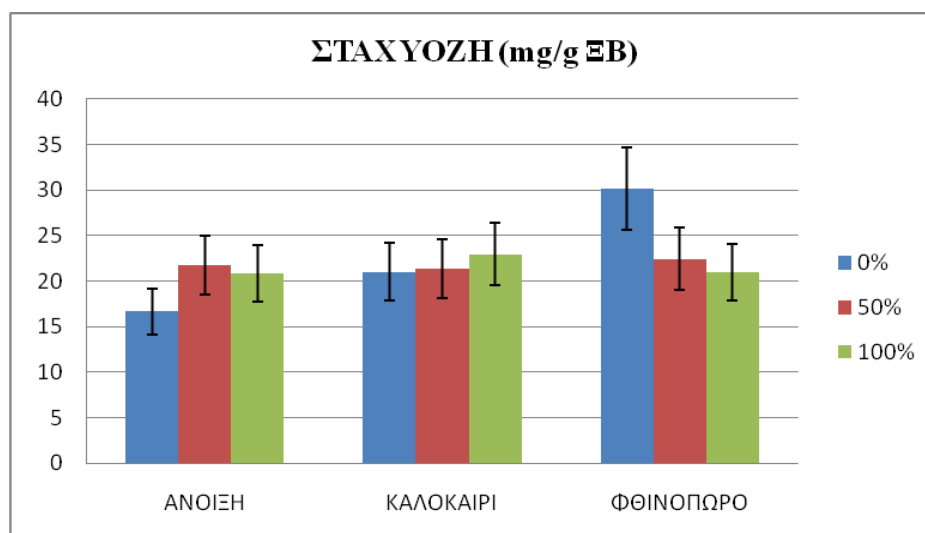
Στον πίνακα 15, παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις συγκεντρώσεις της σταχυόζης, στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν υπάρχουν. Το φθινόπωρο η παρουσία των καρπών μείωσε τις συγκεντρώσεις της σταχυόζης σε σχέση με το μάρτυρα.

Πίνακας 15. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της σταχυόζης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	16.66	21.04	30.14	22.61
50%	21.74	21.36	22.46	21.85
100%	20.84	22.94	20.96	21.58
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	19.75	21.78	24.52	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Στο διάγραμμα 8 εμφανίζονται γραμμικά οι συγκεντρώσεις της σταχυόζης στα φύλλα.



Διάγραμμα 8. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις της σταχυόζης στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.6.6 Σακχαρόζη

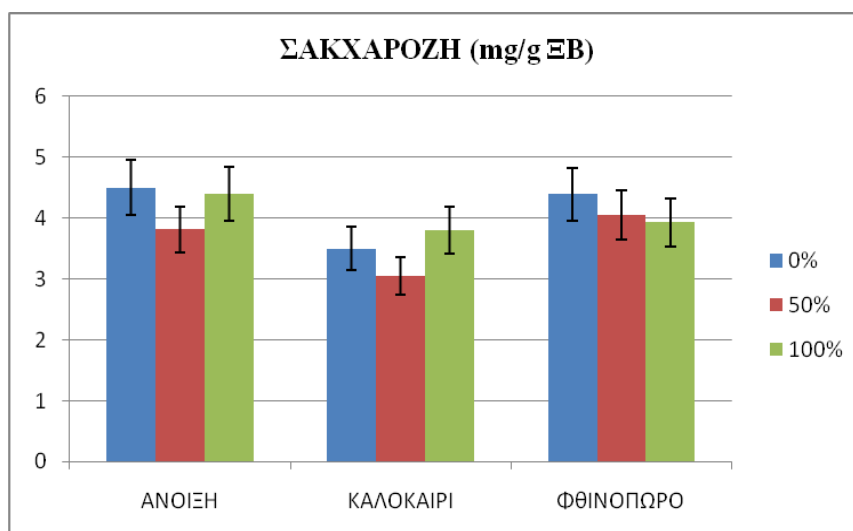
Στον πίνακα 16 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις συγκεντρώσεις της σακχαρόζης. Διαπιστώνεται πως η συγκέντρωση του συγκεκριμένου σακχάρου δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την εφαρμογή των επεμβάσεων στο φορτίο των δένδρων.

Πίνακας 16. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση της σακχαρόζης στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	4.5	3.5	4.39	4.13
50%	3.81	3.05	4.05	3.64
100%	4.4	3.8	3.92	4.04
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	4.24	3.45	4.12	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

Στο διάγραμμα 9 εμφανίζονται γραμμικά οι συγκεντρώσεις της σακχαρόζης στα φύλλα.



Διάγραμμα 9. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις της σακχαρόζης στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

Μετά την εφαρμογή των επεμβάσεων στα μέσα Μαΐου παρατηρείται πως οι συγκεντρώσεις της μανιτόλης επηρεάζονται στατιστικά σημαντικά τόσο από την εφαρμογή των τριών επεμβάσεων όσο και την πάροδο του χρόνου. Οι συγκεντρώσεις της φρουκτόζης και της ραφινόζης φαίνεται να επηρεάζονται στατιστικά σημαντικά μόνον από την πάροδο του χρόνου. Οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων σακχάρων δεν επηρεάζονται στατιστικά σημαντικά.

Πίνακας 17. Ανάλυση διασποράς του πειράματος που αφορά στην επίδραση των επεμβάσεων και του χρόνου στη συγκέντρωση των σακχάρων στα φύλλα.

Παράμετρος	Επέμβαση	Χρόνος	Επέμβαση*Χρόνος
Σταχυόζη	ns	ns	ns
Ραφινόζη	ns	p < 0.05	ns
Γλυκόζη	ns	ns	ns
Φρουκτόζη	ns	p < 0.05	ns
Μαννιτόλη	ns	p < 0.05	p < 0.05

Επεξήγηση: p= πιθανότητα, ns= μη στατιστικά σημαντική επίδραση, x= αλληλεπίδραση.

3.7 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

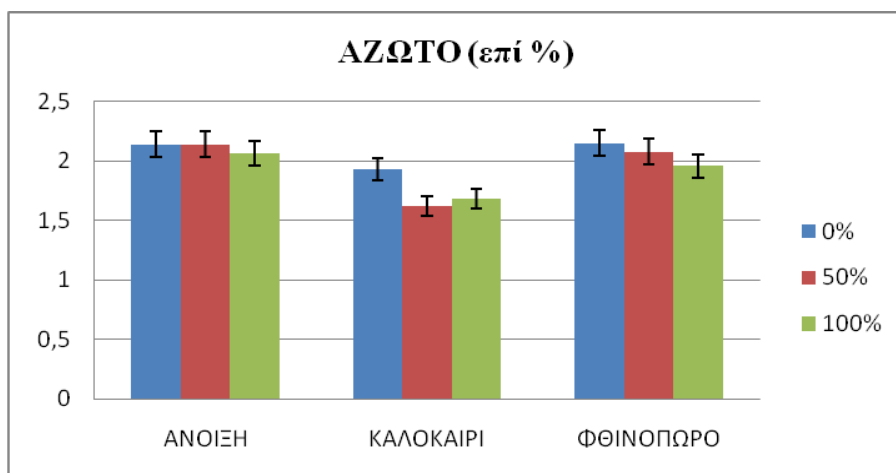
Ενδεικτικά δίνονται στον παρακάτω πίνακα οι φυσιολογικές τιμές των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα, που χρησιμεύουν ως οδηγός για τη διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης των ελαιόδενδρων (Beutel, Uriu, Lilleland, 1978). Οι τιμές αναφέρονται σε φύλλα καλώς αναπτυγμένα που μαζεύτηκαν από το ενδιάμεσο τμήμα ενός κλάδου κατά το μήνα Ιούλιο.

Πίνακας 18. Τιμές χημικής ανάλυσης των φύλλων για τη διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης των ελαιόδενδρων

Θρεπτικό στοιχείο	Μονάδα μέτρησης	Επίπεδα θρέψης	
		Τροφοπενία	Επιθυμητή Περιεκτικότητα
ΑΖΩΤΟ	%	< 1.4	1.5-2.0
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	%	-	0.1-0.3
ΚΑΛΙΟ	%	< 0.4	> 0.8
ΝΑΤΡΙΟ	%	-	> 0.2

3.7.1 Αζώτο

Στο διάγραμμα 10 φαίνονται οι συγκεντρώσεις και οι μεταβολές αζώτου, στις διάφορες εποχές που μετρήθηκαν.



Διάγραμμα 10. Οι συγκεντρώσεις του αζώτου στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

Ο πίνακας 19 δείχνει αναλυτικά τις τιμές και την ύπαρξη στατιστικά σημαντικά διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων και των εποχών. Η ύπαρξη των καρπών μείωσε τη συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα το καλοκαίρι αλλά και το φθινόπωρο.

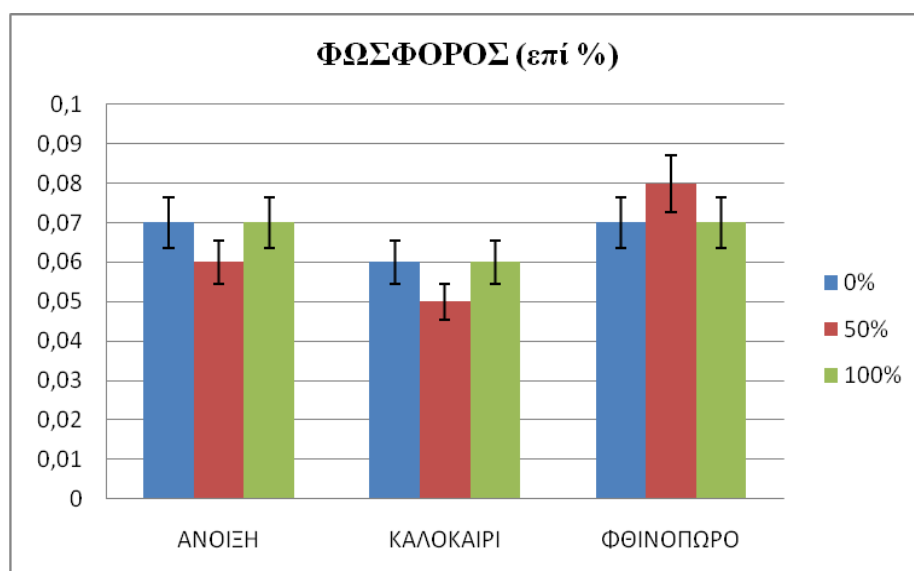
Πίνακας 19. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση του αζώτου (επί %) στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	2.14a	1.93b	2.15a	2.07
50%	2.14a	1.62c	2.08ab	1.95
100%	2.06ab	1.68c	1.96b	1.9
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	2.11	1.74	2.06	-

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

3.7.2 Φώσφορος

Στο σχεδιάγραμμα 11 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις για το φώσφορο, που αφορούν στις επεμβάσεις, στις εποχές όπως δείχνει και ο πίνακας 20 που περιέχει τη στατιστική ανάλυση.



Διάγραμμα 11. Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

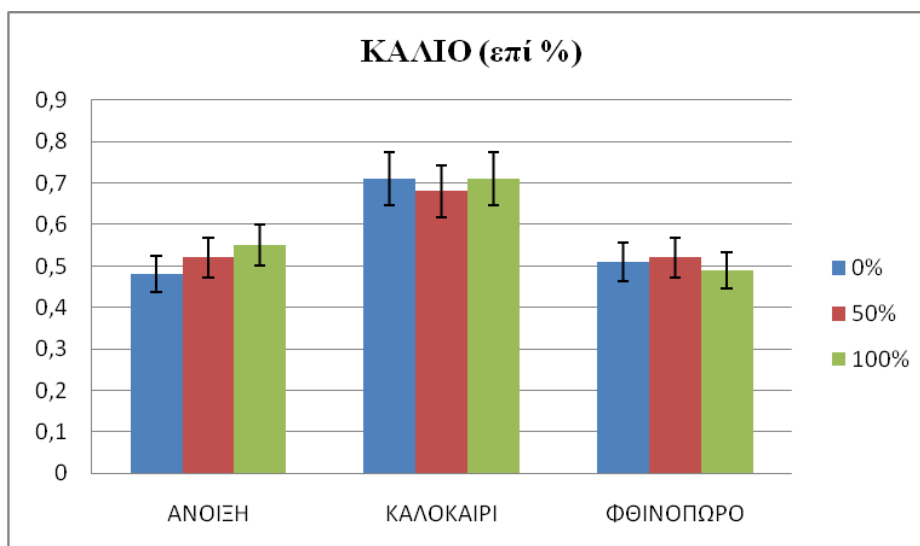
Πίνακας 20. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	0.07	0.06	0.07	0.07
50%	0.06	0.05	0.08	0.06
100%	0.07	0.06	0.07	0.07
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	0.07	0.06	0.07	-

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

3.7.3 Κάλιο

Για τις συγκεντρώσεις του καλίου, όπως εμφανίζονται στο διάγραμμα 12, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχών. Οι συγκεντρώσεις του θέρους κινούνται σε υψηλότερα επίπεδα από αυτές της άνοιξης και του φθινοπώρου, εποχές στις οποίες οι τιμές που λαμβάνουν είναι παρεμφερείς.



Διάγραμμα 12. Οι συγκεντρώσεις του καλίου στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

Ο πίνακας 21 που ακολουθεί, δείχνει επιπλέον τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

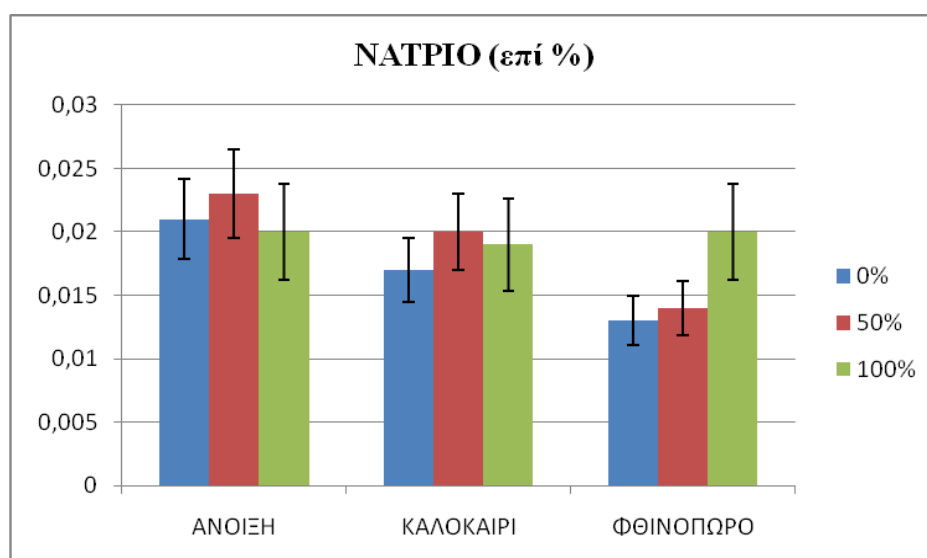
Πίνακας 21. Η επίδραση των διαφορετικών επεμβάσεων στη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα, κατά τις διαφορετικές εποχές.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Μ.Ο. ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
0%	0.48c	0.71a	0.51bc	0.57
50%	0.52bc	0.68a	0.52bc	0.57
100%	0.55bc	0.71a	0.49c	0.58
Μ.Ο. ΕΠΟΧΩΝ	0.52	0.7	0.51	

Επεξήγηση: οι μέσοι όροι εντός των στηλών που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

3.7.4 Νάτριο

Για τις συγκεντρώσεις του καλίου, όπως εμφανίζονται στο σχεδιάγραμμα 13, παρατηρείται πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχών. Οι συγκεντρώσεις του θέρους κινούνται σε υψηλότερα επίπεδα από αυτές της άνοιξης και του φθινοπώρου, εποχές στις οποίες οι τιμές που λαμβάνουν είναι παρεμφερείς.



Διάγραμμα 13. Οι συγκεντρώσεις του νατρίου στα φύλλα ανάλογα με τις εποχές και με τις επεμβάσεις. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.8 Η επίδραση του φορτίου στη φωτοσύνθεση

Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις, η πρώτη στις 9 Οκτωβρίου σε φύλλα βλαστών παρελθόντος έτους και η δεύτερη στις 13 Νοεμβρίου σε φύλλα τρέχουσας βλάστησης.

- Κατά την πρώτη μέτρηση σε φύλλα βλαστών παρελθόντος έτους διαπιστώθηκε πως οι πραγματοποιηθείσες επεμβάσεις επηρέασαν στατιστικά σημαντικά το ρυθμό αφομοίωσης CO₂ (A) και τη στοματική αγωγιμότητα (g_s). Αντίθετα η ενδοκυτταρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (Ci) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική μεταβολή. Ειδικά το φορτίο 100% αύξησε το ρυθμό αφομοίωσης CO₂.

Πίνακας 22. Η επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο ρυθμό αφομοίωσης CO₂ (A), στη στοματική αγωγιμότητα και στην ενδοκυτταρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (Ci).

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	A (μmol ² s ⁻¹)	g _s (μmol ² s ⁻¹)	ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO ₂ (ppm)
0%	6.97b	0.05b	129.17
50%	8.64b	0.07b	149.88
100%	12.48a	0.11a	160.53

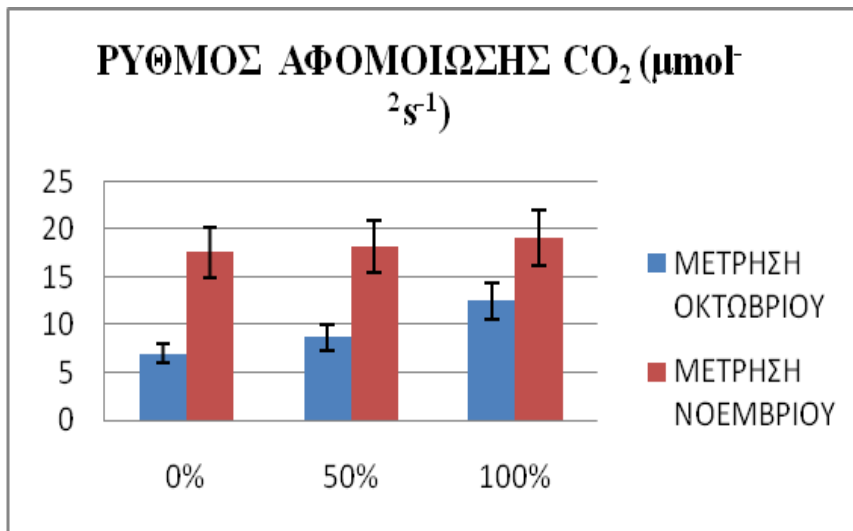
Επεξήγηση: οι μέσοι εντός της στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας α=0.05 (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).

- Κατά τη δεύτερη μέτρηση σε φύλλα βλαστών τρέχουσας βλάστησης διαπιστώθηκε πως δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές των παραπάνω μετρήσιμων στοιχείων σε σχέση με τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν.

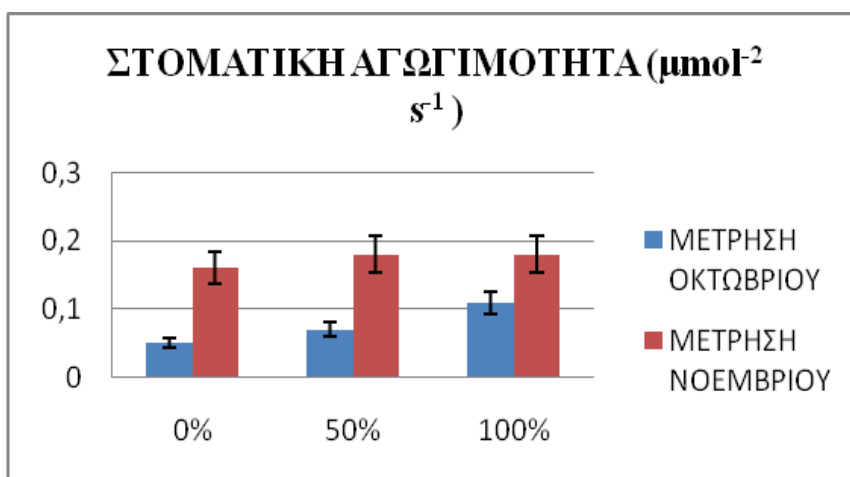
Πίνακας 23. Η επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο ρυθμό αφομοίωσης CO₂ (A), στη στοματική αγωγιμότητα και στην ενδοκυτταρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (Ci).

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	A (μmol ² s ⁻¹)	g _s (μmol ² s ⁻¹)	ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO ₂ (ppm)
0%	17.6	0.16	196.6
50%	18.1	0.18	226.6
100%	20.87	0.18	209.46

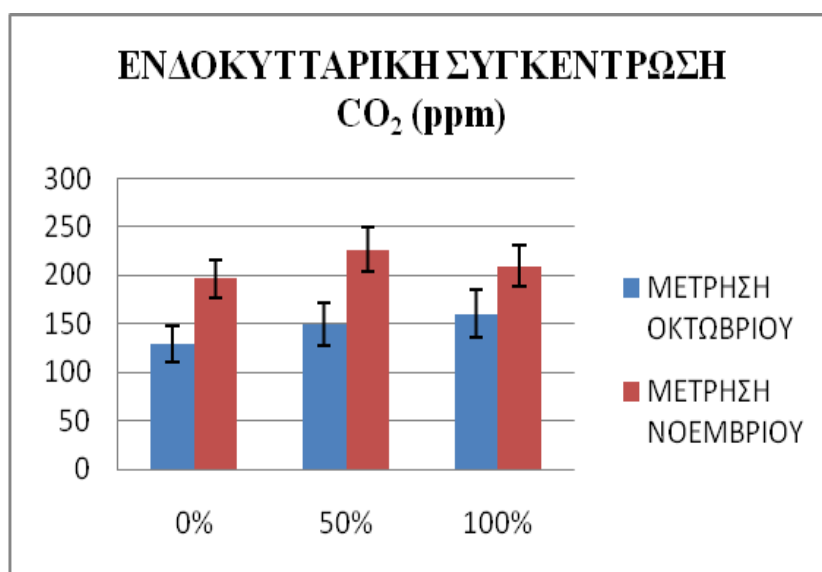
Επεξήγηση: οι μέσοι εντός της στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας α=0.05 (μέθοδος ελάχιστης σημαντικής διαφοράς).



Διάγραμμα 14. Οι ρυθμοί αφομοίωσης CO₂ κατά τις δύο μετρήσεις που ελήφθησαν στις 9 Οκτωβρίου και 13 Νοεμβρίου αντίστοιχα. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 15. Οι μεταβολές της στοματικής αγωγιμότητας κατά τις δύο μετρήσεις που ελήφθησαν στις 9 Οκτωβρίου και 13 Νοεμβρίου αντίστοιχα. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 16. Οι μεταβολές της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης κατά τις δύο μετρήσεις που ελήφθησαν στις 9 Οκτωβρίου και 13 Νοεμβρίου αντίστοιχα. Οι κάθετες μπάρες εκφράζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

3.9 Συσχετίσεις μεταξύ διαφόρων παραμέτρων

Σύμφωνα με τον πίνακα 24 παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της παραγωγής και του ρυθμού αφομοίωσης CO₂ της πρώτης μέτρησης σε φύλλα βλαστών παρελθόντος έτους (ενδεικτικά αναφέρεται ως Photo Οκτωβρίου).

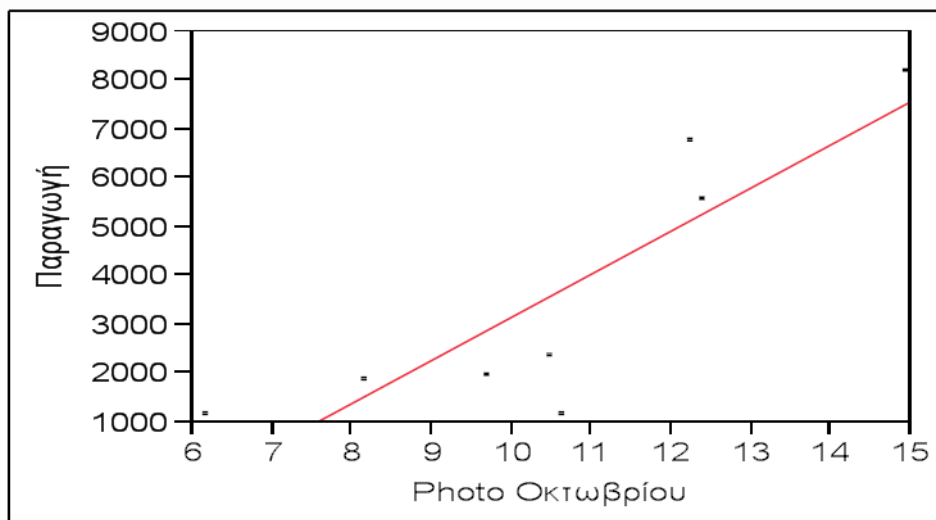
Πίνακας 24. Οι συσχετίσεις μεταξύ των ρυθμών αφομοίωσης CO₂ (A₁& A₂) με τα ολικά σάκχαρα καλοκαιριού και φθινοπώρου και της παραγωγής. Το * δηλώνει πως υπάρχει στατιστικά σημαντικός συντελεστής συσχέτισης σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ					
	Σάκχαρα Καλοκαιριού	Σάκχαρα Φθινόπωρου	Photo Οκτωβρίου (A ₁)	Photo Νοεμβρίου (A ₂)	Παραγωγή
Σάκχαρα Καλοκαιριού	1	-	-	-	-
Σάκχαρα Φθινόπωρου	-0.03	1	-	-	-
Photo Οκτωβρίου	-0.17	-0.48	1.00		
Photo Νοεμβρίου	0.30	-0.30	0.28	1.00	-
Παραγωγή	-0.004	-0.40	0.92 *	0.59	1.00

Η σχέση της προαναφερθείσας συµµεταβολής εκφράζεται από την εξής γραµµική εξίσωση: $X_{(Παραγωγή)} = -5656.1 + 882.1 * Y_{(Photo \text{ Οκτωβρίου})}$. Η ευθεία που περιγράφεται από την προηγούμενη εξίσωση εμφανίζει σημείο αποκοπής ίσο με -5656.171, συντελεστή παλινδρόμησης ή συµµεταβολής 882.14 και R² είναι το 0.739. Ο συντελεστής συµµεταβολής σύμφωνα με τον πίνακα 25 είναι στατιστικά σηµαντικός, που στην προκειµένη περίπτωση σηµαίνει πως η µεταβολή της συνολικής παραγωγής επηρεάζει σηµαντικά το ρυθµό αφοµοίωσης CO₂ του Οκτωβρίου.

Πίνακας 25. Εκφράζει την ανάλυση συμμεταβολής της συνολικής παραγωγής συναρτήσει του ρυθμού αφομοίωσης CO₂ που μετρήθηκε σε φύλλα βλαστών παρελθόντος έτους, το * δηλώνει πως ο συντελεστής συσχέτισης σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 είναι στατιστικά σημαντικός.

Ανάλυση Παλινδρόμησης				
Πηγή	ΒΕ	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F Πειράματος
Παλινδρόμηση	1	39726253	39726253	16.9619
Αποκλίσεις	6	14052497	2342082.8	Prob > F
Σύνολο	7	53778750		0.0062*



Διάγραμμα 17. Το ανώτερο διάγραμμα εξίσωσης συσχέτισης εκφράζει τη σχέση συμμεταβολής της συνολικής παραγωγής συναρτήσει του ρυθμού αφομοίωσης CO₂ που μετρήθηκε σε φύλλα βλαστών παρελθόντος έτους.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά λίγες ερευνητικές εργασίες που μελετούν την επίδραση του φορτίου στην ανάπτυξη και τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των δένδρων της ελιάς. Οι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση της πλήρους παραγωγής και της ακαρπίας των δένδρων στις συγκεντρώσεις των σακχάρων και των θρεπτικών συστατικών στα φύλλα, στη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων, στην ικανότητα για φωτοσύνθεση, και στην ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών. Παρόλαυτά οι μηχανισμοί με τους οποίους οι καρποί επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και γενικότερα την παραγωγή των δένδρων είναι υπό διερεύνηση. Στα πλαίσια αυτά εκπονήθηκε η παρούσα μελέτη με σκοπό τη διερεύνηση του μηχανισμού επίδρασης του φορτίου στη φωτοσύνθεση, τη θρεπτική κατάσταση και την παραγωγή των δένδρων καθώς και του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας γενικότερα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρουσία των καρπών επέδρασε σημαντικά στο ρυθμό αφομοίωσης CO_2 (P_N) και στη στοματική αγωγιμότητα (g_s) στα φύλλα του παρελθόντος έτους. Συγκεκριμένα τα φύλλα που βρίσκονταν σε δένδρα που έφεραν το 100% της παραγωγής εμφάνισαν αυξημένες τιμές P_N και g_s , οι οποίες είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές σε σύγκριση με τις πειραματικές επεμβάσεις που έφεραν το 50% και 0% της παραγωγής. Αντίθετα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά τα μεγέθη των προαναφερόμενων παραμέτρων στα φύλλα της τρέχουσας βλάστησης των διαφορετικών επεμβάσεων. Η διαφορετική αυτή επίδραση πιθανόν να οφείλεται στην παρουσία των καρπών, οι οποίοι βρίσκονται πλησιέστερα των παλαιών από τα νεότερα φύλλα. Είναι γνωστό πως οι περισσότερες αφομοιώσιμες ουσίες στους καρπούς παρέχονται από τα φύλλα που βρίσκονται στους ίδιους τους βλαστούς που μεγαλώνουν οι καρποταξίες (Rallo and Suarez, 1989). Επίσης παρατηρήθηκε ότι τα νεότερα φύλλα είχαν μεγαλύτερο ρυθμό αφομοίωσης CO_2 (P_N) από τα γηραιότερα. Συγκεκριμένα οι μέσες τιμές για τις τρεις επεμβάσεις ήταν 18.86 και 9.36 ($\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) για τα νεαρά και παλιότερα φύλλα αντίστοιχα. Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε για τη στοματική αγωγιμότητα μεταξύ των παλαιών και των νέων φύλλων, στα οποία οι μέσες τιμές κυμάνθηκαν στα 0.08 και 0.17 ($\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα σε φύλλα ελιάς μικρής και μεγάλης ηλικίας βρέθηκαν από τους Bongí

et al. (1987), που αναφέρουν πως οι τιμές φύλλων ηλικίας - 12-15 μηνών - για το ρυθμό αφομοίωσης CO₂ και τη στοματική αγωγιμότητα μειώθηκαν σημαντικά.

Σε μελέτη της φωτοσυνθετικής ικανότητας άλλης ποικιλίας ο Proietti (2000) έδειξε πως υπάρχουν ουσιώδεις εποχιακές και ημερήσιες μεταβολές στο ρυθμό αφομοίωσης CO₂ (P_N) και τη στοματική αγωγιμότητα (g_s). Αλλά το φορτίο των καρπών και η παρουσία ή απουσία καρπού στο βλαστό δεν έδειξε να επιδρά σημαντικά. Μία μόνο εξαίρεση για τις ληφθείσες μετρήσεις υπήρχε στις αρχές Ιουλίου, όταν φύλλα ενός έτους σε βλαστούς με καρπούς από παραγωγικά δένδρα παρουσίασαν ελαφρώς υψηλότερη τιμή P_N (περίπου 14.9 $\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) από όμοια φύλλα που βρίσκονταν σε βλαστούς δίχως καρπούς μη παραγωγικών δένδρων (περίπου 11.5 $\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$). Τα αποτελέσματα του δικού μας πειράματος του Βοτανικού παρουσίασαν τιμές που κυμάνθηκαν στα 6.97, 8.64 και 12.48 ($\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) αντίστοιχα σε παλιότερα φύλλα βλαστών που έφεραν το 0%, το 50% και το 100% της καρποφορίας τους και βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Η έλλειψη διαφορών που σχετίζεται με την παρουσία/απουσία καρπού και το γεγονός πως το P_N και η g_s δεν επηρεάστηκαν στα πειράματα του Proietti αποδόθηκε από τον ίδιο στη γρήγορη μετατόπιση των αφομοιώσιμων στοιχείων εντός του δένδρου. Σε ανάλογο πειράμα που πραγματοποιήθηκε σε δένδρα φυσικιάς (*cv. Aegenes*) παρατηρήθηκε πως οι παράμετροι P_N και g_s ήταν μεγαλύτερες ως τα μέσα Ιουνίου σε καρποφορούντα δένδρα από μη καρποφορούντα δένδρα (Vemmos, 1994), με τιμές 20.5 και 17 ($\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) αντίστοιχα για το P_N στις δύο επεμβάσεις. Από τα μέσα Ιουνίου και μετά οι εν λόγω τιμές μειώνονταν ελαφρώς ώστε να καταλήξουν περίπου όμοιες. Αντίθετα στη μηλιά δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο ρυθμό φωτοσύνθεσης μεταξύ καρποφορούντων βλαστών ($P_N=17 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) και μη καρποφορούντων βλαστών



($P_N=16.2 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$), ούτε επίσης βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη βλαστική ανάπτυξη (Palmer et al, 1991). Στη ροδακινιά οι Li et. al (2005) έδειξαν πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών P_N και g_s και της παρουσίας καρπών.

Εικόνα 14. Βλαστοί δένδρων του πειράματος σε πλήρη καρποφορία

Για τα επίπεδα που κυμάνθηκαν τα συνολικά σάκχαρα στο πείραμα οι μετρήσεις του Μαρτίου έδειξαν διαφορές (όχι στατιστικά σημαντικές) μεταξύ των επεμβάσεων, οι οποίες αποδίδονται στα διαφορετικά σε μέγεθος φορτία καρποφορίας που έφεραν τα δένδρα την προηγούμενη καλλιεργητική χρονιά από αυτή που πραγματοποιήθηκε το πείραμα (πίνακες 4 & 10). Επίσης διαπιστώθηκε πως η γλυκόζη εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης (49.28 mg/g ξ.β), χωρίς όμως να εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των εποχών. Ακολουθούσε σε ποσότητα η συγκέντρωση της μανιτόλης (44.02 mg/g ξ.β), της σταχυόζης (16.66 88 mg/g ξ.β), της ραφινόζης (6.04 mg/g ξ.β) και της φρουκτόζης (7.33 mg/g ξ.β). Στατιστικά σημαντικά διέφεραν οι συγκεντρώσεις της μανιτόλης στην εποχή του φθινοπώρου, όπου οι υψηλότερες τιμές περιεκτικότητας διαπιστώθηκαν στα δένδρα που ήταν σε ακαρπία (50.06 mg/g ξ.β) έναντι των επεμβάσεων 50% (34.57 mg/g ξ.β) και 100% (43.55 mg/g ξ.β). Φαίνεται πως υπήρξε μια αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων και των εποχών στις συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου σακχάρου στα φύλλα. Επίσης παρατηρήθηκε μία μείωση στη συγκέντρωση της μανιτόλης στα φύλλα που συλλέχθηκαν περί τα μέσα Ιουλίου (μέσος όρος 33.77 mg/g ξ.β) έναντι του Μαρτίου (μ.ο. 48.42mg/g ξ.β). Οι μεταβολές αυτές της μανιτόλης δείχνουν τη σημασία του αμυλοσάκχαρου στη φυσιολογία της ελιάς. Η μανιτόλη συσσωρεύεται και αποθηκεύεται στα φύλλα της ελιάς όπως και το άμυλο και χρησιμοποιείται για τις διάφορες ανάγκες του δένδρου. Στην προκειμένη περίπτωση το φθινόπωρο βρέθηκε σε μικρότερη συγκέντρωση στα φύλλα των καρποφόρων δένδρων λόγω υψηλότερων αναγκών των καρπών. Το καλοκαίρι επίσης μειώθηκε λόγω των αυξημένων αναγκών για την αρχική ανάπτυξη των καρπών και της νέας βλάστησης. Είναι γνωστό επίσης πως η αναλογία των σακχάρων σε φύλλα ελιάς επηρεάζεται από την εποχή δειγματοληψίας (Romani et al., 1994). Οι συγκεντρώσεις φρουκτόζης του πειράματός του Βοτανικού εμφανίστηκαν υψηλότερες στα φύλλα των δένδρων που ήταν σε ακαρπία, με μεγαλύτερες τιμές αυτές του καλοκαιριού (9.88 mg/g ξ.β) οι οποίες διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτές της άνοιξης (7.04 mg/g ξ.β) και του φθινοπώρου (6.66 88 mg/g ξ.β).

Οι Ulger et al. (2004) μελέτησαν επίσης τις συγκεντρώσεις των σακχάρων γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη σε δένδρα ελιάς ποικιλίας Memecik, κατά τη διάρκεια ενός έτους παραγωγικού και ενός μη παραγωγικού. Οι δειγματοληψίες έγιναν κατά την εποχή της διαφοροποίησης των οφθαλμών, της ανθικής επαγωγής και

της έναρξης διαφοροποίησης των οφθαλμών. Αντίθετα με τα αποτελέσματα της δικής μας μελέτης τα επίπεδα της φρουκτόζης (1.8 mg/g ξ.β) ήταν υψηλότερα στα δένδρα που βρίσκονταν σε παραγωγή. Συνολικά σε υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκε η γλυκόζη (30.08 mg/g ξ.β) ακολουθούμενη από τη σακχαρόζη και τη φρουκτόζη. Στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν για τα επίπεδα της φρουκτόζης, 1.8 mg/g ξ.β, 3.4 mg/g ξ.β και 2.6 mg/g ξ.β για τις τρεις δειγματοληψίες αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις της σακχαρόζης κυμάνθηκαν στα 2.3 mg/g ξ.β, 3.6 mg/g ξ.β και 3.7 mg/g ξ.β, με στατιστικά σημαντικές διαφορές να υπάρχουν μεταξύ της περιόδου διαφοροποίησης και των περιόδων επαγωγής και έναρξης διαφοροποίησης οφθαλμών. Εντούτοις τα επίπεδα της γλυκόζης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των καρποφόρων και μη δένδρων κατά τη διάρκεια των ίδιων περιόδων, με τιμές 30.8 mg/g ξ.β, 32.6 mg/g ξ.β και 31.2 mg/g ξ.β αντίστοιχα για τις τρεις δειγματοληψίες. Σε διετές πείραμα που πραγματοποιήθηκε κοντά στην πόλη της Βυρητού στην ποικιλία ελιάς Souri, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις των σακχάρων μεταξύ των καρποφορούντων και των μη καρποφορούντων δένδρων, ούτε επίσης των εποχών (Fahmy, 1958).

Οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων στο πείραμά μας ήταν υψηλότερες στα δένδρα που βρίσκονταν σε ακαρπία. Αναλυτικά τα επίπεδα του αζώτου ξεκίνησαν να μειώνονται από την άνοιξη και μετά, ενώ τον Ιούλιο εμφάνισαν μια ελάχιστη τιμή. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται σε κατανάλωση του N από τους καρπούς κατά τη διάρκεια της περιόδου που τα δένδρα ήταν σε καρποφορία. Οι τιμές του αζώτου σε όλες τις εποχές και επεμβάσεις είναι εντός των επιθυμητών επιπέδων περιεκτικότητας όπως φαίνονται στους πίνακες 18 & 19. Η υψηλή μεταβολή του καλίου στα φύλλα μεταξύ των εποχών, με εμφανή την ταχεία πτώση του μετά το καλοκαίρι δείχνει μεγάλη ζήτηση K από τα αναπαραγωγικά όργανα της ελιάς και κύρια τους καρπούς. Οι τιμές συγκέντρωσης του καλίου είναι μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις επιπέδων τροφopenίας, ωστόσο δεν βρίσκονταν στα επιθυμητά επίπεδα θρέψης που έχουν οριστεί για την ελιά (Πίνακας 18). Η αύξηση στις συγκεντρώσεις του εν λόγω στοιχείου από την άνοιξη στο καλοκαίρι οφείλεται πιθανόν στη λίπανση που πραγματοποιήθηκε περί τα τέλη Μαΐου με σκεύασμα που περιείχε κάλιο (450 gr axion green special ανά δένδρο, περιεκτικότητας 10% σε άζωτο, 5% σε φώσφορο, 20% σε κάλιο). Για το φώσφορο δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές μεταξύ των επεμβάσεων και των εποχών, αυτό πιθανόν να οφείλεται στις μικρές απαιτήσεις

της ελιάς και ειδικά των καρπών στο στοιχείο αυτό αλλά και στην ύπαρξη αρκετών ποσοτήτων του στοιχείου αυτού στο έδαφος.

Τα αποτελέσματα του πειράματος συμφωνούν με αυτά του Di Marco (1985), ο οποίος αναφέρει πως οι συγκεντρώσεις των στοιχείων αζώτου, φωσφόρου και καλίου είναι υψηλές στα φύλλα πριν από μία υψηλή παραγωγή. Τα δένδρα δηλαδή εξαντλούν τα αποθέματά τους κατά τη διάρκεια μιας υψηλής παραγωγικής περιόδου, αλλά ανακτούν μέρος από τα χαμένα τους αποθέματα αμέσως μετά τη συγκομιδή (González et al., 1973). Ανάλογο πείραμα πραγματοποιήθηκε από τους Fernández - Escobar et al. (1999), που αφορούσε στις εποχιακές διακυμάνσεις των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα ελιάς κατά την παρεννιαυτοφορία. Διαπιστώθηκε πως οι συγκεντρώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου επηρεάστηκαν από την παρουσία του φορτίου παραγωγής, καθώς εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές κατά τη διάρκεια του παραγωγικού έτους. Αντιθέτως στη μη παραγωγική χρονιά οι συγκεντρώσεις των εν λόγω στοιχείων ήταν υψηλότερες σε σύγκριση με την παραγωγική. Όμοια οι Fahmy et al. (1959) αναφέρουν πως οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του αζώτου και του καλίου κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε περιόδου, σχετίζονται με την αναπαραγωγική κατάσταση των δένδρων. Συγκεκριμένα οι τιμές αυτών των στοιχείων ήταν υψηλές στα μη καρποφορούντα δένδρα, στις αρχές του χειμώνα πριν την είσοδό τους σε λήθαργο (Διάγραμμα 1).

Οι μετρήσεις για τη βλαστική ανάπτυξη που ελήφθησαν στο πείραμα, έδειξαν πως οι μεγαλύτερες τιμές στις αυξήσεις των μηκών των βλαστών παρατηρήθηκαν για τα δένδρα που βρίσκονταν σε πλήρη ακαρπία, ακολουθούμενα από αυτά που έφεραν το 50% και στη συνέχεια το 100% της καρποφορίας τους. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δένδρων με διαφορετικό φορτίο όπως πιθανά αναμενόταν (Lavee, 2006). Το γεγονός πως το φορτίο στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν επηρέασε σημαντικά τη βλάστηση δικαιολογείται πιθανόν από τη νεαρή ηλικία των δένδρων του πειράματος (4 ετών), που σημαίνει πως η συμπεριφορά τους είναι εν μέρει διαφορετική από αυτή των ενηλίκων δένδρων. Παρόμοια αποτελέσματα στη βλαστική ανάπτυξη δένδρων σε ακαρπία, σε μερική καρποφορία και σε πλήρη καρποφορία αναφέρουν οι Londolini et al. (2006), οι οποίοι διαπίστωσαν διαφορές στη βλαστική ανάπτυξη ανάλογα με τις επεμβάσεις χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αυτών. Κατά τον Fahmy (1958) τα

δένδρα που βρίσκονταν σε παραγωγική χρονιά, εμφάνισαν σχετικά κοντούς βλαστούς την άνοιξη, άφθονη ανθοφορία και υψηλή παραγωγή. Αντίθετα τη μη παραγωγική χρονιά τα ίδια δένδρα είχαν πλούσια βλαστική ανάπτυξη, ελάχιστη ανθοφορία και αμελητέα παραγωγή.

Θα μπορούσε να εξαχθεί το συμπέρασμα πως η παραγωγή σε ελαιόκαρπο εξαρτάται κυρίως από τη βλαστική αύξηση της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου, καθώς γνωρίζουμε πως ο βαθμός βλαστικής ανάπτυξης σε κάθε ειδική περίοδο βρίσκεται σε άμεση σχέση με το σύνολο των παρόντων καρπών πάνω σε κάθε βλαστό κατά τη διάρκεια της ίδιας χρονικής περιόδου. Η ισορροπία μεταξύ του συνόλου των αναπτυσσόμενων καρπών και της βλαστικής αύξησης σε οποιαδήποτε περίοδο ανάπτυξης θα επηρεάσει και θα ελέγξει την εν δυνάμει παραγωγή σε καρπό για την επόμενη περίοδο. Για τη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων ο Lavee (2006) διαπιστώνει πως το μη παραγωγικό έτος χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση μιας έντονης βλαστικής ανάπτυξης. Οι σχετικά ζωνιοί και μακρείς βλαστοί κατά τη διάρκεια του μη καρποφόρου έτους φέρουν ένα μεγάλο αριθμό καλοσχηματισμένων οφθαλμών, οι οποίοι κάτω από κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες είναι έτοιμοι να διαφοροποιηθούν σε αναπαραγωγικούς. Ο μεγάλος αριθμός των οφθαλμών που δυνητικά θα μπορούσαν να διαφοροποιηθούν σε κάποιους αναπαραγωγικούς είναι η βάση για ανασύσταση ενός εκτεταμένου αριθμού ανθοταξιών, ο οποίος συνήθως οδηγείται σε ανάπτυξη την επόμενη παραγωγική χρονιά. Αντίθετα σε πολύ παραγωγικές περιόδους οι λίγοι πλάγιοι οφθαλμοί που παρακινούνται σε βλαστική ανάπτυξη εμφανίζουν σχετικά αδύναμους βλαστούς καθώς και η ανάπτυξη των επάκριων βλαστοφόρων οφθαλμών έχει ανασταλεί. Υπό αυτές τις συνθήκες το σύνολο των βλαστών, το μήκος τους και συνεπώς ο αριθμός των οφθαλμών προς διαφοροποίηση και παραγωγή το επόμενο έτος, είναι σε πολύ χαμηλές τιμές. Άλλωστε είναι γνωστό πως η υψηλή παραγωγή εξαντλεί τα αποθέματα σε υδατάνθρακες και μειώνει τη βλαστική ανάπτυξη των ελαιόδένδρων (Lavee, 1986). Συμπερασματικά τα ελαιόδενδρα με χαμηλό επίπεδο ανθοφορίας εμφανίζουν καλύτερη ποιότητα ανθέων και αναλογικά υψηλότερο ποσοστό καρπόδεσης, το εν λόγω φαινόμενο δείχνει μια τάση να αντισταθμιστεί η χαμηλή καρποφορία (Cuevas et al., 1994)

Η συσχέτιση του ρυθμού αφομοίωσης CO₂ των φύλλων του παρελθόντος έτους (συμβατικά αναφέρεται ως Photo Οκτωβρίου) με την παραγωγή σε ελαιόκαρπο έδειξε

πως υπάρχει μια συσχέτιση των δύο παραμέτρων που εκφράζεται από τη σχέση που ακολουθεί:

$$X_{(\text{Παραγωγή})} = -5656.1 + 882.1 * Y_{(\text{Photo Οκτωβρίου})}$$

Στην προκείμενη περίπτωση η συγκεκριμένη εξίσωση σημαίνει πως το μέγεθος της συνολικής παραγωγής επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό αφομοίωσης CO₂ στα φύλλα ηλικίας άνω του ενός έτους.

Η επίδραση του αυξημένου φορτίου στη μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών όπως αναμένονταν (εμπειρική γνώση) δεν επαληθεύτηκε στη μελέτη αυτή αφού δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική μείωση μεταξύ των δύο επεμβάσεων (Διάγραμμα 2). Η διαφορά που βρέθηκε μεταξύ των επεμβάσεων 50 και 100% είναι μικρή. Επίσης το ανάλογο βρέθηκε και για το μέγεθος και το μέσο βάρος των καρπών μεταξύ των δύο επεμβάσεων, όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 5 & 6). Αντίθετα σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε ελαιώνας υπέρπυκνης φύτευσης στη Μεντόζα της Αργεντινής από τους Puertas & Sandras (2010), βρέθηκε πως υπάρχει μια άμεση σχέση μεταξύ της απόδοσης των καρπών και του αριθμού των καρπών η οποία αντιστάθμιζε εν μέρει την χαμηλή παραγωγή των δένδρων με μεγαλύτερους καρπούς. Οι διαφορές αυτές μπορεί ν' αποδοθούν στα διαφορετικά συστήματα φύτευσης και δείχνουν ότι στην υπέρπυκνη έχουμε μεγαλύτερη επίδραση στη μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας και του βάρους των καρπών σε σχέση με την απλή πυκνή φύτευση. Στην υπέρπυκνη φύτευση το φορτίο των δένδρων επηρέασε το μέγεθος των καρπών κυρίως μέσω των μεταβολών στο ρυθμό ανάπτυξης των καρπών. Το υψηλότερο νωπό βάρος του καρπού αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου για μια ευρεία κλίμακα μεγέθους καρπών, την ίδια στιγμή που και οι δύο μεταβλητές (απόδοση και αριθμός των καρπών) ήταν άμεσα συσχετισμένες με την παραγωγή σε ελαιόλαδο.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο που έλαβε χώρα το πείραμα στο δενδροκομείο το Γ.Π.Α, εξήχθησαν ορισμένα συμπεράσματα που αφορούν στην επίδραση του φορτίου στη φωτοσύνθεση και τη θρεπτική κατάσταση και την παραγωγή των δένδρων.

Τα γενικά συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:

- Το φορτίο μείωσε τις συγκεντρώσεις της μανιτόλης κατά τις εποχές του καλοκαιριού και του φθινοπώρου. Οι συγκεντρώσεις της φρουκτόζης αυξήθηκαν την περίοδο του θέρους αλλά μειώθηκαν ιδιαίτερα σημαντικά για την επέμβαση 50% στο φθινόπωρο. Οι συγκεντρώσεις της ραφινόζης επίσης αυξήθηκαν στο καλοκαίρι αλλά μειώθηκαν ιδιαίτερα (σημαντικά για την επέμβαση 50%) το φθινόπωρο όπου φαίνεται πως η επίδραση του φορτίου υπήρξε σημαντική. Οι συγκεντρώσεις της γλυκόζης αυξήθηκαν το καλοκαίρι και μειώθηκαν το φθινόπωρο (ιδιαίτερα στα δένδρα που έφεραν το 50% και 100% της καρποφορίας τους). Η σταχυόζη δεν παρουσίασε ιδιαίτερη εποχιακή μεταβολή, αλλά το φθινόπωρο οι συγκεντρώσεις της ήταν χαμηλότερες στα καρποφόρα απ' ότι στα μη καρποφόρα δένδρα.

- Η παρουσία των καρπών στα δένδρα μείωσε σημαντικά τις συγκεντρώσεις του αζώτου στα φύλλα τους το καλοκαίρι. Η συγκέντρωση του καλίου αυξήθηκε σημαντικά και στις τρεις επεμβάσεις το καλοκαίρι στη συνέχεια όμως (το φθινόπωρο) μειώθηκε σημαντικά στα καρποφόρα δένδρα, που δείχνει τη μεγάλη ζήτηση Κ από την αύξηση του καρπού κατά την περίοδο αυτή. Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες εποχιακές μεταβολές ούτε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων.

- Η παρουσία των καρπών αύξησε το ρυθμό αφομοίωσης CO₂ και τη στοματική αγωγιμότητα στα φύλλα παρελθόντος έτους αλλά δεν τα επηρέασε σημαντικά στα φύλλα της τρέχουσας βλάστησης.

- Το μήκος της επάκριας βλάστησης και των πλάγιων βλαστών ήταν ελαφρώς αυξημένο στα μη καρποφόρα δένδρα χωρίς να είναι σημαντικές οι διαφορές τους από τα καρποφόρα.

- Το μέσο βάρος, το μέγεθος και η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών των δένδρων που αφέθηκαν με το 50% της καρποφορίας τους, ήταν ελαφρώς υψηλότερα από τις αντίστοιχες τιμές των δένδρων που έφεραν το 100% της καρποφορίας τους. Παρόλαυτά δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τις επεμβάσεις. Η διαφορά που βρέθηκε μεταξύ των επεμβάσεων 50 και 100% είναι μικρή, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική.

Μερικά από τα προαναφερθέντα αποτελέσματα του πειράματος στο δενδροκομείο του Γ.Π.Α δεν συμφωνούν πλήρως με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών. Η ηλικία των δένδρων φαίνεται να έχει έναν πρωτεύοντα ρόλο, μιας και τα δένδρα του πειραματικού αγρού δεν είναι ενήλικα ακόμη. Οπότε είναι πιθανό να εμφανίζεται μία διαφοροποίηση στα αποτελέσματα λόγω του ότι τα δένδρα του πειράματος δεν έχουν εισέλθει στη σταθερή φυσιολογική ζωή που εμφανίζουν τα ενήλικα δένδρα. Επίσης σημαντικό ρόλο φαίνεται να έχουν και τα γενετικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης ποικιλίας που είναι γνωστό ότι παρουσιάζει μία τάση επετειοφορίας και ότι εισέρχεται νωρίτερα σε καρποφορία σε σχέση με άλλες ποικιλίες.



Εικόνα 15. Βλαστοί δένδρων του πειράματος σε ακαρπία

Βιβλιογραφία Ελληνική

Βέμμος, Σ. (2009). Νεότερα συστήματα καλλιέργειας της ελιάς. Γεωργία – Κτηνοτροφία, (6): 34-38.

Βογιατζής, Δ., Κουκουρικού-Πετρίδου, Μ. (2004). Βιολογία οπωροκηπευτικών φυτών II – Η φυσιολογία της Ανάπτυξης. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.

Κωστελένος, Γ. (2008). Υπέρπυκνες γραμμικές καλλιέργειες της ελιάς. Έκδοση: Εύριπος εκδοτική. Αθήνα.

Δημουλάς, Ι. (1995). Η γονιμότητα της ελιάς. Γεωργική Τεχνολογία. Ιούνιος '95: 94-107.

Θεριός, Ι. Ν. (2005). Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.

Ποντίκης, Κ.Π. (2000). Ειδική δένδροκομία – Ελαιοκομία. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

Συμιλλίδης, Γ. (2010). Έρευνα-Πειραματισμός. Εγχειρίδιο εφαρμογών στις γεωπονικές και τις λοιπές βιολογικές επιστήμες. Γεωπονικό Πανπιστήμιο Αθηνών.

Βιβλιογραφία Ξενόγλωσση

Bongi, G., Mencuccini, M., Fortanazza, G. (1987). Photosynthesis of olive leaves: effect of light flux density, leaf age, temperature, peltates, and H₂O vapor pressure deficit on gas exchange. Journal American Horticulture Science, 112(1): 143-148.

Cuevas, J., Rallo, L., Rapoport, H.F. (1994). Croap load effects on floral quality in olive, Scientia Horticulturae, (59): 123-130.

Daie, J. (1985). Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. Horticult. Rev. (7): 69-108.

Di Marco, L. (1985). Concimazione, in *L'Olivo*, Baldini, E. and Scaramuzzi, F., Eds., REDA, Roma, pp. 80.

Fernández- Escobar, R., Moreno, R., García-Creus, M. (1999). Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, (82): 25-45.

Fahmy, I. (1958). Changes in carbohydrates and nitrogen content of Souri olive leaves in relation to alternate bearing. *Proceedings of American Society of Horticulture Science*, (72): 252-256.

Fahmy, I., Nasrallah, S. (1959). Changes in macro nutrient elements of Souri leaves in alternate bearing years. *Proceedings of American Society of Horticulture Science*, (74): 372-377.

Flora, L., & Madore, M. (1993). Stachyose and mannitol transport in olive (*Olea europea L.*). *Planta*, (189): 484-490.

Goldschmidt, E.E. (2005). Regulatory aspects of alternate bearing in fruit trees. *Italus Hortus*, (12): 11-17.

González, F., Chaves, M., Mazuelos, C. and Troncoso, A. (1973). Aspectos fisiológicos en la nutrición del olivar, variedad 'Manzanillo' de mesa. *An. Edafología y Agrobiología*, (32): 615-634.

Gregoriou, C. (1996). Assessment of variation of landraces of olive trees in Cyprus. *Euphytica*, (87): 173-176.

Hartmann, H. T. (1951). Time of floral differentiation of the olive in California. *Bot. Gaz.*, (112): 323-327.

Johnson, R. S., and Lakso, A. N. (1991). Approaches to modeling light interruption in orchards. *HortScience*, (26): 1002-1004.

Lavee, S. (1986). Olive in *Handbook of fruit set and development*, Monselise, S. P., Ed., CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, p. 261.

Lavee, S. (2006). Biennial bearing in olive (*Olea Europea L.*). *Olea FAO Olive Network*, 25 (2006) : 5-13.

Li, W.D., Li, S.H., Yang, S.H., Yang, J.M., Zheng, X.B., Li, X.D., Yao, H.M. (2005). Photosynthesis in response to sink-source manipulations during different phenological stages of fruit development in peach trees: regulation by stomatal

aperture and leaf temperature. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 80 (4): 481-487.

Londolini E.M., Neri D., Giorgi V., Savini G. (2006). Branch and plant defruiting: effects on productivity of four olive varieties in Marche Region. *Olivebiotech 2006, Second International Seminar, 5-10 November 2006, Marsala-Italy, Volume II*, pp. 161-164.

López, R.J., Hernández-Abreu, J.M., Pérez-Regalado, A., González Hernández, J.F. (1997). *Riego Localizado (2ª edición)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.

López- Sánchez de Paco, J.L. (1992). *Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y de drenaje*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.

Monselesse, P.S. & E. E. Goldschmidt (1982). Alternate bearing in fruit trees. *Hortic. Rev.*, (4): 128-173.

Morettini, A. (1950). *Olivicoltura*. 1st Ed. Ramo Editoriale degli Agricoltori, Rome.

Palmer, W. J., Cai, Y.-L., Edjamo, Y. (1991). Effect of part-tree flower thinning on fruiting, vegetative growth and leaf photosynthesis in Cox's Orange Pippin' apple. *Journal of Horticultural Science*, 66 (3): 319-325.

Proietti, P., Tombesi, A., Boco, M. (1995). Olive leaf photosynthesis in relation to leaf age and fruiting during the growing season. – *Italus Hortus* 3: 17-21.

Proietti, P. (2000). Effect of fruiting on leaf gas exchange in olive (*Olea europea* L.), *Photosynthetica*, 38 (3): 397-402.

Rallo, L., Suarez, M.P. (1989). Seasonal distribution of dry matter within the olive fruit – bearing limb. – *Adv. hort. Sci.* 3: 55-59.

Rallo, L., Barranco, D., Caballero, J., M., Carmen Del Río, Martín, A., Tous, J., Trujillo, I. (2005). *Variedades de olivo en España*. Coedición: Junta de

Andalucía – Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación – Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México.

Romani, A., Baldi, A., Tattini, M., & Vincieri, F. (1994). Extraction, Purification Procedures and HPLC-RI Analysis of Carbohydrates in Olive (*Olea Europea L.*) *Plants chromatographia*, 39 (1/2): 35-39.

Roose, M.L., Atkin, D., and Kupper, R.S. (1989). Yield and tree size of four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 114: 678-684.

Schobert, C., Lucas, W., Franceschi, V., Frommer, W. (2000). Intercellular transport and phloem loading of sucrose, oligosaccharides and amino acids. In R. Leegood, T. Sharkey & S. Von Caemmerer, *Photosynthesis: Physiology and Metabolism* (pp.249-274). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Tous, J. and Romero, A. (1991). Performance of five olive cultivars in Tarragona. *Agriculture, Revista Agropecuaria*, 60, 117: 909-113.

Tous, J., Romero, A., Hermoso J.F. (2006). High density planting systems, mechanization and crop management in olive. *Olivebiotech 2006*, Second International Seminar, 5-10 November 2006, Marsala-Italy, Special Seminars and invited lectures, pp. 423-430.

Trentacoste, E.R., Puertas, C.M., Sadras, V.O. (2010). Effect of fruit load on oil yield components and dynamics of fruit growth and oil accumulation in olive (*Olea Europea L.*). *European Journal of Agronomy*, 32(2010): 249-254.

Ulger, S., Sonmez, S., Karkacier, M., Ertoy, N., Akdesir, O., Aksu, M. (2004). Determination of endogenous hormones, sugars, and mineral nutrition levels during the induction, initiation and differentiation stage and their effects on flower formation in olive. *Plant Growth Regulation*, 42: 89-95.

Vavilov, N., I. (1951). *Phytogeographic basis of plant breeding. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Bot.*, 13: 1-366.

Vemmos, S., N. (1994). Net photosynthesis, stomatal conductance, chlorophyll content and specific leaf weight of pistachio trees (cv. Aegenes) as influenced by fruiting. *Journal of Horticultural Science*, 69 (5): 775-782.

Vemmos, S., N. (1999). Carbohydrate content of inflorescent buds of defruited and fruiting pistachio (*Pistacia vera L*) branches in relation to biennial bearing. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74 (1): 94-100.

Westwood, M. N. (1978). Plant efficiency. Growth and yield measurements. In temperate – Zone Pomology. Ed. W. H Freeman and Company, San Francisco, pp. 220-228.

Συνδέσεις στο διαδίκτυο:

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

<http://www.marm.es>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ