

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Διακύμανση συγκέντρωσης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα ελιάς σε σχέση με την καρποφορία



Σπουδάστρια: Αντωνοπούλου Χρυσάνθη

Εισηγήτρια: Δρ Άννα Ασημακοπούλου

Καλαμάτα 2010

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



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Διακύμανση συγκέντρωσης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα ελιάς σε σχέση με την καρποφορία

Σπουδάστρια: Αντωνοπούλου Χρυσάνθη

Εισηγήτρια: Δρ Άννα Ασημακοπούλου

Καλαμάτα 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, θεωρώ καθήκον μου να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου και εισηγήτρια της πτυχιακής μελέτης Δρα Άννα Ασημακοπούλου, Καθηγήτρια Εφαρμογών στη Δενδροκομία, για την πολύτιμη βοήθεια και την άψογη συνεργασία που είχαμε σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της μελέτης αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καλογερόπουλο Παναγιώτη και τον κ. Νηφάκο Καλλίμαχο για τη βοήθειά τους κατά την πραγματοποίηση των δειγματοληψιών και των χημικών αναλύσεων.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένεια μου για την υπομονή και την ηθική υποστήριξη που μου έδειξαν όλο αυτό τον καιρό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ.
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ	5
1.1.1. Ανάγκες της ελιάς σε θρεπτικά στοιχεία	5
1.1.2. Προσδιορισμός των λιπαντικών αναγκών της ελιάς	5
1.1.2.1. Χημική ανάλυση εδάφους	5
1.1.2.2. Πειράματα λίπανσης	6
1.1.2.3. Χημική ανάλυση φυτικών ιστών ή Φυλλοδιαγνωστική	6
1.1.2.3.1. Πρωτόκολλο δειγματοληψίας φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση	7
1.1.2.3.2. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης και ερμηνεία	9
1.2. ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ	
1.2.1. ΑΖΩΤΟ	10
1.2.1.1. Ο ρόλος του αζώτου	10
1.2.1.2. Η σημασία του αζώτου και η επίδραση του στην ελιά	10
1.2.1.3. Ο κύκλος του αζώτου	11
1.2.1.4. Μεταφορά του αζώτου	11
1.2.1.5. Αζωτούχα λιπάσματα	12
1.2.1.6. Συμπτώματα έλλειψης αζώτου	12
1.2.1.7. Η περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς σε άζωτο	13
1.2.2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ	14
1.2.2.1. Ο ρόλος του φωσφόρου	14
1.2.2.2. Η επίδραση του φωσφόρου στο ελαιόδενδρο	14
1.2.2.3. Αφομοίωση και κατανάλωση φωσφόρου	15
1.2.2.4. Φωσφορικά λιπάσματα	15
1.2.2.5. Τρόπος και χρόνος παροχής του φωσφόρου	15
1.2.2.6. Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε φώσφορο	15
1.2.3. ΚΑΛΙΟ	16

1.2.3.1. Ο ρόλος του καλίου	17
1.2.3.2. Συμπτώματα έλλειψης καλίου	17
1.2.3.3. Αφομοίωση και κατανάλωση του καλίου	18
1.2.3.4. Καλιούχα λιπάσματα	19
1.2.3.5. Τρόπος και χρόνος παροχής του καλίου	19
1.2.3.6. Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε κάλιο	19
1.2.3.7. Αλληλεπίδραση του καλίου με άλλα θρεπτικά στοιχεία	20
1.2.4. ΑΣΒΕΣΤΙΟ	21
1.2.5. ΜΑΓΝΗΣΙΟ	22
1.2.6. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	22
1.2.6.1. ΣΙΔΗΡΟΣ	23
1.2.6.2. ΜΑΓΓΑΝΙΟ	23
1.2.6.3. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	24
1.2.6.4. ΒΟΡΙΟ	24
1.2.6.5. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ	26
1.2.6.6. ΧΛΩΡΙΟ ΚΑΙ ΝΑΤΡΙΟ	26
1.2.6.6.1. Αντοχή της ελιάς στα άλατα	26
1.2.6.6.2. Περιεκτικότητα των φύλλων σε χλώριο και νάτριο	27
2. ΣΚΟΠΟΣ	27
3. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	28
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	31
4.1. Αποτελέσματα 1ης δειγματοληψίας	31
4.1.1. Άζωτο (N)	31
4.1.2. Φωσφόρος (P)	32
4.1.3. Κάλιο (K)	33
4.1.4. Ασβέστιο (Ca)	35
4.1.5. Μαγνήσιο (Mg)	35
4.1.6. Σίδηρος (Fe), Μαγγάνιο (Mn)	37
4.1.7. Ψευδάργυρος (Zn) και Χαλκός (Cu)	38
4.1.8. Βόριο (B)	40
4.1.9. ΟΛΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΘΡΕΨΗΣ	41
4.2. Αποτελέσματα 2ης δειγματοληψίας	43
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	46
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της διαφοροποίησης της θρεπτικής κατάστασης μεταξύ ελαιοδένδρων σε έτος καρποφορίας και ελαιοδένδρων σε έτος ακαρπίας. Επιπλέον, διερευνήθηκε η διαφοροποίηση της θρεπτικής κατάστασης μεταξύ φύλλων από μοναδικό κλάδο με καρπό που φερόταν σε δένδρο σε ακαρπία και φύλλων από το υπόλοιπο δένδρο. Γι' αυτό το λόγο, σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους, το Δεκέμβρη του 2008, όταν ο ελαιόκαρπος ήταν ακόμη πάνω στο δένδρο, και τον ερχόμενο Μάιο, δηλ. πέντε μήνες μετά τη συγκομιδή, συλλέγηκαν φύλλα για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση προκειμένου να προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις τους σε N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και B. Όλα τα πειραματικά ελαιόδενδρα βρίσκονταν στον ελαιώνα του Αγροκτήματος του ΤΕΙ Καλαμάτας και ήταν ποικιλίας Κορωνέικης, ξηρικά. Βρίσκονταν σε παραγωγική ηλικία, αναπτύσσονταν σε ομοιόμορφο έδαφος, δέχονταν παρόμοιες καλλιεργητικές φροντίδες και δεν είχε εφαρμοστεί καμμία χημική λίπανση κατά τα τελευταία πέντε χρόνια.

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της 1^{ης} δειγματοληψίας διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των μακροστοιχείων, η συγκέντρωση αζώτου και καλίου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Αντίθετα, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η συγκέντρωση φωσφόρου, ασβεστίου και μαγνησίου. Μεταξύ των ιχνοστοιχείων, η συγκέντρωση ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία σε σύγκριση με τη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία ενώ δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η συγκέντρωση σιδήρου και μαγγανίου, αντιστοίχως.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 2^{ης} δειγματοληψίας, όταν ο ελαιόκαρπος είχε ήδη συγκομιστεί πέντε μήνες πριν, διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση των φύλλων στα μακροστοιχεία N, P και K δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δένδρων σε καρποφορία και ακαρπία. Μόνο η συγκέντρωση Ca και Mg στα δένδρα σε καρποφορία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι στα δένδρα σε ακαρπία. Μεταξύ των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B, η συγκέντρωση κανενός από αυτά δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δύο κατηγοριών δένδρων. Κατά τη 2^η

δειγματοληψία, οι συγκεντρώσεις των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ των δένδρων που κατά την παρελθούσα χειμερινή περίοδο ήταν σε καρποφορία και ακαρπία, αντιστοίχως. Η επί πέντε μήνες απουσία της παραγωγής από τα δένδρα δεν αποτελούσε πλέον πόλο έλξης θρεπτικών στοιχείων, και ως εκ τούτου δεν προκάλεσε σημαντικές διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των δύο κατηγοριών δένδρων.

Όσον αφορά στη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα του μοναδικού κλάδου με καρπό που φερόταν πάνω σε δένδρο σε ακαρπία, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συγκέντρωση των περισσότερων στοιχείων, όπως N, K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu και B, κυμαινόταν σε παρόμοια επίπεδα με αυτά των δένδρων σε καρποφορία, παρότι τα δένδρα από όπου προερχόταν ο κλάδος βρισκόνταν σε ακαρπία.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

1.1.1. Ανάγκες της ελιάς σε θρεπτικά στοιχεία

Η ελιά αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές δενδρώδεις καλλιέργειες. Παρά τη μεγάλη όμως έκταση που καταλαμβάνει η ελιά σε παγκόσμια κλίμακα και στη χώρα μας, οι γνώσεις μας πάνω στη θρέψη της είναι λίγες, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες γνώσεις για τα υπόλοιπα οπωροφόρα δένδρα.

Στη χώρα μας, η ελιά είναι ένα από τα λιγότερο λιπαινόμενα φυτά. Η εγκατάλειψή της όσον αφορά στη χορήγηση των απαραίτητων στοιχείων προκύπτει από την άποψη ότι η ελιά είναι ένα δέντρο λιτοδίαιτο λόγω του πλούσιου ριζικού συστήματος που διαθέτει. Αυτό όμως δεν είναι ακριβές, ο δε όγκος του εδάφους που εκμεταλλεύεται είναι περιορισμένος. Συνέπεια αυτής της εγκατάλειψης είναι η παρεννιαυτοφορία, όπου μια μεγάλη σοδειά ακολουθείται από έλλειψη καρποφορίας τον επόμενο χρόνο. Επίσης η ελιά θεωρείται ότι ανέχεται τα αλατούχα εδάφη. Εν τούτοις, η ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία στερείται επαρκών πληροφοριών για τη συμπεριφορά όλων των γνωστών ποικιλιών ελιάς στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία καθώς και στα άλατα.

1.1.2. Προσδιορισμός των λιπαντικών αναγκών της ελιάς

Για τον προσδιορισμό των αναγκών της ελιάς σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι όπως η χημική ανάλυση εδάφους, η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση, τα μακροσκοπικά συμπτώματα καθώς και τα αποτελέσματα πειραμάτων λίπανσης.

1.1.2.1. Χημική ανάλυση εδάφους

Η ανάλυση εδάφους στηρίζεται στην προϋπόθεση ότι η ρίζα απορροφά τα θρεπτικά στοιχεία κατά τρόπο ποσοτικά συγκρίσιμο με την εκχύλιση που πραγματοποιείται στο Εργαστήριο με τα συνήθως χρησιμοποιούμενα εκχυλιστικά.

Είναι γεγονός ότι αντανακλά την εν δυνάμει διαθεσιμότητα των στοιχείων στο έδαφος που η ρίζα του φυτού μπορεί να απορροφήσει εφόσον όμως συντρέχουν ευνοϊκές για την ανάπτυξη και τη δραστηριότητα της ρίζας συνθήκες (υγρασίας, θερμοκρασίας, μικροβιακή δραστηριότητα, καλλιεργητικές τεχνικές κ.ά.).

Ως εκ τούτου, ακόμη και όταν η χημική ανάλυση του εδάφους παρουσιάζει μειωμένη ή αυξημένη συγκέντρωση ενός στοιχείου, δεν μπορεί να αποφανθεί κανείς εάν πράγματι και το φυτό θα παρουσιάσει αντιστοίχως έλλειψη ή περίσσεια.

1.1.2.2. Πειράματα λίπανσης

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη σύγκριση των παραγωγών που λαμβάνονται από ελαιοκαλλιέργειες που έχουν δεχθεί υπερβολική, κανονική ή μειωμένη λίπανση σε ένα ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία και στον καθορισμό των παραγόντων εκείνων που τις επηρεάζουν. Η μέθοδος αυτή όμως είναι αφενός μεν χρονοβόρα καθότι χρειάζονται μεγάλα χρονικά διαστήματα για να διεξαχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα αφετέρου τα αποτελέσματα της έχουν αξία μόνο για το συγκεκριμένο έδαφος και περιβάλλον στο οποίο εφαρμόστηκαν.

1.1.2.3. Χημική ανάλυση φυτικών ιστών ή Φυλλοδιαγνωστική

Με τη μέθοδο αυτή, που είναι γνωστή κυρίως ως φυλλοδιαγνωστική, προσδιορίζονται οι συγκεντρώσεις διαφόρων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των δένδρων.

Μεταξύ των διαφόρων φυτικών οργάνων αναλύονται συνήθως τα φύλλα γιατί αποτελούν το κύριο μεταβολικό όργανο του φυτού και ως εκ τούτου όλες οι μεταβολές εξαιτίας της εφαρμοζόμενης λίπανσης αποτυπώνονται στη σύστασή του. Οι μεταβολές αυτές είναι πιο εμφανείς σε ορισμένες φάσεις ανάπτυξης του φυτού, η περιεκτικότητα δε των φύλλων σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία στις διάφορες φάσεις της βλαστήσεως επηρεάζουν με τη σειρά τους την παραγωγή.

Είναι γνωστό ότι η ανάλυση των φύλλων αντανακλά την επίδραση όλων των παραγόντων στην καλλιέργεια και δίνει ολοκληρωμένη εικόνα των απορροφημένων από το φυτό θρεπτικών στοιχείων.

Ως εκ τούτου, είναι αδιανόητο να μελετήσει κανείς τη θρέψη μιας νέας καλλιέργειας ή μιας γνωστής καλλιέργειας αλλά εγκατεστημένης σε νέα περιοχή χωρίς την εφαρμογή της φυλλοδιαγνωστικής.

Από την άλλη μεριά όμως, η φυλλοδιαγνωστική δίνει ενδείξεις για τα αίτια της διαπιστούμενης ανωμαλίας, δεν αντικαθιστά την ανάλυση εδάφους.

Συμπερασματικά, η φυλλοδιαγνωστική σε συνδυασμό με την ανάλυση του εδάφους, το ιστορικό της καλλιέργειας και την εικόνα του αγρού αποτελούν τα βασικά εργαλεία για τη διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης των καλλιεργειών και κατά συνέπεια για την ορθολογική λίπανση και αντιμετώπιση διαφόρων θρεπτικών διαταραχών.

1.1.2.3.1. Πρωτόκολλο δειγματοληψίας φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

Επιλογή φύλλων

Η αξιοπιστία της ανάλυσης βασίζεται στο κατά πόσο το δείγμα των φύλλων που θα αναλυθεί είναι αντιπροσωπευτικό της γενικής θρεπτικής κατάστασης του ελαιώνα. Γι' αυτό το λόγο στο δείγμα δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται φύλλα από δένδρα που διαφέρουν ως προς την ποικιλία, την ηλικία, την παραγωγικότητα, προσβεβλημένα από ασθένειες ή έντομα, με μηχανικές ζημιές, με νεκρούς φυτικούς ιστούς καθώς και από περιοχές του ελαιώνα όπου το έδαφος διαφοροποιείται σημαντικά.

Εποχή συλλογής των φύλλων

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο μειώνεται με την ενηλικίωση των φύλλων ενώ η περιεκτικότητα αυτών σε ασβέστιο αυξάνει. Έτσι, όταν την άνοιξη αρχίζει η βλαστική δραστηριότητα, η περιεκτικότητα αζώτου, φωσφόρου και καλίου στα φύλλα μειώνεται σιγά-σιγά για να φτάσει τον Αύγουστο στο ελάχιστο. Ακολούθως αυξάνει μέχρι τον Οκτώβριο για το άζωτο και το φώσφορο ενώ σταθεροποιείται κατά το χειμώνα, μέχρι την έναρξη της νέας βλαστικής περιόδου. Η διακύμανση αυτή είναι η παρόμοια σε διάφορης ηλικίας φύλλα, είναι βέβαια πιο έντονη στα νεαρές ηλικίας λόγω της μεταβολής του αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Φυσιολογικά η μικρότερη τιμή N, P και K παρατηρείται κατά την περίοδο που έχει ξυλοποιηθεί πλήρως ο πυρήνας του καρπού. Η περίοδος αυτή

συνήθως συνοδεύεται και με πτώση των άωρων καρπών, η οποία πιθανόν οφείλεται σε έλλειψη των προαναφερόμενων στοιχείων. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποφευχθεί αν διατηρήσουμε υψηλό το επίπεδο των στοιχείων αυτών με την εφαρμογή της κατάλληλης λίπανσης.

Αντίθετα, η περιεκτικότητα των φύλλων σε ασβέστιο αυξάνει με την ενηλικίωση των φύλλων. Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα του ασβεστίου αυξάνει απότομα μετά την ανθοφορία (κατά την ανθοφορία παρατηρείται χαμηλή τιμή) και κυρίως κατά την περίοδο της ξυλοποίησης του ενδοκαρπίου.

Από την μεταβολή της περιεκτικότητας του αζώτου σε διάφορες φάσεις του φυτού μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα ως προς την εποχή συλλογής των φύλλων:

Κατά την περίοδο της ανθοφορίας δεν παρατηρούνται χαρακτηριστικές μεταβολές στη συγκέντρωση του στοιχείου και επομένως η περίοδος αυτή δεν θεωρείται κατάλληλη για δειγματοληψία. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο στην περίπτωση που η ανθοφορία διαρκεί πάνω από ένα μήνα.

Η ξυλοποίηση του ενδοκαρπίου αποτελεί ένα κατάλληλο για δειγματοληψία στάδιο, το οποίο μάλιστα μπορεί να καθοριστεί εύκολα.

Η ληθαργική περίοδος, η οποία διαρκεί 4-5 μήνες, χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη σταθερότητα των συγκεντρώσεων των στοιχείων N, P, K, Ca, Mg και γι' αυτό θεωρείται η πιο ευνοϊκή περίοδος για δειγματοληψία.

Η επιτυχημένη εφαρμογή της φυλλοδιαγνωστικής βασίζεται στην κατάλληλη δειγματοληψία που πρέπει να συμπεριλαμβάνει φύλλα αντιπροσωπευτικά της θρεπτικής κατάστασης του ελαιώνα. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται ώστε να απομονώνονται οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν τη σύσταση των φύλλων όπως το υποκείμενο, η ποικιλία, η ηλικία του δέντρου, η ηλικία των φύλλων, διάφορες εντομολογικές ή φυτοπαθολογικές προσβολές, καλλιεργητικές επεμβάσεις κτλ). Εφόσον σε έναν ελαιώνα παρατηρείται ετερογένεια αναφορικά με κάποιους από τους προαναφερόμενους παράγοντες, και κυρίως σε σχέση με τη γονιμότητα του εδάφους, τότε ο ελαιώνας θα πρέπει να διαιρείται σε μικρότερα τεμάχια που παρουσιάζουν σχετική ομοιογένεια.

Πρέπει να συλλέγεται επαρκής αριθμός φύλλων (όχι λιγότερα από 100) και σε κάθε περίπτωση από αριθμό δέντρων όχι μικρότερο του 5% του ελαιώνα. Η συλλογή των φύλλων γίνεται από το μέσο του βλαστού του τρέχοντος έτους και κατά το τέλος του φθινοπώρου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ένα πρωτόκολλο δειγματοληψίας φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση έχει ως εξής:

Κατά την περίοδο του χειμερινού λήθαργου, συλλέγονται φύλλα ηλικίας 5-8 μηνών (δηλ. από το Σεπτέμβρη μέχρι και το Δεκέμβρη), από το μέσο της βλάστησης του τελευταίου έτους, σε ύψος ένα έως δύο μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Από 25 περίπου δένδρα ανά ελαιώνα (ποσοστό όχι μικρότερο από το 5% του συνολικού αριθμού δένδρων), προχωρώντας κατά τη διαγώνιο του, συλλέγονται φύλλα από κάθε δέντρο που βρίσκεται δεξιά και αριστερά της διαγωνίου. Τα σημεία δειγματοληψίας πάνω σε κάθε δέντρο πρέπει να σχηματίζουν γωνία 90° μεταξύ τους ούτως ώστε να αντιπροσωπεύονται όλες οι πλευρές της κόμης. Ο ελάχιστος αριθμός φύλλων ανά δείγμα πρέπει να είναι περίπου 100.

1.1.2.3.2. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης και ερμηνεία

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της φυλλοδιαγνωστικής, μετά την ανάλυση των δειγμάτων, γίνεται με τη βοήθεια πινάκων πρότυπων συγκεντρώσεων. Σύμφωνα με αυτούς, οι ελαιώνες κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες θρεπτικής κατάστασης ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία όπως σχετικής έλλειψης, τροφωπενίας, κανονικής θρέψης και τοξικότητας. Επιπλέον, κατά την εκτίμηση της θρεπτικής κατάστασης της ελαιοκαλλιέργειας στην περίπτωση των μακροστοιχείων, εκτός των απόλυτων τιμών των συγκεντρώσεών τους, προσδιορίζονται και: α) η ολική θρεπτική κατάσταση του φυτού σε N, P και K, που εκφράζεται σε ποσοστό % του ξηρού βάρους και συμβολίζεται ως $S=N+10P+K$, και β) οι δείκτες φυσιολογικής ισορροπίας, που εκφράζουν τους λόγους της συγκέντρωσης κάθε μακροστοιχείου προς το ολικό επίπεδο θρέψης, δηλ.: $N/(N+10P+K)$, $10P/(N+10P+K)$ και $K/(N+10P+K)$.

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης δεν αφορά μια διαδικασία απλής σύγκρισης τιμών αλλά απαιτείται η συνεκτίμηση διαφόρων εμπλεκόμενων παραμέτρων. Γι' αυτό, ταυτόχρονα με την εκτέλεση της δειγματοληψίας συμπληρώνεται ειδικό έντυπο με πληροφορίες που αφορούν τον ελαιώνα, όπως το ιστορικό λίπανσης, άρδευσης, φυτοπροστασίας, αποδοτικότητας κ.ά. Είναι ευνόητο ότι είναι προτιμότερη η χρήση

πινάκων πρότυπων συγκεντρώσεων που δημιουργήθηκαν μετά από έρευνα σε ελληνικές συνθήκες, όμως τα διαθέσιμα σχετικά στοιχεία στη χώρα μας προέρχονται από αξιόλογες μεν αλλά μεμονωμένες εργασίες με αποσπασματικό χαρακτήρα. Έτσι τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης προέρχονται κυρίως από την διεθνή βιβλιογραφία.

Η φυλλοδιαγνωστική, παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της, έχει χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα τόσο για την εκτίμηση των αναγκών της ελιάς σε θρεπτικά στοιχεία όσο και για την διάγνωση τροφοπενιών και τοξικοτήτων.

1.2. ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

1.2.1. ΑΖΩΤΟ

Το άζωτο αποτελεί για την ελιά ένα εκ των κυρίων θρεπτικών στοιχείων από πλευράς βλάστησης και παραγωγής. Η επίτευξη υψηλών αποδόσεων είναι δυνατή μόνο με τη χορήγηση αζωτούχου λίπανσης είτε σε οργανική είτε σε ανόργανη μορφή.

Όταν υπάρχει έντονη έλλειψη αζώτου όχι μόνο οι αποδόσεις είναι χαμηλές ή μηδαμινές αλλά και η βλάστηση των ελαιόδεντρων παρουσιάζει σαφή συμπτώματα τροφοπενίας.

1. 2.1.1. Ο ρόλος του αζώτου

Το άζωτο διαδραματίζει τους εξής σημαντικούς ρόλους στην ελιά:

- Αποτελεί μέρος του μορίου των αμινοξέων, πρωτεϊνών, πουρινών, πυριμιδινών, νουκλεϊκών οξέων και της χλωροφύλλης.
- Ασκει μεγάλη επίδραση στη βλάστηση των ελαιοδένδρων.
- Αυξάνει την καρποφορία και μειώνει την παρενιαυτοφορία.
- Αυξάνει το ποσοστό των τέλειων ανθέων.

1.2.1.2. Η σημασία του αζώτου και η επίδραση του στην ελιά

Το 98% του αζώτου του εδάφους απαντάται σε οργανική μορφή. Για να χρησιμοποιηθεί από το δέντρο πρέπει να μετατραπεί σε ανόργανο άζωτο με τη διεργασία της αμμωνιοποίησης και της νιτροποίησης. Και οι δύο μορφές του

ανόργανου αζώτου μπορούν να απορροφηθούν από τα δέντρα, αλλά η απορρόφηση της αμμωνιακής μορφής είναι πιο βραδεία.

Το άζωτο ευνοεί τη βλάστηση και γενικότερα την ανάπτυξη του φυτού, αυξάνει την ποσότητα της χλωροφύλλης και την ικανότητά του να αφομοιώνει άλλα στοιχεία. Το ελαιόδεντρο αντιδρά γρήγορα στην προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων και δίνει αυξημένες σοδειές.

Πρέπει όμως να γνωρίζουμε πως η υπερβολική ποσότητα αζώτου κάνει το δέντρο πιο ευαίσθητο στον παγετό και τις μυκητολογικές παθήσεις. Η περίσσεια αζώτου εκδηλώνεται με πλούσια βλάστηση, μεγάλους λαίμαργους και βαθύ πράσινο χρώμα στην περιφέρεια του ελάσματος των μεγάλων φύλλων.

1.2.1.3. Ο κύκλος του αζώτου

Κανονικά τα φυτά απορροφούν το άζωτο στη νιτρική του μορφή, αλλά μπορούν να το απορροφήσουν και στην αμμωνιακή. Σε περιπτώσεις περίσσειας αζώτου, το άζωτο μέσα στο φυτό απαντάται σε ανόργανη μορφή. Αναφορικά με την κατανάλωση του στοιχείου κατά τη διάρκεια του χρόνου, αυτή ποικίλει, με μια αυξημένη απαίτηση κατά την έναρξη σχηματισμού της νέας βλάστησης μέχρι και την καρπόδεση, και μια άλλη κατά τη διάρκεια ξυλοποίησης του ενδοκαρπίου (Ιούλιος-Αύγουστος).

1.2.1.4. Μεταφορά του αζώτου

Το άζωτο μετά την απορρόφησή του από τη ρίζα μεταφέρεται με τα αγγεία του ξύλου στα ανώτερα μέρη του φυτού. Η μορφή με την οποία μεταφέρεται εξαρτάται από την απορροφώμενη μορφή και το μεταβολισμό της ρίζας.

Το $\text{NH}_4\text{-N}$ αφομοιώνεται στους ιστούς της ρίζας και μεταφέρεται στο φυτό με τη μορφή αμινοξέων. Το $\text{NO}_3\text{-N}$ μπορεί να μεταφέρεται αυτούσιο στους βλαστούς και στα φύλλα, αλλά αυτό εξαρτάται από το αναγωγικό δυναμικό των ριζών.

Συνεπώς, οι κύριες μορφές με τις οποίες το N μεταφέρεται στους αγωγούς ιστούς των φυτών είναι το $\text{NO}_3\text{-N}$ και τα αμινοξέα. Στα αγγεία του ηθμού δεν υπάρχουν νιτρικά ανεξάρτητα της μορφής της αζωτούχου θρέψεως και το N μεταφέρεται μόνο με τη μορφή αμινοξέων.

Το άζωτο μεταφέρεται κατά προτεραιότητα στα νεαρά φύλλα. Η ένταση του μεταβολισμού του N και ιδίως ο ρυθμός συνθέσεως πρωτεϊνών φαίνεται ότι καθορίζει την κατανομή του στα διάφορα μέρη του φυτού. Για το λόγο αυτό φυτά που

υποφέρουν από έλλειψη αζώτου εμφανίζουν τα πρώτα συμπτώματα στα μεγαλύτερης ηλικίας φύλλα. Στα φύλλα αυτά οι πρωτεΐνες έχουν υδρολυθεί και τα αμινοξέα που παρήχθησαν έχουν ανακατανομηθεί στις αυξανόμενες κορυφές και στα νεαρά φύλλα. Η πρωτεόλυση προκαλεί συρρίκνωση των χλωροπλαστών και συνεπώς μείωση του ποσού της χλωροφύλλης. Έτσι η χλώρωση των παλαιών φύλλων είναι το πρώτο σύμπτωμα της ανεπαρκούς αζωτούχου θρέψεως.

1.2.1.5. Αζωτούχα λιπάσματα

<u>Λιπάσματα</u>	<u>Χημικός τύπος</u>	<u>N%</u>
Ανυδρη αμμωνία	NH ₃	82
Θεική αμμωνία	(NH ₄) ₂ SO ₄	21
Νιτρική αμμωνία	NH ₄ NO ₃ +CaCO ₃	35
Ασβεστούχα Νιτρική Αμμωνία	NH ₄ NO ₃ +(NH ₄) ₂ HPO ₄	21
Νιτροθεική αμμωνία	NH ₄ NO ₃ +(NH ₄) ₂ SO ₄	26
Φωσφορικό αμμώνιο	(NH ₄) ₂ HPO ₄	21
Χλωριούχο αμμώνιο	NH ₄ Cl	26
Νιτρικό Νάτριο	NaNO ₃	16
Νιτρικό Κάλι	KNO ₃	14
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO ₃) ₂	15
Ουρία	CO(NH ₂) ₂	45
Κυαμιδίνη του ασβεστίου	CaCN	21

1.2.1.6. Συμπτώματα έλλειψης αζώτου

- Μικρή σε μήκος ετήσια βλάστηση, τα φύλλα της οποίας είναι μικρότερα του κανονικού και δεν έχουν το χρώμα των υγιών φύλλων της ελιάς αλλά παραμένουν ανοιχτοπράσινα, με περιορισμένη διάρκεια ζωής και πέφτουν γρήγορα.
- Μειωμένη καρπόδεση αποδίδεται συχνά σε μειωμένη χορήγηση N.
- Υπερβολική καρπόδεση όμως μπορεί να κάνει τους καρπούς μικρότερους του κανονικού, πράγμα το οποίο δεν είναι επιθυμητό στις επιτραπέζιες ποικιλίες ελιάς.
- Το ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης σε συνδυασμό με την πρόσληψη του στοιχείου αυξάνει την καρποφορία.

- Η υψηλή καθυστερημένη αζωτούχος λίπανση μειώνει την τάση για παρεννιαυτοφορία.

1.2.1.7. Η περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς σε άζωτο

Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε άζωτο κυμαίνεται συνήθως από 0,80-2,50 % ξ.ο. Οι μικρότερες τιμές απαντώνται σε φύλλα μεγάλης ηλικίας ιδιαίτερα όταν πλησιάζει η εποχή της φυσιολογικής τους πτώσης ενώ οι υψηλότερες είναι χαρακτηριστικές των νεαρών εφοδιασμένων με άζωτο φύλλων. Φύλλα με τροφопενία N περιείχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε άζωτο (0,58 %). Στον αγρό τα επαρκώς εφοδιασμένα με άζωτο ελαιόδενδρα πρέπει να έχουν 1,20-2,00 % άζωτο στην ξηρή ουσία των φύλλων. Κατ' αυτόν τον τρόπο αζωτούχος λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται πριν γίνει η περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο μικρότερη από 1,20-1,30 %. Η καλύτερη καρπόδεση έχει παρατηρηθεί σε επίπεδο N ίσο με 1,50-1,80 % ξ.ο. και η υψηλότερη παραγωγή στο 1,40-1,60 %. Διακύμανση του αζώτου στην περιοχή του 1,50-1,80 % δεν φαίνεται να έχει επίδραση στο ύψος παραγωγής

Κρίσιμο επίπεδο N θεωρείται το 1,75 % σε φύλλα που συλλέγονται κατά την περίοδο της άνθησης σε βλάστηση παρελθόντος έτους και το 2,10 % σε φύλλα συλλεγόμενα κατά την περίοδο της χειμερινής ανάπαυσης.

Συμπερασματικά όταν η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε N είναι πάνω από 1,50 % δηλώνεται επάρκεια του στοιχείου ενώ όταν η περιεκτικότητα είναι κάτω του 1,30 % θεωρείται ένδειξη τροφопενίας. Στην Ελλάδα σε περιπτώσεις τροφопενίας αζώτου η περιεκτικότητα των φύλλων στο στοιχείο αυτό βρίσκεται στο 0,80-1,20 %.

Πίνακας 1. N % της ξηρής ουσίας των φύλλων

Τροφопενία	<1,20 %
Σχετική έλλειψη	1,20-1,60 %
Επιθυμητή κατάσταση	1,60-1,80 %
Περίσσεια	1,80-2,20 %
Υπερεπάρκεια	>2,20 %

Οι τιμές αφορούν σε φύλλα συλλεγόμενα κατά το χειμώνα, ηλικίας 5-8 μηνών, σε ενήλικα δέντρα σε καρποφορία. Όταν έχουμε παρενιαυτοφορία, κατά το έτος της ακαρπίας οι σχετικές τιμές πιθανόν να είναι ανώτερες των παραπάνω ή κατά το έτος της καρποφορίας αντίστοιχα οι τιμές να είναι κατώτερες από τις παραπάνω. Επίσης, σε νεαρά αναπτυσσόμενα ελαιόδενδρα τόσο η ολική θρέψη όσο και η επιθυμητή τιμή του N πρέπει να βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο.

1.2.2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Στο έδαφος ο φώσφορος βρίσκεται αποκλειστικά σε μορφή δυσδιάλυτων φωσφορικών αλάτων του ασβεστίου ή ισχυρώς δεσμευμένων φωσφορικών στα ορυκτολογικά συστατικά της αργίλου ή ακόμα σε μορφή οργανικού φωσφόρου σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία.

Χαρακτηριστικό των ανόργανων φωσφορικών του εδάφους, τα οποία αποτελούν την κύρια μορφή των εδαφικών αποθεμάτων σε φωσφόρο, είναι αφενός μεν η μεγάλη δυσδιαλυτότητά τους στο έδαφος, αφετέρου δε η ισχυρή δέσμευση των φωσφορικών αλάτων από την άργιλο. Για τους λόγους αυτούς η συγκέντρωση των φωσφορικών στα εδαφικά διαλύματα είναι πολύ χαμηλή και στα φτωχά εδάφη ακόμα χαμηλότερη.

1.2.2.1. Ο ρόλος του φωσφόρου

- Είναι συστατικό των ενώσεων υψηλής ενέργειας, όπως ATP, ADP και AMP.
- Είναι συστατικό των νουκλεϊκών οξέων, της φυτίνης και των φωσφολιπιδίων.
- Επηρεάζει την αύξηση της ρίζας, επιταχύνει την ωριμότητα του φυτού και παίρνει μέρος σε πολλές βιοχημικές αντιδράσεις του μεταβολισμού των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών.

1.2.2.2. Η επίδραση του φωσφόρου στο ελαιόδενδρο

Η επίδραση του φωσφόρου στο ελαιόδενδρο δεν είναι απόλυτα γνωστή λόγω της παρουσίας του σε πάρα πολλές μεταβολικές διεργασίες.

Εν γένει, ο φώσφορος ευνοεί την ανθοφορία και την καρπόδεση των δέντρων. Φαίνεται ακόμα, πως επιταχύνει την ωρίμανση των καρπών, ενεργώντας ως αντίδοτο

στην περίσσεια αζώτου. Η επίδραση του στην αύξηση της παραγωγής είναι αμφίβολη, αναφέρονται όμως και περιπτώσεις θετικής επιδράσεως, αλλά μόνο μετά από χρόνια συνεχούς χρησιμοποίησης φωσφορικών λιπασμάτων.

1.2.2.3. Αφομοίωση και κατανάλωση φωσφόρου

Τα φυτά απορροφούν το φώσφορο από το έδαφος ως διαλυτά ορθοφωσφορικά ιόντα. Η κατανάλωση του στοιχείου είναι πολύ μικρή και παρόλο που είναι ανάλογη με άλλων θρεπτικών στοιχείων, δεν αναφέρονται συχνά τροφοπενίες φωσφόρου.

1.2.2.4. Φωσφορικά λιπάσματα

Τα φωσφορικά λιπάσματα ανάλογα με τη διαλυτότητα τους διακρίνονται:

- Σε διαλυτά φωσφορικά (υπερφωσφορικό, φωσφορική αμμωνία), που χρησιμοποιούνται πιο πολύ,
- Σε μερικώς διαλυτά φωσφορικά (φωσφορικό ασβέστιο), που χρησιμοποιούνται σε όξινα εδάφη και είναι βραδύτερης ενέργειας, και
- Σε φυσικά φωσφορικά, που είναι διαλυτά μόνο σε όξινα εδάφη και τοποθετούνται στον πυθμένα του λάκκου φύτευσης των δενδρυλλίων πριν την εγκατάστασή τους.

1.2.2.5. Τρόπος και χρόνος παροχής του φωσφόρου

Αν ο φώσφορος πρόκειται να ενσωματωθεί στο έδαφος, πρέπει η εφαρμογή του να γίνει το φθινόπωρο, όταν το έδαφος βρίσκεται σε καλή κατάσταση και προκαλείται λιγότερη ζημία στο ριζικό σύστημα. Συνήθως τοποθετείται σε αυλάκια που διανοίγονται περιφερειακά, κοντά στον κορμό του δέντρου, εκεί που βρίσκεται το πιο ενεργό ριζικό σύστημα του δέντρου. Σε επιφανειακές εφαρμογές, η εποχή δεν έχει σημασία αλλά συνίσταται να γίνεται το φθινόπωρο για να επωφεληθούμε τις βροχοπτώσεις οι οποίες αυξάνουν ελαφρώς την κινητικότητά του.

1.2.2.6. Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε φώσφορο

Η συνηθισμένη περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε φώσφορο κυμαίνεται από 0,09-0,20 % στην ξηρή ουσία. Στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο (0,09-0,13 %) ενώ χαμηλότερες τιμές (0,02-0,05 %) έχουν αναφερθεί σε περιπτώσεις τροφοπενίας.

Οι συγκεντρώσεις φωσφόρου των ελαιόδεντρων που αναπτύσσονται στον αγρό συνήθως δεν υπερβαίνουν το 0,20 %. Η επιθυμητή συγκέντρωση στα φύλλα της ελιάς είναι 0,15 % P ή 0,35% P₂O₅ σε φύλλα συλλεγμένα κατά τη χειμερινή περίοδο. Σε περιπτώσεις τροφopenίας τα φύλλα περιέχουν 0,03-0,05 % P.

Διάφορες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη περιεκτικότητα σε P είναι 0,095 % σε φύλλα παρελθόντος έτους, συλλεγμένα κατά την περίοδο της άνθησης. Η επιθυμητή σχέση N/P στα φύλλα πρέπει να κυμαίνεται στο 16,5-19,0. Υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές δείχνουν έλλειψη του ενός από τα δύο στοιχεία.

Η μέγιστη απόδοση καρποφορίας ελαιόδεντρου εμφανίζεται στα 0,10 % P ενώ καλύπτει το 28-36% της ολικής θρέψης του δέντρου (N-P-K).

Πίνακας 2. Εκατοστιαία περιεκτικότητα P στην ξηρή ουσία φύλλων ελιάς

Τροφopenία	<0,07%
Σχετική έλλειψη	0,07-0,09%
Επιθυμητή κατάσταση	0,09-0,110%
Περίσσεια	0,110-0,140%
Υπερεπάρκεια	>0,140%

Οι παραπάνω τιμές αφορούν φύλλα συλλεγμένα τον χειμώνα, από το μέσο της τελευταίας βλάστησης (ηλικίας 5-8 μηνών) σε ενήλικα ελαιόδενδρα σε καρποφορία. Σε νεαρά ελαιόδενδρα ή ελαιόδενδρα σε ακαρπία οι τιμές αυτές είναι πιθανό, τόσο η απόλυτη συγκέντρωση φωσφόρου όσο και η ολική θρέψη, να βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο.

1.2.3. ΚΑΛΙΟ

Το περισσότερο κάλιο του εδάφους απαντάται σε αδρανή μορφή ή αλλιώς ως δεσμευμένο, αλλά ένα μέρος του, που βρίσκεται σε ενεργό μορφή ή αλλιώς ως ανταλλάξιμο, μετατρέπεται σε αφομοιώσιμη μορφή, που μπορεί να απορροφηθεί από

τις ρίζες του φυτού. Η διαδικασία της μετατροπής του καλίου στο έδαφος μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

K (δεσμευμένο) \rightarrow K (ανταλλάξιμο) \rightarrow K (υδατοδιαλυτό)

Κατά την εφαρμογή ενός καλιούχου λιπάσματος, ένα μεγάλο μέρος αυτού χρησιμεύει για αυξηθεί το ανταλλάξιμο κλάσμα και ένα άλλο το δεσμευμένο. Στα αμμώδη εδάφη, που έχουν μικρότερη ικανότητα δεσμεύσεως, υπάρχει κίνδυνος απώλειας καλίου λόγω της εκπλύσεώς του. Μάλιστα η προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος βοηθάει το φυτό να αξιοποιεί καλύτερα τα διαθέσιμα αποθέματα καλίου.

1.2.3.1. Ο ρόλος του καλίου

Το κάλιο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα παρακάτω:

- Στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και τη σύνθεση ή διάσπαση του αμύλου,
- Στο μεταβολισμό του N και τη σύνθεση πρωτεϊνών,
- Στην εξουδετέρωση οργανικών οξέων,
- Στην ενεργοποίηση ενζύμων,
- Στην προαγωγή και αύξηση των μεριστωματικών ιστών,
- Στη ρύθμιση του ανοίγματος των στοματίων των φύλλων του φυτού και ως εκ τούτου στην αντοχή των δένδρων στην ξηρασία αλλά και τον παγετό,
- Στην ποιότητα των καρπών,
- Στην αντοχή των φυτών σε μυκητολογικές ασθένειες όπως στο κυκλοκόνιο, βερτισίλλιο κ.ά.,
- Στη φωτοσύνθεση και αναπνοή,
- Στη δράση των ενζύμων ιμπερτάση, διαστάση, πεπτάση, καταλάση και πυρουβική κινάση.

1.2.3.2. Συμπτώματα έλλειψης καλίου

Το κάλιο κατέχει ιδιαίτερη θέση στη θρέψη της ελιάς. Η τροφοπενία K αντιπροσωπεύει το 62% των διαγνωσθεισών τροφοπενιών στην ελιά από το Μπενάκιο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Τα συμπτώματα έλλειψης καλίου είναι κυρίως χλώρωση των φύλλων με ξήρανση της κορυφής τους. Η χλώρωση αυτή εμφανίζεται το φθινόπωρο ή τον χειμώνα στα γηραιότερα φύλλα, αρχίζει από την

κορυφή του ελάσματος και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του. Η μετάβαση από το χλωρωτικό προς το πράσινο είναι βαθμιαία και δεν παρατηρείται σαφής διαχωριστική γραμμή (Φωτ. 1). Σε ελαφρές περιπτώσεις τροφοπενίας K τα συμπτώματα εμφανίζονται σε ένα ή δύο βραχίονες ενώ στο υπόλοιπο μέρος της κόμης οι βλαστοί είναι κανονικοί. Κλάδοι με έντονα συμπτώματα γυμνώνονται και ξεραίνονται. Τα χλωρωτικά φυτά παίρνουν ορειχάλκινη απόχρωση. Παρατηρείται μικροφυλλία και πρόωμη φυλλόπτωση.

Η τροφοπενία K συγγέεται με τις τροφοπενίες B, P καθώς και με την τοξικότητα Cl. Τα συμπτώματα έλλειψης K γίνονται πιο έντονα σε περίοδο ξηρασίας.



Φωτογραφία 1. Συμπτώματα τροφοπενίας καλίου σε φύλλα ελιάς
(Πηγή: Ελαιοκομία, Θεριός, 2005)

1.2.3.3. Αφομοίωση και κατανάλωση του καλίου

Τα δέντρα απορροφούν το κάλιο του εδάφους που βρίσκεται σε υδατοδιαλυτή μορφή, επομένως η απορρόφηση του κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων είναι δύσκολη. Η δε αφομοίωσή του εμποδίζεται από την αφομοίωση ασβεστίου και μαγνησίου λόγω ανταγωνισμού.

Η ελιά καταναλίσκει μεγάλες ποσότητες καλίου. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να πούμε, πως το κάλιο έρχεται δεύτερο σε κατανάλωση μετά το ασβέστιο. Οι δε καρποί της ελιάς περιέχουν μεγάλη ποσότητα καλίου, των οποίων η συγκέντρωση σε K_2O υπολογίζεται να φθάνει τα 15-20 χιλιόγραμμα ανά μετρικό τόνο καρπού. Μεγάλη ποσότητα καλίου αφαιρείται από το έδαφος με το συγκομιζόμενο

ελαιόκαρπο και τη φυτική μάζα που αφαιρείται με το κλάδεμα. Επίσης θα πρέπει να γνωρίζουμε πως κατά την περίοδο της ωρίμανσης των καρπών το κάλι διακινείται προς τους καρπούς, οπότε σε χρονιές με μεγάλη παραγωγή, η περιεκτικότητά του στοιχείου στα φύλλα πέφτει σε χαμηλά επίπεδα. Στη διάρκεια των βροχοπτώσεων παρατηρείται αυξημένη πρόσληψη καλίου.

1.2.3.4. Καλιούχα λιπάσματα

Ευρέως χρησιμοποιούμενα καλιούχα λιπάσματα είναι τα θειικά και τα χλωριούχα, που περιέχουν 50-60 % K_2O και παρουσιάζουν μεγάλη διαλυτότητα στο νερό. Πρέπει όμως να είναι απαλλαγμένα από νάτριο. Επιπλέον το νιτρικό κάλιο χρησιμοποιείται και ως διαφυλλικό λίπασμα.

1.2.3.5. Τρόπος και χρόνος παροχής του καλίου

Σε γενικές γραμμές ισχύουν όσα έχουν αναφερθεί και για το φώσφορο. Μεταξύ θειικού καλίου και χλωριούχου, περισσότερα πλεονεκτήματα παρουσιάζει το θειικό. Γιατί το θειικό ιόν, διασπώμενο στο έδαφος, ελευθερώνει θείο, που είναι απαραίτητο για τη θρέψη της ελιάς. Σε αρκετές όμως περιοχές χρησιμοποιείται το χλωριούχο κάλιο χωρίς να προκαλεί ζημιές στα δέντρα λόγω του χλωρίου που περιέχει. Όταν απαιτείται ταχεία αναπλήρωση των καταναλωθέντων ποσοτήτων καλίου από την παραγωγή, ενδείκνυται η παροχή νιτρικού καλίου με ψεκάσμό, σε συνδυασμό με μυκητοκτόνα, την άνοιξη και το φθινόπωρο.

1.2.3.6. Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε κάλιο

Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα της ελιάς κυμαίνεται ευρέως, αναλόγως με τη διαθεσιμότητα του στοιχείου στο έδαφος, την ηλικία των φύλλων και την καρποφορία του δέντρου. Στα ελαιόδενδρα χωρίς τροφοπενίες συναντώνται συγκεντρώσεις 0,50-1,70% στην ξηρή ουσία φύλλων της τελευταίας βλάστησης που συλλέγηκαν κατά τους μήνες Δεκέμβριο- Φεβρουάριο. Σε περιπτώσεις τροφοπενίας, η περιεκτικότητα των φύλλων σε K είναι μικρότερη από 0,30% και μπορεί να κατέλθει στο 0,10% ή και ακόμη πιο χαμηλά. Ειδικότερα, όταν τα φύλλα είναι ηλικίας άνω των έξι μηνών, τροφοπενίες καλίου εμφανίζονται όταν η συγκέντρωση K

κυμαίνεται από 0,08-0,25 % ξ.ο. ενώ στα νεώτερα το αντίστοιχο εύρος είναι 0,41-0,73%. Δηλαδή, οι φυσιολογικά τιμές αντιστοίχως κυμαίνονται από 0,35-1,42% και 0,81-1,69% στην ξηρή ουσία των φύλλων. Έχει δε παρατηρηθεί ότι μέγιστη απόδοση παραγωγής λαμβάνεται όταν η ποσότητα καλίου είναι 0,85% περίπου. Όταν γίνεται αύξηση της παραγωγής από 18 χλγρ/δένδρο σε 43 χλγρ/δένδρο, πρέπει να αυξηθεί και η συγκέντρωση K από 0,70 % σε 1,50 %. Εν γένει, το κάλιο καλύπτει τα 17-25 % της ολικής θρέψης του φυτού.

Πίνακας 3. Εκατοστιαία περιεκτικότητα καλίου στην ξηρή ουσία φύλλων ελιάς

Τροφοπενία	<0,50%
Σχετική έλλειψη	0,50-0,70%
Επιθυμητή κατάσταση	0,70-0,90%
Περίσσεια	0,90-1,10%
Υπερεπάρκεια	>1,10%

Οι τιμές αφορούν ενήλικα ελαιόδενδρα σε καρποφορία. Σε περίπτωση παρενιαυτοφορίας, κατά το έτος της ακαρπίας, οι σχετικές τιμές πιθανόν να είναι ανώτερες ενώ στο έτος της καρποφορίας οι τιμές είναι κατώτερες των παραπάνω. Επίσης σε νεαρά δένδρα τόσο η επιθυμητή συγκέντρωση του καλίου όσο και η ολική θρέψη του φυτού βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα.

1.2.3.7. Αλληλεπίδραση του καλίου με άλλα θρεπτικά στοιχεία

Αν και το κάλιο έχει μεγάλη σημασία για την ελαιοπαραγωγή, δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η καλιούχος λίπανση είναι απαραίτητη σ' όλους του ελαιώνες. Στην χώρα μας, παρά τη συχνότητα εμφάνισης τροφοπενίας K δεν έχουν διενεργηθεί συστηματικά πειράματα καλιούχου λίπανσης σε ελαιώνες όπου η φυλλοδιαγνωστική θα έδειχνε αντίδραση στο κάλιο.

Το κάλιο αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι, μείωση της συγκέντρωσης του K αυξάνει τη συγκέντρωση Mg και Ca στα φύλλα ενώ αύξηση του K μειώνει το Ca και το Mg.

1.2.4. ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για την διατήρηση της ακεραιότητας και της λειτουργικότητας των μεμβρανών και αποτελεί επίσης ρυθμιστικό παράγοντα της οξύτητας και της υφής του εδάφους. Επηρεάζει σημαντικά την θρεπτική κατάσταση των φυτών λόγω αλληλεπιδράσεων με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία. Τα ελλιπή σε ασβέστιο εδάφη και ως εκ τούτου όξινα, περιέχουν συνήθως υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτού μαγγανίου ή αργιλίου, στοιχεία τα οποία συχνά είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία τοξικοτήτων σε φυτά που αναπτύσσονται σε αυτά τα εδάφη. Στα όξινα εδάφη είναι επίσης συχνές οι τροφοπενίες φωσφόρου, μολυβδαινίου και μαγγανίου. Αντίθετα, η υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο συνδέεται με υψηλό εδαφικό pH (7,0-8,0) και κατ' επέκταση με έλλειψη διαφόρων μετάλλων όπως σιδήρου, ψευδαργύρου, χαλκού και μαγγανίου λόγω της αδιαλυτοποίησής τους. Με βάση τα παραπάνω η αλληλεπίδραση του ασβεστίου με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία έχει μεγαλύτερη σημασία για την θρέψη των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών παρά η πραγματική τροφοπενία του στοιχείου.

Η ελιά είναι ασβεστόφιλο δέντρο και μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε ευρεία περιοχή εδαφικού pH. Μπορεί να αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε όξινα εδάφη αρκεί να καλύπτονται οι ανάγκες του δέντρου σε ασβέστιο. Τα συμπτώματα της έλλειψης ασβεστίου είναι έντονη χλώρωση της κορυφής με το χλωρωτικό τμήμα να γίνεται πορτοκαλόχρουν. Τα φύλλα γίνονται ροπαλόμορφα και οι νευρώσεις στο χλωρωτικό τμήμα λευκές. Η επιφάνεια των καρπών γίνεται κυματοειδής αντί της ομαλής καμπυλωτής. Τα συμπτώματα έλλειψης ασβεστίου μοιάζουν με τα συμπτώματα έλλειψης βορίου.

Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε ασβέστιο φθάνει από 1 έως 4,5 % ξ.ο. Τροφοπενία παρατηρείται σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 0,5 % ξ.ο. φύλλων.

Σε περιπτώσεις έλλειψης συνίσταται η προσθήκη 200-1000 kg κονιοποιημένου ασβεστόλιθου ανά στρέμμα. Η προσθήκη αυτή γίνεται το φθινόπωρο και το υλικό ενσωματώνεται σε όσο δυνατόν μεγαλύτερο βάθος.

1.2.5. ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Αν και το μαγνήσιο συγκαταλέγεται μεταξύ των απαραίτητων για τα φυτά θρεπτικών στοιχείων και η έλλειψή του είναι σχετικά συχνή σε πολλά οπωροφόρα δέντρα και ετήσιες καλλιέργειες, στην ελιά είναι μάλλον σπάνια και δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα της καλλιέργειας.

Τα συμπτώματα της τροφοπενίας μαγνησίου είναι η χλώρωση που εμφανίζεται στα φύλλα της βάσης των βλαστών του έτους, η οποία κατά τη διάρκεια του χειμώνα επεκτείνεται και προς τα ανώτερα φύλλα. Η μετάβαση από το κίτρινο στο πράσινο χρώμα είναι βαθμιαία και δεν παρατηρείται σαφής διαχωριστική γραμμή στο έλασμα. Η χλώρωση εμφανίζεται στην κορυφή ή στην περιφέρεια του ελάσματος και συνήθως καλύπτει το μεγαλύτερος της επιφάνειάς του. Επίσης, τα φύλλα που έχουν προχωρημένα συμπτώματα τροφοπενίας πέφτουν πρόωρα. Έχει παρατηρηθεί ότι ενώ στα υγιή ελαιόδενδρα η περιεκτικότητα των παλαιότερων φύλλων σε μαγνήσιο είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στα νεώτερα, όταν όμως υπάρχει τροφοπενία μαγνησίου συμβαίνει το αντίστροφο, δηλ. τα νεώτερα φύλλα έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο απ' ό,τι τα παλαιότερα. Ασφαλής διάγνωση της τροφοπενίας μαγνησίου γίνεται μόνο με φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Τα υγιή φύλλα περιέχουν 0,1-0,3 % Mg ξ.ο. Από 0,07-0,10 % ξ.ο. παρατηρείται σχετική έλλειψη ενώ από 0,07 % και κάτω τροφοπενία.

Για την αντιμετώπιση της τροφοπενίας Mg, ενδείκνυται η χορήγηση θεικού μαγνησίου με διαφυλλικούς ψεκασμούς. Για ακόμη καλύτερα αποτελέσματα, πρέπει να τοποθετούνται λιπάσματα μαγνησίου σε λάκκους βάθους 40 cm κάτω από την κόμη του δέντρου πριν από τις χειμερινές βροχοπτώσεις του φθινοπώρου.

1.2.6. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι υπάρχουσες πληροφορίες για την έλλειψη ιχνοστοιχείων στην ελιά, εκτός του βορίου, είναι αρκετά περιορισμένες. Οι ελλείψεις σιδήρου, ψευδαργύρου και μαγγανίου έχουν επανειλημμένα διαπιστωθεί σε εσπεριδοειδή, μηλοειδή και πυρηνόκαρπα στις μεσογειακές χώρες. Στην ελιά όμως δεν έχουν αναφερθεί τέτοιου

είδους ελλείψεις παρόλο που οι ελαιώνες καλύπτουν συνήθως τα πιο άγονα εδάφη των καλλιεργούμενων περιοχών της χώρας.

1.2.6.1. ΣΙΔΗΡΟΣ

Παρόλο που η προκαλούμενη απ' το ασβέστιο τροφοπενία σιδήρου (ασβεστιογενής χλώρωση) είναι αρκετά συχνή στα οπωροφόρα δέντρα, ποτέ δεν αποτέλεσε σημαντικό πρόβλημα στην ελιά. Σύμπτωμα τροφοπενίας σιδήρου αποτελεί η μεσονεύρια χλώρωση των κορυφαίων φύλλων η οποία μπορεί να εξελιχθεί μέχρι και την ξήρανσή τους. Στην Ελλάδα συμπτώματα μεσονεύριας χλώρωσης των φύλλων που μοιάζουν με έλλειψη σιδήρου έχουν παρατηρηθεί σε ταχυφυείς βλαστούς ελαιόδεντρων. Δεν υπάρχουν δεδομένα σχετικά με την περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε σίδηρο.

Γενικότερα, συνδυασμός περιεκτικότητας 20-50 ppm Fe ξ.ο. φύλλων ελιάς, μειωμένης βλάστησης και χλώρωσης των φύλλων των κορυφών πρέπει να θεωρούνται ύποπτα τροφοπενίας. Μέτρα αντιμετώπισης της τροφοπενίας σιδήρου στην ελιά δεν έχουν μελετηθεί και ως εκ τούτου δεν προτείνονται καθώς η έλλειψη του στοιχείου αυτού δεν φαίνεται να αποτελεί σοβαρό ελαιοκομικό πρόβλημα.

1.2.6.2. ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Όσα αναφέρθηκαν σχετικά με τη σπανιότητα της τροφοπενίας σιδήρου στην ελιά ισχύουν και στην περίπτωση του μαγγανίου. Σαφής τροφοπενία μαγγανίου δεν έχει αναφερθεί στην ελιά.

Η περιεκτικότητα του στοιχείου σε δείγμα φύλλων ελιάς κυμαίνεται από 13,2-39,8 ppm ξ.ο. Στα όξινα εδάφη η ελιά δεν μπορεί να απορροφήσει υψηλές ποσότητες μαγγανίου. Περιεκτικότητα των φύλλων από 60-130 ppm θεωρείται σχετικά υψηλή παρόλο που δεν έχουν αναφερθεί τέτοιου είδους τοξικότητες στα ελαιόδενδρα. Αντίθετα, περιεκτικότητα φύλλων 5-20 ppm Mn είναι αρκετά χαμηλή και χρήζει περαιτέρω έρευνας ειδικά αν συνοδεύεται με μειωμένη παραγωγικότητα, χλώρωση των φύλλων και γενικώς συμπτώματα ελλιπούς θρέψης.

Όπως και στο σίδηρο, μέτρα για την αντιμετώπιση τροφοπενίας μαγγανίου στην ελιά δεν έχουν μελετηθεί και δεν συνιστώνται λόγω της μικρής πιθανότητας αντίδρασης του δένδρου στη χορήγηση του στοιχείου αυτού. Σε περιπτώσεις

αναγκαίας επέμβασης, ύστερα από διαπίστωση χαμηλής περιεκτικότητας των φύλλων σε μαγγάνιο συνοδευόμενη από ύποπτα συμπτώματα τροφοπενίας, μπορεί να εφαρμοστεί διαφυλλικός ψεκασμός με 3% θειικό μαγγάνιο σε συνδυασμό με ασβέστιο 1,8%. Επιπλέον, η προσθήκη ουρίας σε αναλογία 9 % μπορεί να βοηθήσει στη απορρόφηση του μαγγανίου από τα φύλλα.

1.2.6.3. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Πλήρως εξακριβωμένη και τεκμηριωμένη περίπτωση τροφοπενίας ψευδαργύρου στα ελαιόδενδρα επίσης δεν έχει αναφερθεί μέχρι στιγμής. Συνήθως συμπτώματα τροφοπενίας ψευδαργύρου αποτελούν η μικροφυλλία, ρόδακες σε κλάδους, χλώρωση των φύλλων της κορυφής και φυλλόπτωση το χειμώνα. Επαρκής θρέψη των ελαιόδεντρων με ψευδάργυρο θεωρείται όταν η περιεκτικότητα της ξ.ο. των φύλλων κυμαίνεται από 10-30 ppm ενώ περιεκτικότητα 5-10 ppm θεωρείται αρκετά χαμηλή ειδικά εάν συνδυάζεται με συμπτώματα τροφοπενίας. Εάν παραστεί ανάγκη χορήγησης ψευδαργύρου στα ελαιόδενδρα, συνιστάται ψεκασμός με θειικό ή χηλικό ψευδάργυρο.

1.2.6.4. ΒΟΡΙΟ

Το βόριο είναι ένα από τα πιο σημαντικά ιχνοστοιχεία για την ελιά. Έλλειψη βορίου έχει αναφερθεί σε πολλές περιοχές της χώρας μας. Τροφοπενία βορίου μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορων τύπων εδάφη όπως ελαφρά, αμμώδη, όξινα ή με μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο. Η ξηρασία αλλά και η υπερβολική υγρασία του εδάφους ευνοούν την εμφάνιση τροφοπενίας. Η τροφοπενία βορίου μπορεί να εμφανιστεί σε δέντρα κάθε ηλικίας, εξελίσσεται όμως γρήγορα στα νεαρά.

Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα της τροφοπενίας βορίου στα ελαιόδενδρα είναι η ύπαρξη πολλών ξηρών κλαδίσκων σε ολόκληρη την κόμη τους. Στα φύλλα, αρχικά παρατηρείται χλώρωση του ακραίου τμήματος, όπου το χρώμα των χλωρωτικών ιστών είναι κιτρινοπράσινο και στη συνέχεια μετατρέπεται σε κιτρινοπορτοκαλόχρουν. Επίσης παρατηρείται παραμόρφωση των φύλλων, όπως πλάτυνση της κορυφής ή ροπαλομορφία, μείωση του μεγέθους των καθώς και προοδευτική φυλλόπτωση που αρχίζει από την κορυφή των νεαρών βλαστών.

Στις περιπτώσεις τροφοπενίας βορίου, η έναρξη της βλάστησης καθυστερεί και παρατηρείται νέκρωση του ακραίου οφθαλμού. Επίσης παρουσιάζεται μείωση της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών και κατά συνέπεια μείωση της

παραγωγής. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού παρατηρείται έντονη καρπότητα. Τέλος η τροφοπενία βορίου οδηγεί σε παραμόρφωση των καρπών, γνωστή ως πρόσωπο του πιθήκου (monkey face) (Φωτ. 2).

Για να διαπιστωθεί με ασφάλεια η τροφοπενία βορίου χρειάζεται χημική ανάλυση των φύλλων. Το επίπεδο βορίου σε φύλλα ασθενικών δέντρων κυμαίνεται στα 7-14 ppm επί της ξηρής ουσίας ενώ στα υγιή δένδρα από 19-40 ppm.

Τα συμπτώματα τοξικότητας βορίου στην ελιά εκδηλώνονται με νέκρωση της κορυφής και της περιφέρειας του ελάσματος των φύλλων. Τοξικότητα βορίου, εκτός από τις περιπτώσεις που το έδαφος ή το νερό άρδευσης περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις του στοιχείου, μπορεί να παρουσιαστεί λόγω υπερβολικής προσθήκης βόρακα στο έδαφος για τη διόρθωση της τροφοπενίας. Κατά συνέπεια, στις περιπτώσεις που προστίθεται βόρακας, χρειάζεται προσοχή για να μην ξεπεραστούν οι συνιστώμενες ποσότητες ανά δέντρο.

Για τη διόρθωση της τροφοπενίας βορίου, γίνεται το χειμώνα λίπανση με βόρακα. Προστίθενται στο έδαφος 300-500 γραμμάρια βόρακα ανά δένδρο πλήρους ανάπτυξης, ενώ σε νεαρότερα δένδρα χορηγούνται μικρότερες ποσότητες όπως 10 g ανά έτος ηλικίας από της φυτεύσεως στον αγρό. Η χορήγηση βορίου πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε 3-4 χρόνια προληπτικά, στη δόση των 100-150 g ανά δένδρο. Τέλος για γρηγορότερη αντίδραση των δέντρων μπορεί να εφαρμοσθεί διαφυλλική εφαρμογή υδροδιαλυτού βορίου ή μέσω του δικτύου άρδευσης, εάν υπάρχει.



Φωτογραφία 2. Συμπτώματα τροφοπενίας βορίου σε καρπούς ελιάς (monkey face) (Πηγή: Ελαιοκομία, Θεριός, 2005)

1.2.6.5. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ

Δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με τη θρέψη των ελαιόδεντρων ως προς το στοιχείο αυτό. Έλλειψη μολυβδαινίου μπορεί να παρουσιαστεί σε ελαιόδενδρα που αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη, με υπερβολική λίπανση σε άζωτο. Σε αυτή την περίπτωση η περιεκτικότητα των φύλλων σε μολυβδαίνιο αναμένεται κατώτερη από 0,03 ppm στην ξηρή ουσία.

1.2.6.6. ΧΛΩΡΙΟ ΚΑΙ ΝΑΤΡΙΟ

Το χλώριο και το νάτριο απαιτούνται σε τόσο μικρές ποσότητες ώστε να κατατάσσονται στα ιχνοστοιχεία ενώ συνήθως βρίσκονται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα. Το χλώριο υπάγεται στην κατηγορία των απαραίτητων για τα φυτά ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, περιπτώσεις όμως έλλειψης δεν έχουν αναφερθεί. Το νάτριο θεωρείται ως απαραίτητο σε ορισμένα μόνο είδη ανώτερων φυτών, τα γνωστά αλόφυτα.

Για τα στοιχεία αυτά δεν έχει αναφερθεί πρόβλημα έλλειψης στην ελιά, αλλά υπερεπάρκειας ή και τοξικότητας. Αυτό συμβαίνει όταν τα ελαιόδενδρα καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη ή ποτίζονται με αλατωμένο νερό ή δέχονται την επίδραση θαλάσσιων ανέμων οι οποίοι μεταφέρουν σταγονίδια θαλάσσιου νερού στα φύλλα.

1.2.6.6.1. Αντοχή της ελιάς στα άλατα

Είναι γνωστό ότι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος επιδρούν δυσμενώς στα καλλιεργούμενα φυτά. Η οσμωτική τιμή του εδαφικού διαλύματος αυξάνεται και αυτό προκαλεί δυσκολίες στη απορρόφηση νερού, ιδιαίτερα όταν η διαθέσιμη εδαφική υγρασία είναι περιορισμένη. Το χλώριο αποτελεί το πιο τοξικό στοιχείο λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αυτού στα αλατωμένα εδάφη καθώς και εξαιτίας της εύκολης απορρόφησής του από το ριζικό σύστημα. Τέλος οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων προκαλούν υποβάθμιση των φυσικών ιδιοτήτων και της υφής του εδάφους καθώς επιδρούν δυσμενώς στην ανάπτυξη και απρόσκοπτη λειτουργία του ριζικού συστήματος των φυτών.

1.2.6.6.2. Περιεκτικότητα των φύλλων σε χλώριο και νάτριο

Σε περιεκτικότητα 0,42 % Na και 0,65 % Cl στην ξ.ο. φύλλων ελιάς εμφανίζονται συμπτώματα τοξικότητας. Υγιή φύλλα στο ίδιο δέντρο είχαν περιεκτικότητα 0,09% Na και 0,14% Cl. Από την άλλη μεριά, περιεκτικότητα των φύλλων σε χλώριο κάτω του 0,10 % ξ.ο. θεωρείται χαμηλή.

Σε ό,τι αφορά το νάτριο, περιεκτικότητα κάτω από 0,10 % ξ.ο. χαρακτηρίζεται ως κανονική. Εύρος 0,10-0,20 % υποδηλώνει αυξημένη παρουσία νατρίου στα εναλλακτικά ιόντα του εδάφους ή/και στο νερό άρδευσης και στην περίπτωση αυτή πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα βελτίωσης προκειμένου να προληφθεί η εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας. Αντίθετα, όταν η περιεκτικότητα σε νάτριο είναι πάνω από 0,20 % ξ.ο. των φύλλων, αναμένονται συμπτώματα τοξικότητας και σαφής μείωση της ανάπτυξης των ελαιοδένδρων.

2. ΣΚΟΠΟΣ

Με βάση τα παραπάνω διαπιστώθηκε ότι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που παίζουν ρόλο τόσο στην ποσότητα της παραγωγής όσο και στην ποιότητα του παραγομένου ελαιοκάρπου ή/και ελαιολάδου, είναι η θρεπτική κατάσταση των ελαιοδένδρων. Επειδή μάλιστα η εκτίμηση των αναγκών λίπανσης στους περισσότερους ελαιώνες γίνεται εμπειρικά, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρούνται θρεπτικές διαταραχές (τροφοπενίες, τοξικότητες) με συνέπειες τόσο τη μειωμένη ποσότητα του παραγομένου προϊόντος όσο και την υποβαθμισμένη ποιότητά του.

Με δεδομένα από τη μια μεριά το γεγονός ότι το μέγεθος της παραγωγής επηρεάζει τις απαιτήσεις των δένδρων σε θρεπτικά στοιχεία και από την άλλη την παριενιαυτοφορία της ελιάς, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της διαφοροποίησης της θρεπτικής κατάστασης μεταξύ ελαιοδένδρων σε χρονιά παραγωγής και ελαιοδένδρων σε χρονιά ακαρπίας, τόσο από πλευράς επάρκειας θρεπτικών στοιχείων όσο και από πλευράς ισορροπίας των στοιχείων μεταξύ τους. Απώτερος σκοπός της εργασίας ήταν η απόκτηση δεδομένων για τη συμβολή στην διαμόρφωση ενός ορθολογικότερου προγράμματος λίπανσης, σε σχέση με την παριενιαυτοφορία, ελαιώνων «Κορωνέικης» στην περιοχή της Καλαμάτας.

3. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Προκειμένου να συγκριθεί η ανόργανη θρέψη μεταξύ ελαιοδένδρων σε έτος καρποφορίας και ελαιοδένδρων σε έτος ακαρπίας, καθώς επίσης, να διερευνηθεί η διαφοροποίηση της θρεπτικής κατάστασης κλάδων με καρπό και κλάδων χωρίς καρπό πάνω στο ίδιο δένδρο, συλλέγηκαν σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους φύλλα για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεών τους σε N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και B.

Η 1^η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά το Δεκέμβρη του 2008, όταν ο ελαιόκαρπος ήταν ακόμη πάνω στο δένδρο. Συλλέγησαν φύλλα: α) από πέντε ελαιόδενδρα που βρίσκονταν σε έτος καρποφορίας, β) από πέντε ελαιόδενδρα σε έτος ακαρπίας, και γ) από μοναδικό κλάδο που έφερε ελαιόκαρπο από πέντε ελαιόδενδρα που βρίσκονταν όμως σε έτος ακαρπίας.

Η 2^η δειγματοληψία φύλλων πραγματοποιήθηκε στα δένδρα των δύο πρώτων προαναφερόμενων κατηγοριών τον ερχόμενο Μάιο, δηλ. πέντε μήνες μετά τη συγκομιδή του ελαιόκαρπου. Η δειγματοληψία αυτή πραγματοποιήθηκε προκειμένου να συγκριθεί η κατάσταση θρέψης των ίδιων πέντε δένδρων που βρίσκονταν το χειμώνα σε έτος καρποφορίας και των πέντε δένδρων σε έτος ακαρπίας, χωρίς πλέον την επίδραση της παραγωγής.

Όλα τα πειραματικά ελαιόδενδρα βρίσκονταν στον ελαιώνα του Αγροκτήματος του ΤΕΙ Καλαμάτας, ήταν της ελαιοποιήσιμης ποικιλίας Κορωνέικης, βρίσκονταν σε παραγωγική ηλικία, ξηρικά και αναπτύσσονταν σε ομοιόμορφο έδαφος. Όλα δέχονταν παρόμοιες καλλιεργητικές φροντίδες, κατά τη διάρκεια δε των τελευταίων πέντε χρόνων από την έναρξη της παρούσας εργασίας, δεν είχε εφαρμοστεί καμία χημική λίπανση.

Τρόπος δειγματοληψίας φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

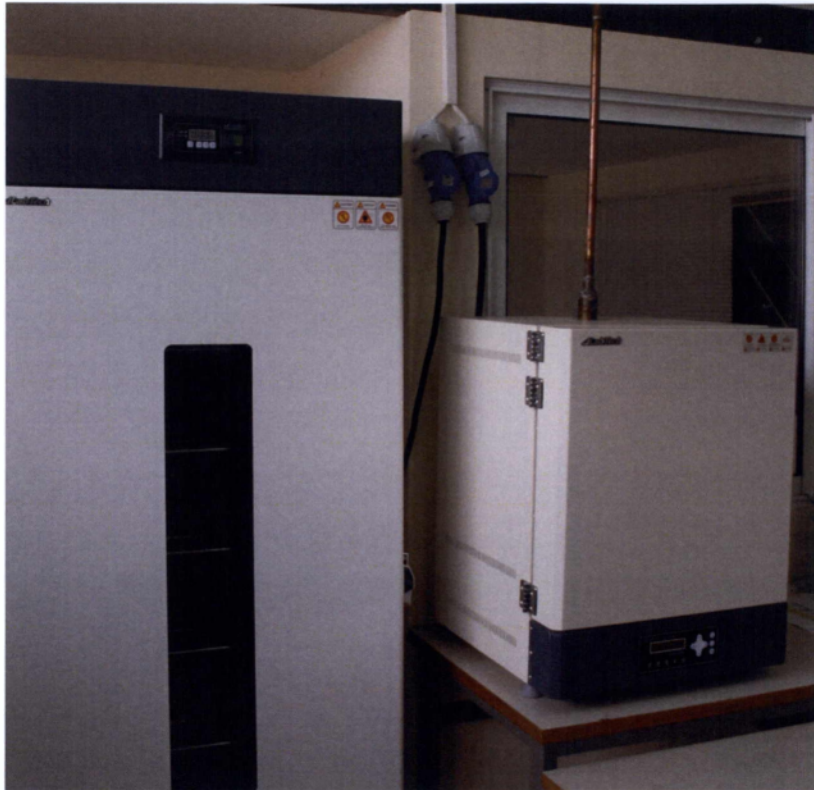
Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, η καταλληλότερη εποχή δειγματοληψίας φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση είναι κατά την περίοδο του χειμερινού λήθαργου λόγω της σταθερότητας των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων κατά την περίοδο αυτή. Κατ' αυτόν τον τρόπο, συλλέγηκαν 50 ώριμα φύλλα με τους μίσχους τους ανά δένδρο, από το μέσο της βλάστησης του τελευταίου έτους δηλ. φύλλα ηλικίας 5-8 μηνών, σε ύψος από ένα έως δύο μέτρα από την επιφάνεια του

εδάφους (περίπου στο ύψος του ώμου του ανθρώπου), σταυρωτά πάνω στην κόμη. Αποκλείστηκαν φύλλα προσβεβλημένα από ασθένειες ή έντομα, με μηχανικές ζημιές, με νεκρούς φυτικούς ιστούς καθώς και με συμπτώματα τροφολυπών.

Μετά τη συλλογή τους τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν άμεσα στο Εργαστήριο.

Με δεδομένο ότι η απομάκρυνση οποιωνδήποτε ξένων προσμειξεων (σκόνη κ.λ.π.) από την επιφάνεια των φύλλων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή προετοιμασία τους για ανάλυση, μετά την δειγματοληψία, ακολούθησε σχολαστικό πλύσιμο των φύλλων. Πρώτα γινόταν πλύσιμο σε λεκάνη που περιείχε νερό της βρύσης και εργαστηριακό απορρυπαντικό και στη συνέχεια ακολουθούσε η επί τρεις φορές έκπλυσή τους με απιονισμένο νερό. Μετά το γρήγορο στέγνωμα των υγρών φύλλων σε φύλλα απορροφητικού χαρτιού, αυτά παρέμεναν σε θερμοκρασία δωματίου για χρονικό διάστημα περίπου μιας ώρας. Ακολουθούσε η αποξήρανση των δειγμάτων σε κλίβανο με ρεύμα θερμού αέρα θερμοκρασίας 80⁰C, για 24 ώρες (Φωτ. 3). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η άλεση των δειγμάτων με κατάλληλο για αναλύσεις φυτικών ιστών μύλο και η διατήρησή τους σε ξηραντήριο, σε δροσερό και σκοτεινό περιβάλλον (Jones et al. 1991).

Η καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών έγινε με τη διαδικασία της ξηρής καύσης, σε χωνευτήρια πορσελάνης 20 ml, στους 500⁰C μέσα σε φούρνο για πέντε ώρες (Allen 1989) (Φωτ. 4) και η διαλυτοποίηση της τέφρας με 10 ml HCl (1+1). Το διάλυμα αυτό αφού διηθούνταν με ηθμούς Whatman No 41 ashless, μεταφερόταν σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml όπου και συμπληρωνόταν με απιονισμένο νερό μέχρι τον τελικό όγκο. Στο μητρικό αυτό διάλυμα προσδιορίζονταν με φασματοόμετρο ατομικής απορρόφησης (SpectrA-220 FS, Varian) (Φωτ. 4) τα στοιχεία K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και B. Η καύση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης N γινόταν σύμφωνα με τη μέθοδο Kjeldahl (υγρή καύση 100 mg ξηρού φυτικού υλικού με 4 ml πυκνού θειϊκού οξέος και μια ταμπλέτα ειδικών καταλυτών) (Φωτ. 4). Το εκχύλισμα μετά την υγρή καύση αραιωνόταν με απιονισμένο νερό σε τελικό όγκο 100 ml και ακολουθούσε ο χρωματομετρικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης N με τη μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης P γινόταν με τη μέθοδο του φωσφοβαναδομολυβδαινικού συμπλόκου και της συγκέντρωσης B με τη μέθοδο της αζωμεθίνης. Σε όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιούνταν χημικώς καθαρά αντιδραστήρια.



Φωτογραφία 3. Ξηριαντήριο (αριστερά), Κλίβανος αποτέφρωσης (δεξιά)



Φωτογραφία 4. Σpektροφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης (αριστερά), Συσκευή Υγρής Καύσης (δεξιά)

Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

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

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των φύλλων στα θρεπτικά στοιχεία N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και B α) των ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) των ελαιοδένδρων σε ακαρπία καθώς και γ) του μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο που βρίσκονταν σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία (Δεκέμβρης 2008), παρουσιάζονται στις Εικόνες 1-11 και στον Πίνακα 1 που ακολουθούν ενώ τα αντίστοιχα αποτελέσματα την 2^η δειγματοληψίας (ερχόμενος Μάιος) παρουσιάζονται στις Εικόνες 12 και 13. Οι μέσοι όροι πάνω στις στήλες των γραφημάτων διαφέρουν σημαντικά (σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$) εφόσον ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα.

4.1. Αποτελέσματα 1^{ης} δειγματοληψίας

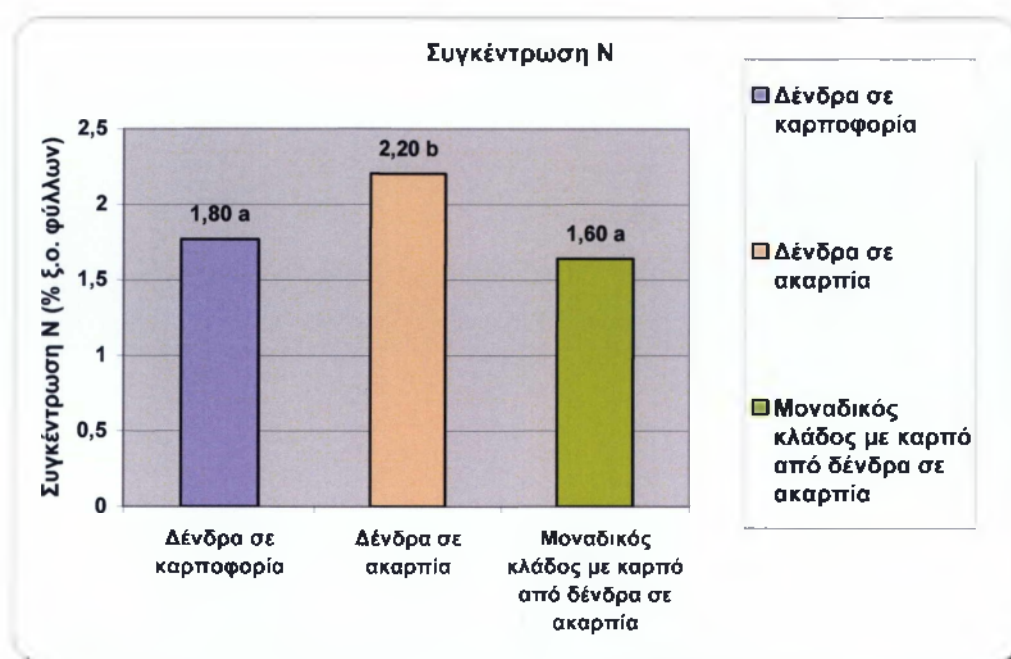
4.1.1. Άζωτο (N)

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή της εργασίας αυτής, πράγματι κατά το έτος της ακαρπίας οι τιμές N αναμένονται ανώτερες των τιμών κατά το έτος της καρποφορίας.

Η συγκέντρωση του N στα φύλλα του μοναδικού κλάδου με καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία δε διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη συγκέντρωση στα

φύλλα των δένδρων σε καρποφορία ενώ ήταν σημαντικά μικρότερη από αυτή των δένδρων σε ακαρπία. Η παρουσία ελαιοκάρπου πάνω στον μεμονωμένο κλάδο μείωσε τη συγκέντρωση του N στα φύλλα του, παρά το γεγονός ότι όλο το υπόλοιπο δένδρο δεν έφερε παραγωγή. Η αναδιανομή του αζώτου έγινε από τα φύλλα του συγκεκριμένου κλάδου στον καρπό που αυτός έφερε, καθώς είναι γνωστό ότι η παραγωγή αποτελεί ισχυρότερο πόλο έλξης θρεπτικών στοιχείων σε σύγκριση με τα φύλλα. Ως εκ τούτου το άζωτο, ως ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό, αναδιανεμήθηκε από τα ώριμα φύλλα μέσω των αγγείων του ηθμού εκεί όπου υπήρχαν μεγαλύτερες ανάγκες, δηλ. στην παραγωγή και γι' αυτόν τον λόγο η συγκέντρωση N στα φύλλα αυτού του κλάδου ήταν παρόμοια χαμηλή με αυτήν των δένδρων σε καρποφορία και όχι με την αντίστοιχη των δένδρων σε ακαρπία από όπου προερχόταν ο κλάδος.

Επιπλέον, η συγκέντρωση N αζώτου και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν στα επιθυμητά για την ελιά εύρη δηλ. 1,60-1,80 % ξ.ο.



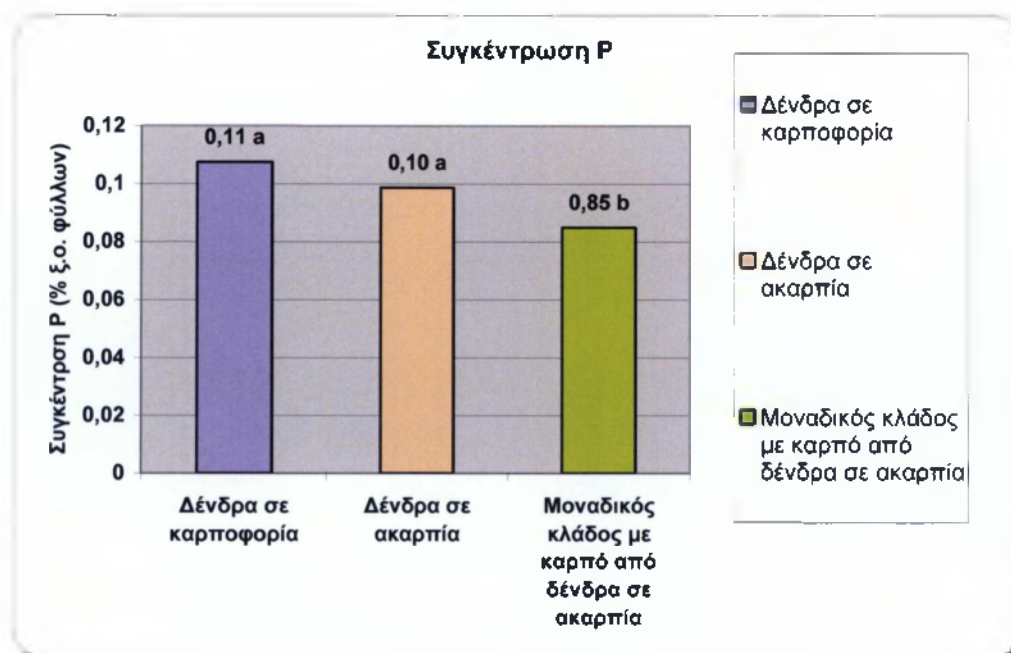
Εικόνα 1. Συγκέντρωση N σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από δένδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

4.1.2. Φωσφόρος (P)

Η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη στα δένδρα σε καρποφορία. Η συγκέντρωση

όμως του στοιχείου στα φύλλα του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση τόσο με τη συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία όσο και με των δένδρων σε ακαρπία.

Βάσει της σχετικής βιβλιογραφίας, η επιθυμητή συγκέντρωση P στα φύλλα της ελιάς πρέπει να κυμαίνεται από 0,09-0,11 % ξ.ο. Στην παρούσα εργασία, η συγκέντρωση P και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν σε επιθυμητά έως σχετικής έλλειψης επίπεδα, όχι όμως τροφοπενίας. Το γεγονός αυτό πρέπει να αποδοθεί στο ότι τα εδάφη των ελαιώνων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ασβεστούχα και είναι γνωστή η παρεμπόδιση πρόσληψης P σε εδάφη με υψηλό pH.



Εικόνα 2. Συγκέντρωση P σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

4.1.3. Κάλιο (K)

Η συγκέντρωση καλίου μεταξύ των τριών κατηγοριών φύλλων διαφοροποιήθηκε παρόμοια με του αζώτου. Δηλαδή η συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Επίσης η συγκέντρωση K στα φύλλα του

μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό από δένδρο όμως σε ακαρπία, δε διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη συγκέντρωση στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Ήταν όμως σημαντικά μικρότερη από αυτήν των δένδρων σε ακαρπία. Η παρόμοια διακύμανση της περιεκτικότητας των φύλλων σε κάλιο με αυτήν του αζώτου συνδέεται με το γεγονός ότι και το Κ είναι ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό, και ως εκ τούτου αναδιανέμεται εύκολα από τα ώριμα φύλλα στους καρπούς. Γι' αυτόν τον λόγο η συγκέντρωση Κ στα φύλλα του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό σε δένδρο σε ακαρπία κυμαινόταν σε παρόμοια χαμηλά επίπεδα με αυτήν στα δένδρα σε καρποφορία. Έχει αναφερθεί σε διάφορες εργασίες ότι κατά την περίοδο της ωρίμανσης, το κάλιο διακινείται από τα ώριμα φύλλα προς τους καρπούς, οπότε σε χρονιές με παραγωγή, η περιεκτικότητα του στοιχείου στα φύλλα πέφτει σε χαμηλά επίπεδα. Σε περίπτωση δε παρενιαυτοφορίας, κατά το έτος της ακαρπίας, οι σχετικές τιμές αναμένονται να είναι ανώτερες από αυτές της καρποφορίας.

Στην παρούσα εργασία, η συγκέντρωση Κ και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν σε επιθυμητά για την ελιά επίπεδα. Μάλιστα, στην περίπτωση των δένδρων σε ακαρπία το κάλιο βρισκόταν σε σχετική περίσσεια.

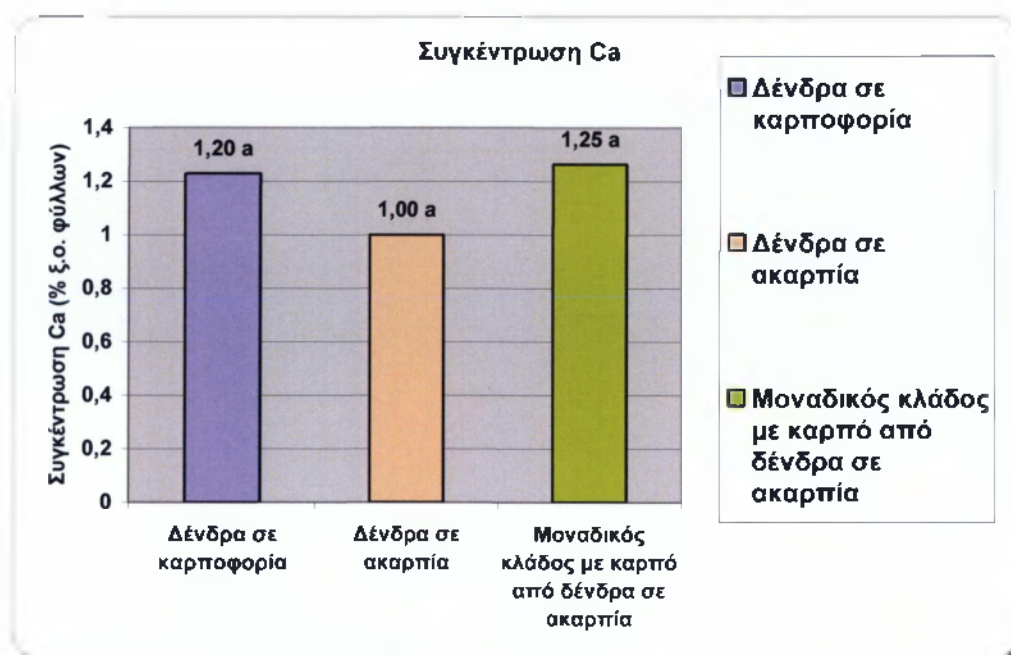


Εικόνα 3. Συγκέντρωση Κ σε φύλλα α) ελαιόδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιόδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

4.1.4. Ασβέστιο (Ca)

Η συγκέντρωση ασβεστίου δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των τριών κατηγοριών φύλλων. Μάλιστα, η συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία (Εικ. 4) παρουσίασε αντίθετη τάση με αυτήν στην περίπτωση του καλίου (Εικ. 3). Δηλαδή, η συγκέντρωση Ca στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία έλαβε μικρότερες τιμές από την αντίστοιχη συγκέντρωση Ca τόσο των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία όσο και των φύλλων του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό σε δένδρο σε ακαρπία. Το αποτέλεσμα αυτό θα πρέπει να ερμηνευθεί με την ανταγωνιστική σχέση K-Ca.

Επιπλέον, η συγκέντρωση Ca και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν σε επιθυμητά για την ελιά επίπεδα, καθώς τροφοπενία Ca αναφέρεται σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 0,5 % ξ.ο. φύλλων.



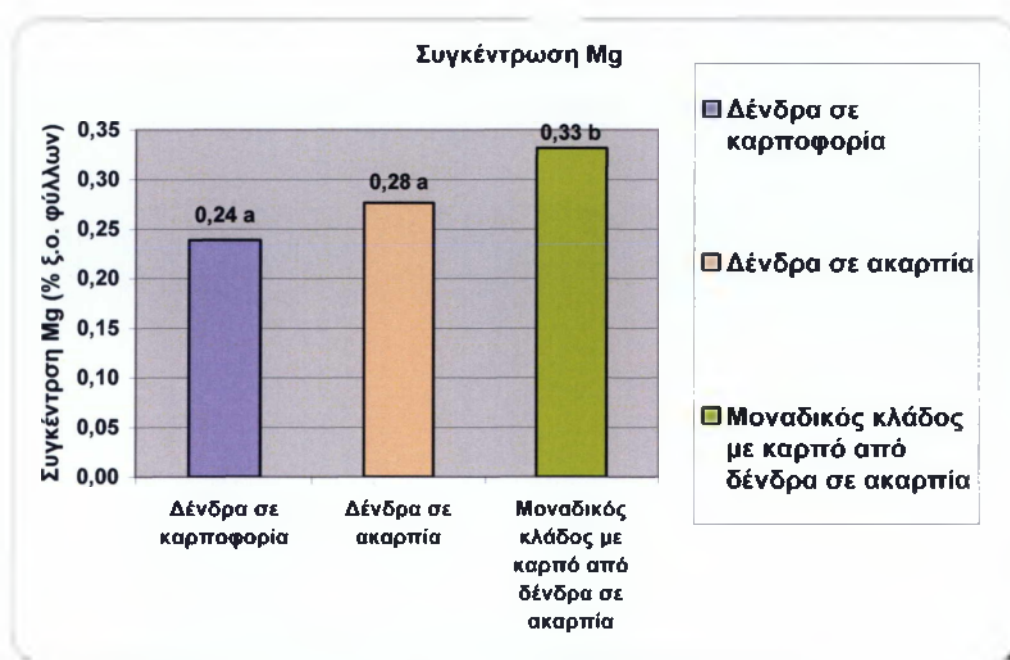
Εικόνα 4. Συγκέντρωση Ca σε φύλλα α) ελαιόδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιόδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

4.1.5. Μαγνήσιο (Mg)

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 5, η συγκέντρωση μαγνησίου δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία και

αντών σε ακαρπία. Όμως, η συγκέντρωση Mg στα φύλλα του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία, παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τις δύο άλλες κατηγορίες φύλλων. Αντίθετα αποτελέσματα, όπως προαναφέρθηκε, ελήφθησαν ως προς τη συγκέντρωση καλίου (Εικ. 4). Η συγκέντρωση K στα φύλλα του μεμονωμένου κλάδου με καρπό από δένδρο σε ακαρπία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση K και η σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Mg στην ίδια κατηγορία φύλλων θα πρέπει να αποδοθούν στην ακόμη ισχυρότερα ανταγωνιστική σχέση K – Mg, η οποία έχει επανειλημμένα αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία (Marschner 1997).

Η συγκέντρωση Mg και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν επίσης σε επιθυμητά επίπεδα, καθώς τα υγιή φύλλα πρέπει να περιέχουν 0,1-0,3 % ξ.ο. φύλλων.

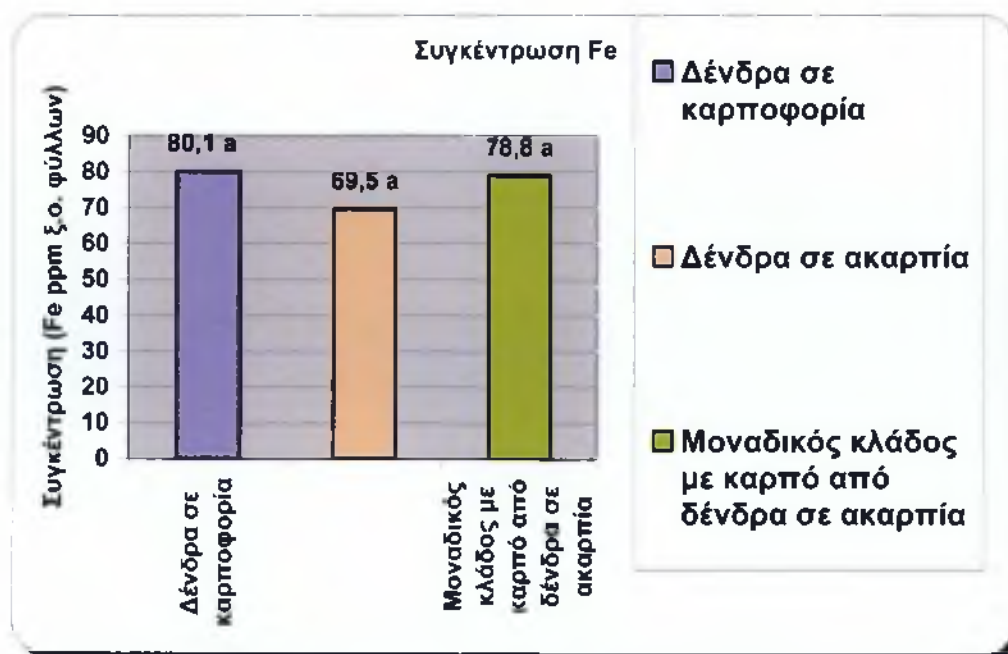


Εικόνα 5. Συγκέντρωση Mg σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

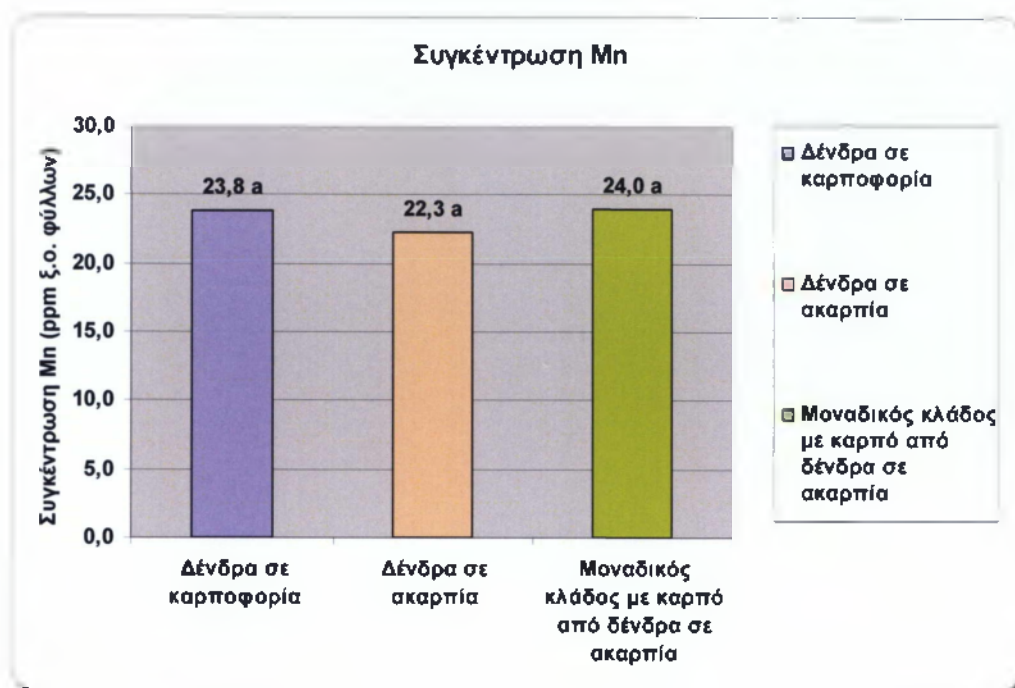
4.1.6. Σίδηρος (Fe), Μαγγάνιο (Mn)

Όπως φαίνεται από τις Εικόνες 6 και 7 που ακολουθούν, η συγκέντρωση σιδήρου και μαγγανίου δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δένδρων σε καρποφορία και σε ακαρπία ούτε όμως και με τη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία. Είναι γνωστό ότι η ελιά δεν αποτελεί ευαίσθητη στην τροφοπενία σιδήρου καλλιέργεια, καθώς επίσης, δεν έχουν αναφερθεί συχνά προβλήματα θρέψης σχετικά με το μαγγάνιο.

Η συγκέντρωση Fe και Mn και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαίνονταν σε επιθυμητά για την ελαιοκαλλιέργεια επίπεδα.



Εικόνα 6. Συγκέντρωση Fe σε φύλλα α) ελαιόδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιόδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

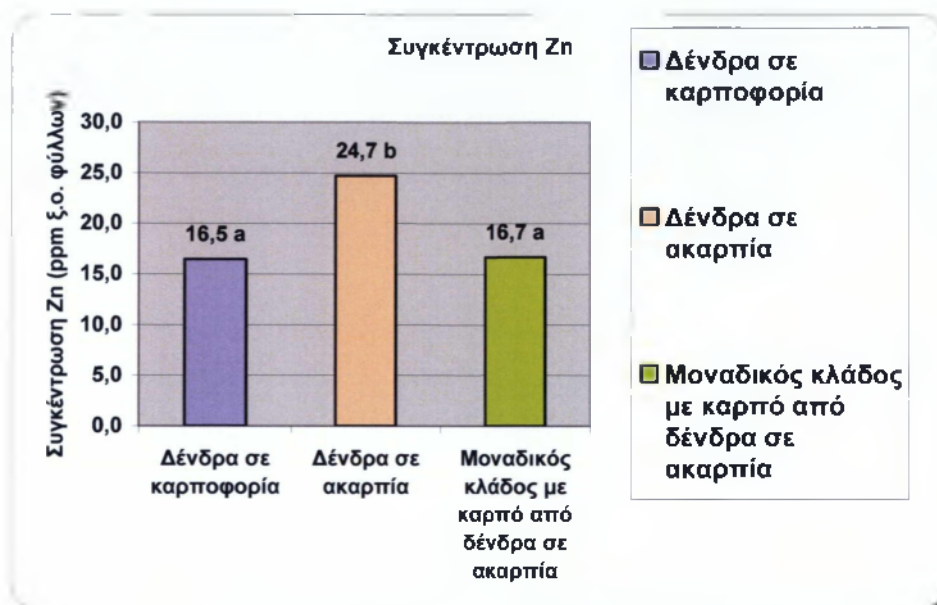


Εικόνα 7. Συγκέντρωση Mn σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

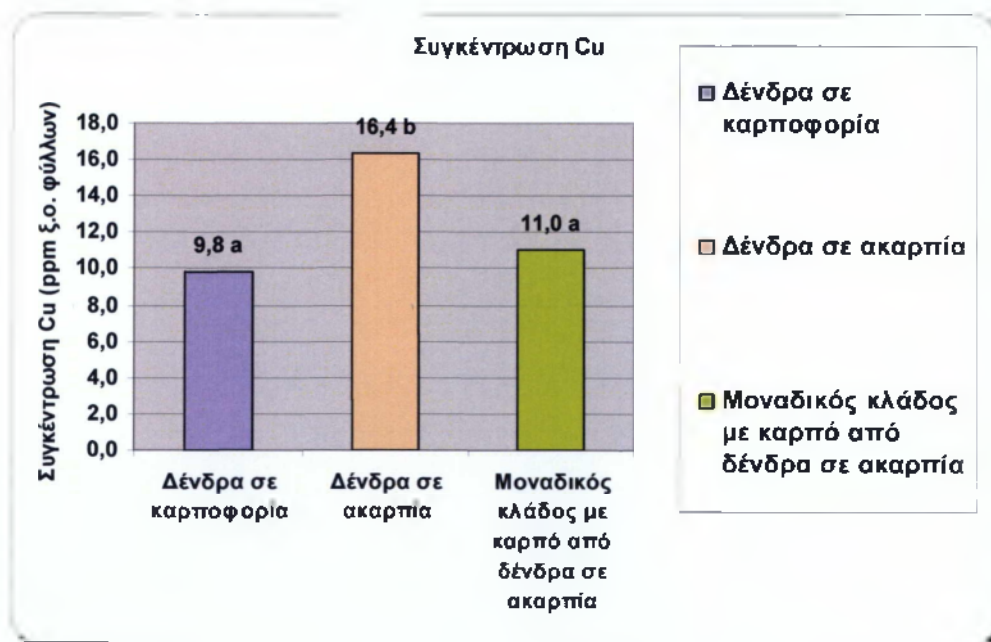
4.1.7. Ψευδάργυρος (Zn) και Χαλκός (Cu)

Αντίθετα με τη συγκέντρωση σιδήρου και μαγγανίου που δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των τριών κατηγοριών δειγμάτων φύλλων, η συγκέντρωση ψευδαργύρου και χαλκού στα φύλλα από δένδρα σε ακαρπία βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Η δε συγκέντρωση Zn και Cu στα φύλλα του μοναδικού κλάδου με καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία δε διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη συγκέντρωση στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία. Παράλληλα η συγκέντρωση αυτή βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των δένδρων σε ακαρπία παρότι τα φύλλα αυτά προέρχονταν μεν από κλάδο με ελαιόκαρπο αλλά ο κλάδος βρισκόταν σε δένδρο που δεν έφερε παραγωγή. Η παρουσία ελαιόκαρπου πάνω στον μεμονωμένο κλάδο μείωσε τη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων Zn και Cu στα φύλλα του όπως παρατηρήθηκε και στην περίπτωση του αζώτου και καλίου, παρά το γεγονός ότι η αναδιανομή των ιχνοστοιχείων αυτών είναι δυσκολότερη σε σύγκριση με των μακροστοιχείων N, P, K και Mg. Είναι γνωστό ότι τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn και Cu αποτελούν μέτρια δυσκίνητα στοιχεία μέσα στο φυτικό σώμα.

Η συγκέντρωση Zn και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν σε επιθυμητά επίπεδα, καθώς, όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή, επαρκής θρέψη των ελαιόδένδρων με ψευδάργυρο θεωρείται όταν η περιεκτικότητα της ξ.ο. των φύλλων κυμαίνεται από 10-30 ppm.



Εικόνα 8. Συγκέντρωση Zn σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία



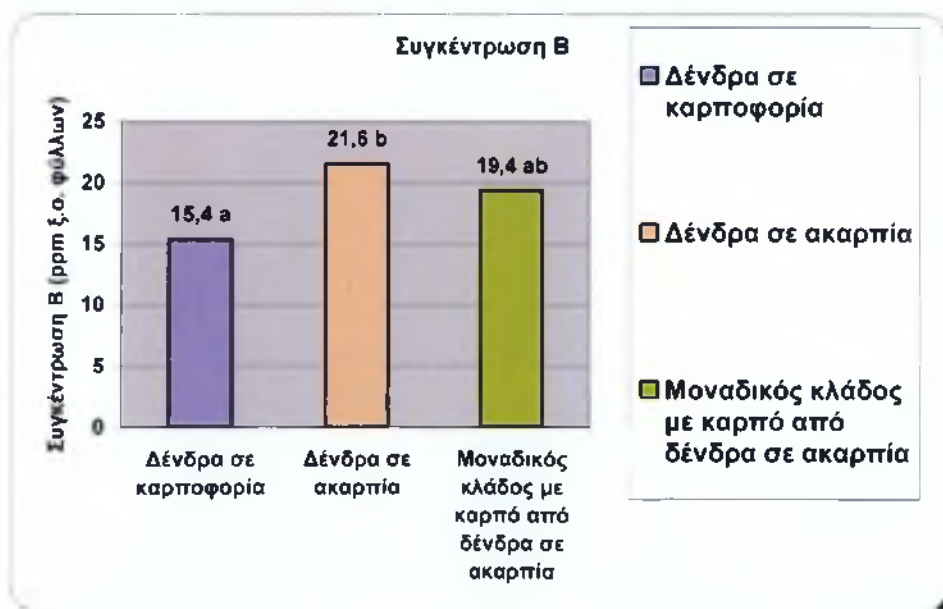
Εικόνα 9. Συγκέντρωση Cu σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

4.1.8. Βόριο (B)

Η συγκέντρωση βορίου στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των δένδρων σε καρποφορία. Η δε συγκέντρωση B στα φύλλα του μοναδικού κλάδου με καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία δε διέφερε σημαντικά ούτε από την συγκέντρωση στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία ούτε από την αντίστοιχη σε ακαρπία.

Η παρουσία του ελαιόκαρπου πάνω στον μοναδικό κλάδο σε δένδρο με ακαρπία μείωσε τη συγκέντρωση βορίου στα φύλλα του, όπως παρατηρήθηκε και στην περίπτωση άλλων στοιχείων, όχι όμως τόσο ώστε η διαφορά αυτή να είναι σημαντική. Η διαπίστωση αυτή πρέπει να συνδέεται με το γεγονός ότι το βόριο όπως και το ασβέστιο αποτελούν τα κατεξοχήν δυσκίνητα στοιχεία μέσα στο φυτό και η αναδιανομή τους μέσω των αγγείων του ηθμού είναι πολύ πιο δύσκολη σε σύγκριση με τα στοιχεία N, P, K, Mg Fe, Mn, Zn και Cu.

Με δεδομένο ότι το επίπεδο βορίου σε φύλλα με συμπτώματα τροφopenίας κυμαίνεται από 7-14 ppm επί της ξηρής ουσίας, η συγκέντρωση του στοιχείου και στις τρεις κατηγορίες φύλλων που αναλύθηκαν, κυμαινόταν σε επιθυμητά επίπεδα.



Εικόνα 10. Συγκέντρωση B σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

Εν γένει, οι συγκεντρώσεις των στοιχείων που προσδιορίστηκαν στην παρούσα μελέτη, κυμαίνονταν σε όλες τις περιπτώσεις σε επιθυμητά για την ελιά επίπεδα με βάση τα εύρη τιμών των Reuter και Robinson (1986) και Θεριού (2005).

4.1.9. ΟΛΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΘΡΕΨΗΣ

Προκειμένου να εξετάσουμε τη διαφοροποίηση της κατάστασης ολικής θρέψης μεταξύ των τριών κατηγοριών ελαιοδένδρων, υπολογίστηκε το ολικό επίπεδο θρέψης ($N+10P+K$) (Γαβαλάς, 1978). Για δε την ισορροπία των στοιχείων N, P και K μεταξύ τους, υπολογίστηκαν οι λόγοι των συγκεντρώσεων αυτών προς το ολικό επίπεδο θρέψης, δηλ.: $N/(N+10P+K)$, $10P/(N+10P+K)$ και $K/(N+10P+K)$.

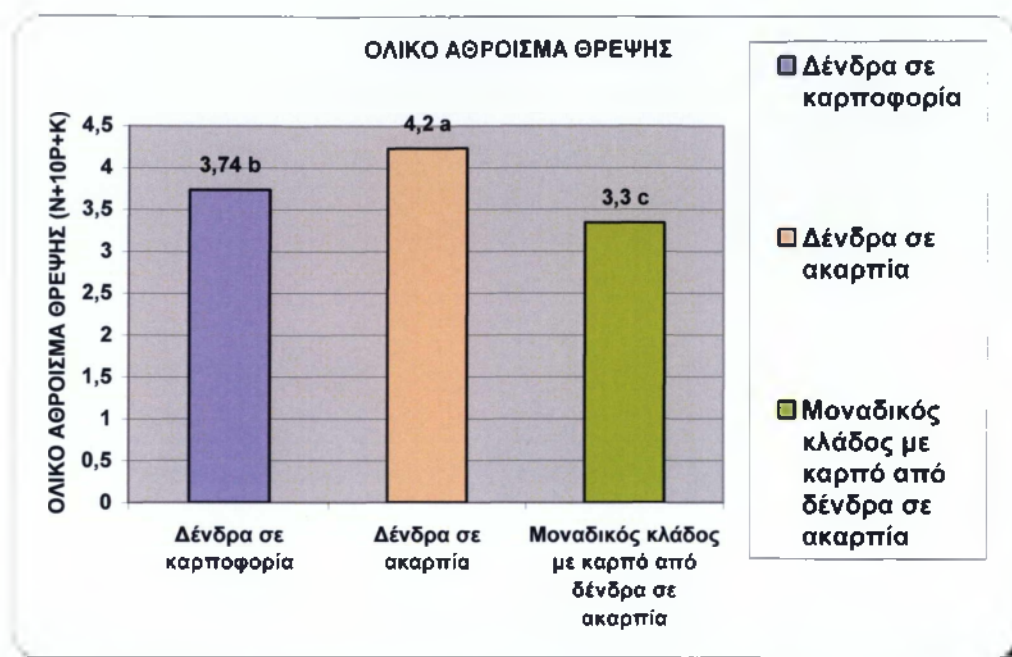
Μετά τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι η ολική θρέψη ($N+10P+K$) των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι των δένδρων σε ακαρπία (Εικ. 11). Η δε ολική θρέψη ($N+10P+K$) των φύλλων του μοναδικού κλάδου με καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία ήταν σημαντικά μικρότερη από την ολική θρέψη τόσο των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία όσο και από την αντίστοιχη σε ακαρπία. Με βάση το γεγονός ότι το επιθυμητό επίπεδο της ολικής θρέψης κατά Bouat κυμαίνεται περίπου στο 3,0, διαπιστώνεται ότι και οι τρεις κατηγορίες ελαιώνων βρίσκονταν πάνω από αυτό το επίπεδο.

Όσον αφορά στους λόγους των συγκεντρώσεων των N, P και K προς το ολικό επίπεδο θρέψης, δηλ.: $N/(N+10P+K)$, $10P/(N+10P+K)$ και $K/(N+10P+K)$ (Πίνακας 1) βρέθηκε ότι:

- Στην περίπτωση του αζώτου, η συγκέντρωση στα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία ήταν σημαντικά υψηλότερη όλων.
- Στην περίπτωση του φωσφόρου, τα δένδρα σε καρποφορία είχαν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση από τις άλλες δύο κατηγορίες φύλλων.
- Στην περίπτωση του καλίου, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές.

Με βάση τα κατά Bouat επιθυμητά επίπεδα των λόγων αζώτου, φωσφόρου και καλίου προς ολική θρέψη, αντιστοίχως, τα οποία πρέπει να κυμαίνονται για το $N=42,0-51,3$, $10P=30,5-37,3$ και $K=17,5-21,4$ (Γαβαλάς, 1978), συμπεραίνεται ότι το άζωτο και το κάλιο προς ολική θρέψη βρίσκονταν σε ισορροπία και στις τρεις κατηγορίες φύλλων. Μόνο ο λόγος του φωσφόρου προς ολική θρέψη βρισκόταν σε

χαμηλότερα επίπεδα από τα επιθυμητά για τους λόγους που έχουν ήδη προαναφερθεί (Πίν. 1).



Εικόνα 11. Ολικό επίπεδο θρέψης (N+10P+K) σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία, β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία και γ) μοναδικού κλάδου που έφερε ελαιόκαρπο από ελαιόδενδρο σε έτος ακαρπίας, κατά την 1^η δειγματοληψία

Πίνακας 1. Λόγοι συγκεντρώσεων N, P και K προς ολικό επίπεδο θρέψης (S), δηλ. $N/(N+10P+K)$, $10P/(N+10P+K)$ και $K/(N+10P+K)$

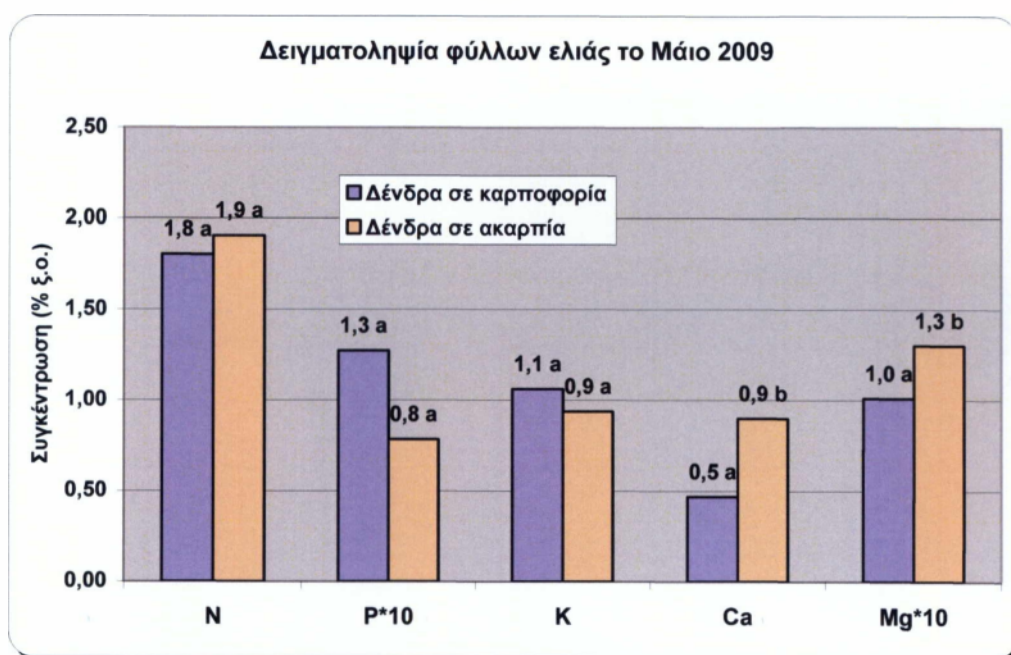
S=N+10P+K	N/S	10P/S	K/S
3,77	48,4	23,9	27,7
3,84	45,2	32,2	22,6
3,76	48,4	29,9	21,7
3,70	48,1	28,9	23,0
3,61	46,7	28,8	24,4
3,93	52,5	21,4	26,1
4,57	52,6	24,0	23,4
4,14	47,9	27,5	24,7
4,34	55,4	21,3	23,3
4,19	51,7	22,3	26,0
3,43	48,9	32,0	19,1
3,39	48,4	24,1	27,5
3,35	47,3	28,1	24,6
3,39	50,1	24,1	25,8
3,15	50,6	18,2	31,2

4.2. Αποτελέσματα 2^{ης} δειγματοληψίας

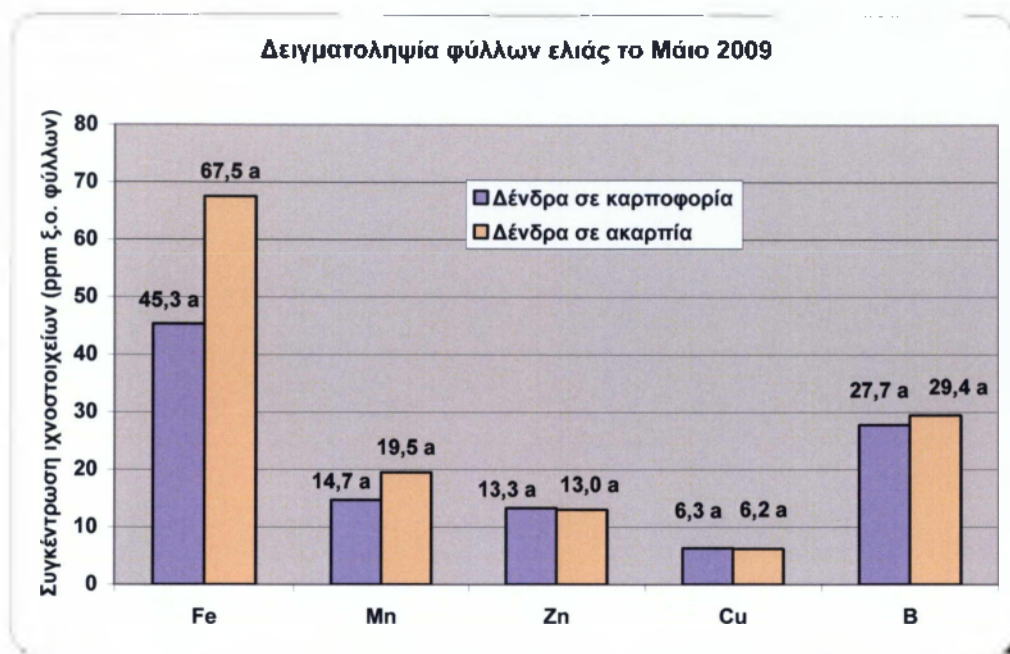
Όσον αφορά στα αποτελέσματα της 2^{ης} δειγματοληψίας που έγινε κατά τον Μάιο του 2009, όταν ο ελαιόκαρπος είχε συγκομιστεί πέντε μήνες πριν, βρέθηκε ότι η συγκέντρωση των φύλλων στα μακροστοιχεία N, P και K δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δένδρων σε καρποφορία και των δένδρων σε ακαρπία (Εικ. 11). Η μη σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης των προαναφερθέντων στοιχείων μεταξύ δένδρων σε καρποφορία και δένδρων σε ακαρπία θα πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός ότι η κατά τη χρονική αυτή περίοδο απουσία του ελαιοκάρπου από τα δένδρα δεν προκάλεσε ανταγωνισμό στην πρόσληψη N, P και K σε σχέση με τα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία.

Αντίθετα, η συγκέντρωση Ca και Mg στα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι των δένδρων σε ακαρπία (Εικ. 12). Και κατά τη δειγματοληψία αυτή φαίνεται η ανταγωνιστική σχέση του K με το Ca και το Mg, καθώς το κάλιο στα δένδρα που έφεραν καρποφορία παρουσιάζει την τάση να είναι υψηλότερο από ό,τι στα δένδρα με ακαρπία, αντίθετα με ό,τι παρατηρήθηκε στην περίπτωση των Ca και Mg (Εικ. 12).

Στην περίπτωση των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B, η συγκέντρωση κανενός από αυτά δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των δένδρων σε καρποφορία και ακαρπία (Εικ. 13). Η κατά τη χρονική αυτή περίοδο απουσία του ελαιοκάρπου από τα δένδρα δεν προκάλεσε ανταγωνισμό στην πρόσληψη των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B από τα φύλλα των δένδρων σε καρποφορία, παρόμοια με ό,τι παρατηρήθηκε και στην περίπτωση των N, P και K.



Εικόνα 12. Συγκέντρωση N, P, K, Ca, Mg σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία και β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία, κατά την 2^η δειγματοληψία



Εικόνα 13. Συγκέντρωση Fe, Mn, Zn, Cu και B σε φύλλα α) ελαιοδένδρων σε καρποφορία και β) ελαιοδένδρων σε ακαρπία, κατά την 2^η δειγματοληψία

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν από αυτήν την εργασία ήταν:

1. Η παρουσία της παραγωγής πάνω στο ελαιόδενδρο είχε ως συνέπεια τη μειωμένη συγκέντρωση αζώτου και καλίου από πλευράς μακροστοιχείων, καθώς και ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου από πλευράς ιχνοστοιχείων στα φύλλα των δένδρων αυτών σε σύγκριση με τα φύλλα των δένδρων σε ακαρπία.

2. Αντίθετα, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η συγκέντρωση φωσφόρου, ασβεστίου και μαγνησίου από πλευράς μακροστοιχείων και σιδήρου, μαγγανίου, από πλευράς ιχνοστοιχείων.

3. Στα ίδια δένδρα, πέντε μήνες μετά τη συγκομιδή του ελαιοκάρπου, δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφοροποίηση στη συγκέντρωση των μακροστοιχείων N, P και K και των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B, μεταξύ δένδρων σε καρποφορία και ακαρπία. Μόνο η συγκέντρωση Ca και Mg στα δένδρα σε καρποφορία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι στα δένδρα σε ακαρπία.

4. Η ολική θρέψη (N+10P+K) των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ό,τι των δένδρων σε ακαρπία. Η δε ολική θρέψη (N+10P+K) των φύλλων του μοναδικού κλάδου με καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία ήταν σημαντικά μικρότερη από την ολική θρέψη τόσο των φύλλων των δένδρων σε καρποφορία όσο και από την αντίστοιχη σε ακαρπία.

5. Όσον αφορά στη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα του μοναδικού κλάδου που έφερε καρπό πάνω σε δένδρο σε ακαρπία, στην περίπτωση των περισσότερων στοιχείων, όπως N, K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu και B, αυτή κυμαινόταν σε παρόμοια επίπεδα με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των δένδρων σε καρποφορία, παρά το γεγονός ότι τα δένδρα από όπου προερχόταν ο κλάδος αυτός βρίσκονταν σε ακαρπία.

6. Τα παραπάνω αποτελέσματα καταδεικνύουν τη σημασία της παραγωγής, ως ισχυρού πόλου έλξης θρεπτικών στοιχείων και την ως εκ τούτου ανάγκη της κατ' έτος προσαρμογής των προγραμμάτων λίπανσης της ελαιοκαλλιέργειας λόγω της παρεννιαυτοφορίας της, λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερόμενες μεταβολές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων. Φυσικά το θέμα χρήζει περαιτέρω συστηματικής και μακρόχρονης μελέτης, καθώς η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί σημαντικότερο κλάδο της αγροτικής παραγωγής της χώρας μας.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, S.E. 1989. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell scientific publications. Oxford. London. Edinburgh. Boston. Melbourne.
- Γαβαλάς, Ν.Α. 1978. Η ανόργανος θρέψις και η λίπανσις της ελαιίας. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Κηφισιά, Αθήναι.
- Θερίος, Ν.Ι. 2005. ΕΛΑΙΟΚΟΜΙΑ. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε.
- Jones, J.B., Jr., B. Wolf and H.A. Mills, 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishers. Athens. GA.
- Marschner, H. 1997. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press. London.
- Μετζιδάκης, Ι. και Κρισκον Ε. 2003. Συγκριτική μελέτη της θρεπτικής κατάστασης και της οικονομικής απόδοσης δύο ποικιλιών ελιάς συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας σε ξηρικούς ελαιώνες στην περιοχή των Χανίων. Ελιά & Ελαιόλαδο 37: 35-38.
- Μπαλατσούρας, Γ. 1994. Η ελιά με σύγχρονες μεθόδους. Εκδ. Πελεκάνος, Αθήνα.
- Ποντίκης, Κ. 1992. Ελαιοκομία, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα.
- Reuter DJ., Robinson JB. 1986. Plant analysis: an interpretation manual, Brunswick, Victoria.
- Σακαντάνης, Κ. 1982. Σύγχρονη πρακτική ελαιοκομία, Εκδ. Σπύρου, Αθήνα
- Σφακιωτάκης, Ε. 1993. Μαθήματα ελαιοκομίας, Εκδ. Τυρομαν, Θεσσαλονίκη.
- Vemmos S., Assimakopoulou A., Kontopoulos. A. 2006. Initial results from a study of soil fertility and leaf nutrient status in conventional and organic olive orchards. "Second International Seminar "Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean Basin", 5-10 November 2006, Marsala - Mazara del Vallo, Italy. Proceedings Vol. II, p. 201-204.