

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE
SCHOOL *of* AGRICULTURE
FOOD AND NUTRITION
DEPARTMENT *of* AGRICULTURE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΦΩΝ, ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΛΑΙΩΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΝΙΩΝ»**



ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΔΡΑΚΑΚΑΚΗ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ, 2018

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο Εδαφολογίας του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ Κρήτης. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δρ Παπαδάκη Αναστασία για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό της, για την επιστημονική υποστήριξή της, η οποία συνέβαλε στην βελτίωση της πτυχιακής μου εργασίας, όσο εγώ προσπάθησα να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο. Η συνεργασία μου μαζί της αποτέλεσε μια σημαντική εκπαιδευτική εμπειρία που εμπλούτισε τις γνώσεις μου σε θέματα που αφορούν τη Γεωπονία, αλλά ακόμη και σε θέματα πειθαρχίας, συστηματικότητας και οργανωτικότητας σε εργασιακό επίπεδο.

Επιπρόσθετα, ευχαριστίες αρμόζει να δοθούν σε όλους τους καθηγητές του τμήματος, οι οποίοι συνέβαλαν στην απόκτηση των απαραίτητων γνώσεων για την επιτυχή φοίτησή μου αλλά και για την ενίσχυση της αγάπης μου για την επιστήμη της Γεωπονίας. Ιδιαίτερα όμως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ Λαδωμένου Καλλιόπη για την επιστημονική της καθοδήγηση σε διάφορα πειράματα που πραγματοποίησα για την διατριβή μου.

Περισσότερο από όλους, πολλά ευχαριστώ αξίζουν στην οικογένειά μου, που με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου, αλλά ιδιαίτερα στην εκπόνηση της πτυχιακής μου διατριβής, καθώς χωρίς την πίστη τους σε εμένα, δεν θα είχα καταφέρει τίποτα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ	VII
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VIII
ABSTRACT	X
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	12
1.2 Η ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.....	12
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	14
1.3.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	14
1.4 ΚΥΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	16
1.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	16
1.5.1 ΚΛΑΔΕΜΑ	17
1.5.2 ΑΡΔΕΥΣΗ	17
1.5.3 ΔΙΠΛΗΣΗ	19
1.5.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ Ν, Ρ, Κ ΚΑΙ Β ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΑ	22
1.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΛΙΑΣ	26
1.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	27
1.8 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ.....	31
1.9 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ	32
1.9.1 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	32
1.10 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	36
1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	37
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	38
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	38
2.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ, ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	42
2.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	43
2.4 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	45
2.4.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	45
2.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	46
2.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	47
2.4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΟΪΚΑΝΟΤΗΤΑΣ.....	47
2.4.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	48
2.4.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	49

2.4.7	ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ.....	50
2.4.8	ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ pH ΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ	51
2.4.9	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ	51
2.4.10	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΚΑΛΙΟΥ	53
2.4.11	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	53
2.4.12	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ (ΙΑΚ)	54
2.4.13	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ NH_4^+ -N	55
2.4.14	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ NO_3^- -N.....	57
2.5	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ	58
2.5.1	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΟΥ	58
2.5.2	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	59
2.5.3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΟΡΙΟΥ.....	60
2.6	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	61
2.6.1	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ	61
2.6.2	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ K_{232} , K_{270} ΚΑΙ ΔΚ.....	62
2.6.3	ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ.....	63
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	66
3.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	66
3.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ	70
3.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	71
3.4	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΤΑ ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	72
3.4.1	ΚΛΑΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ.....	72
3.4.2	ΕΙΔΙΚΟ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	73
3.4.3	ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	74
3.4.4	ΥΔΑΤΟΪΚΑΝΟΤΗΤΑ	75
3.4.5	ΕΝΕΡΓΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑ.....	76
3.4.6	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ.....	77
3.4.7	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	78
3.4.8	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ.....	79
3.4.9	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΚΑΛΙΟΥ.....	80
3.4.10	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ.....	81
3.4.11	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	82
3.5	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ	83
3.5.1	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΚΑΛΙΟΥ.....	83
3.5.2	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ.....	84
3.5.3	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΒΟΡΙΟΥ	85
3.6	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	86
3.6.1	ΟΞΥΤΗΤΑ	86
3.6.2	ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ K_{232} , K_{270} , ΔΚ.....	87
3.6.3	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ	88
3.7	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	89
4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	90
4.1	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ.....	90
4.2	ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟ- ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	93

4.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	94
4.4	ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	95
4.5	ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΛΑΙΩΝΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	95
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	98

ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

Πίνακας 1: Οι συντομεύσεις που χρησιμοποιούνται μέσα στο κείμενο, τις εικόνες, τα διαγράμματα και τους πίνακες

Σύντμηση	Πλήρες όνομα
<i>g</i>	Γραμμάριο
<i>kg</i>	Κιλό
<i>min</i>	Λεπτό
<i>cm</i>	Εκατοστό
<i>ppm</i>	Μέρη στο εκατομμύριο
<i>nm</i>	Νανόμετρο
<i>sec</i>	Δευτερόλεπτο
<i>h</i>	Ωρα
<i>mm</i>	Χιλιοστό
<i>ml</i>	Χιλιοστόλιτρο
<i>mg</i>	Χιλιοστογραμμάριο
<i>μl</i>	Μικρόλιτρο
<i>L</i>	Λίτρο
<i>cm³</i>	Κυβικό εκατοστό
<i>N</i>	Κανονικότητα
<i>°C</i>	Βαθμός Κελσίου
<i>%</i>	Επί τοις εκατό
<i>tn</i>	Τόνος
<i>cmol_c</i>	Εκατοστό γραμμοϊσοδύναμου
<i>M</i>	Μοριακότητα κατ' όγκο
<i>v/v</i>	Περιεκτικότητα όγκο κατ' όγκο
<i>w/v</i>	Περιεκτικότητα βάρος κατ' όγκο
<i>κτλ.</i>	Και τα λοιπά
<i>πχ.</i>	Παραδείγματος χάριν
<i>μ/S</i>	Εκατομμυριοστό του Simens
<i>atm</i>	Ατμόσφαιρα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σημαντικότητα της ελαιοκαλλιέργειας στον Ελλαδικό χώρο και ιδιαίτερα στην Κρήτη, επιτάσσει την μελέτη των χαρακτηριστικών του εδάφους όπου καλλιεργούνται οι ελιές, της θρέψης των δέντρων αλλά και της ποιότητας του ελαιολάδου. Έτσι, αναζητούνται καινοτόμες επιστημονικές πληροφορίες για την διαχείριση της ελαιοκαλλιέργειας με στόχο την βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και την διατήρηση της αειφορίας του περιβάλλοντος. Οι πληροφορίες που προέκυψαν, αναμένεται να δώσουν κατευθυντήριες γραμμές στους παραγωγούς, για την κατά προσέγγιση λιπαντική τακτική που απαιτεί το ελαιόδεντρο, καθώς επίσης και την επίδρασή της στα βασικότερα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του ελαιολάδου.

Πραγματοποιήθηκαν 35 δειγματοληψίες εδάφους και φύλλων ενώ λήφθηκαν 19 δείγματα ελαιόλαδου. Τα δείγματα προέρχονταν από ελαιώνες στο Νομό Χανίων, στους οποίους ασκούνται διαφορετικά συστήματα διαχείρισης και καλλιεργητικές πρακτικές. Έγιναν εδαφολογικές αναλύσεις που εστίασαν στην μελέτη των φυσικο-χημικών χαρακτηριστικών των εδαφών, προσδιορίζοντας την κοκκομετρική σύσταση, το ειδικό και φαινόμενο ειδικό βάρος, το CaCO_3 και το ενεργό CaCO_3 , την υδατοϊκανότητα, το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και την οργανική ουσία, καθώς επίσης και την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά (κάλιο, φώσφορο, αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο). Με την Φυλλοδιαγνωστική, έγινε γνωστή η θρεπτική κατάσταση των δένδρων αφού προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα του καλίου, του φωσφόρου και του βορίου στα φύλλα. Τέλος, μετρήθηκαν στα δείγματα ελαιόλαδου οι εξής παράμετροι, οξύτητα, συντελεστές K_{232} , K_{270} , ΔΚ και η περιεκτικότητα σε συνολικές φαινόλες.

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά. Βρέθηκε η συχνότητα εμφάνισης των αποτελεσμάτων, έγινε σύγκριση με τις οριακές τιμές και προέκυψαν συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων που μελετήθηκαν. Συνάμα, προέκυψαν πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή και ποιότητα του ελαιόλαδου ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ελαιώνων που καταγράφηκαν.

Τα εδάφη που μελετήθηκαν, ήταν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους αργιλώδη, διέθεταν υψηλό ειδικό βάρος, χαμηλό φαινόμενο ειδικό βάρος και υψηλή υδατοϊκανότητα. Στα

εδαφικά δείγματα, το CaCO_3 περιέχονταν σε ίχνη στις περισσότερες περιπτώσεις, το pH ήταν ουδέτερο, ικανοποιητική βρέθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα, μέση η ΙΑΚ και πολύ χαμηλή ήταν η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Οριακά βρέθηκαν τα επίπεδα του καλίου και του φωσφόρου ενώ ικανοποιητικό ήταν το νιτρικό άζωτο του εδάφους. Τα φύλλα, παρουσίασαν χαμηλή συγκέντρωση καλίου ενώ οριακή – επαρκής ήταν του φωσφόρου και του βορίου. Σχεδόν τα μισά δείγματα ελαιόλαδου είχαν οξύτητα <0,8 %. Όλα τα δείγματα ελαιόλαδου, εντάχθηκαν στα Εξαιρετικά Παρθένα ελαιόλαδα βάση των τιμών που εμφάνισαν για τους δείκτες ποιότητας (K_{232} , K_{270} και ΔK). Οι συνολικές φαινόλες στα δείγματα περιέχονταν σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, το κάλιο των φύλλων και το άζωτο των εδαφών φαίνεται να επηρεάζουν την περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε συνολικές φαινόλες. Η περιεκτικότητά τους στο ελαιόλαδο διαφοροποιείται επίσης, από καλλιεργητικές τεχνικές και κλιματολογικούς παράγοντες. Η σωστή διαχείριση της άρδευσης, ενδέχεται να μειώσει την οξύτητα του ελαιόλαδου. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι εδαφο-κλιματολογικές συνθήκες και οι πρακτικές διαχείρισης, δεν επιδρούν στις τιμές των συντελεστών ποιότητας: K_{232} , K_{270} , ΔK .

Συνοψίζοντας, για την επίτευξη υψηλής ποιότητας ελαιόλαδου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν συνδυαστικά η γονιμότητα του εδάφους με την θρεπτική κατάσταση των δένδρων, το κλίμα και τις πρακτικές διαχείρισης.

ABSTRACT

The importance of olive cultivation in Greece and particularly in Crete, enforce the study of the soil characteristics, the plants' nutrition and the quality of the olive oil. Thus, innovative scientific information is necessary for the management of the olive cultivation with the aim of improving the quality of the olive oil and preserving the sustainability of the environment. The resulting information is expected to guide producers to the approximate management practice required for the orchards.

In order to determine soil and leaf nutrient status and soil physicochemical properties, 35 samples were taken. To study the oil parameters, 19 olive oils samples were received. All of these came from orchards of Chania prefecture, which had different management systems and cultivation practices. Soil analyzes consisted of the soil texture, particle and bulk density, total CaCO_3 and active CaCO_3 , field capacity, pH, electrical conductivity and organic matter, as well as their nutrient content (potassium, phosphorus, ammonium and nitrate nitrogen). In order to determine potassium, phosphorus and boron content of the olive leaves tissues, analyses were carried out according to the international standards procedures. Finally, in olive oil samples the following parameters, acidity, coefficients K_{232} , K_{270} and ΔK and the total phenol content were measured.

Data obtained were statistically analyzed. Frequencies of the studied parameters were revealed. In order to study the relationships among the variables Pearson's Rank Correlation was carried out revealing various correlation coefficients. At the same time, information on the production and quality of olive oil was obtained, depending on the characteristics of the orchards recorded.

The samples studied were mostly clay soils, with high particle density, low bulk density and high field capacity. In most cases, CaCO_3 was present in traces, pH was neutral, electrical conductivity was satisfactory, whereas moderate CEC was found and the organic matter content was very low. Potassium and phosphorus content were limited, while nitrate nitrogen in the soil was efficient. The leaves showed low potassium concentration while phosphorus and boron were sufficient. Almost half of the olive oil samples had an acidity of $<0.8\%$. Based on the values of the quality indicators (K_{232} , K_{270} and Delta- K), all olive oil

samples were included in the Extra Virgin Olive Oil category. The total phenols in the samples were contained in low levels.

Soil texture, leaf potassium and soil nitrogen appear to affect the content of total phenols in olive oil. Total phenols status is also influenced by cultivation techniques and climatic factors. Proper irrigation management may reduce the acidity of the olive oil. There are indications that soil-climatic conditions and management practices do not affect the values of the quality factors: K_{232} , K_{270} , Delta- K.

To summarize, in order to achieve olive oil with high quality, soil fertility, nutritional status of the trees, climate and crop management practices should be taken into consideration.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Ως αυτοφυές δένδρο στην λεκάνη της Μεσογείου, αναφέρεται από πολλούς συγγραφείς η ελιά. Στη Μινωική και Μυκηναϊκή εποχή η ελιά και το ελαιόλαδο είχε ήδη ευρεία χρήση σε τομείς όπως είναι η ιατρική, η μαγειρική, η διακόσμηση, ο αθλητισμός, η θρησκεία κτλ. Θεωρείται σύμβολο σοφίας, ειρήνης και νίκης, στην αρχαιότητα συνδεόταν άμεσα με θρησκευτικές τελετές ενώ στη Χριστιανική θρησκεία υπάρχουν πολλές αναφορές της, χαρακτηρίζοντας το ελαιόδεντρο ως θεϊκό δώρο. Παραδοσιακές διδαχές, εντοπίζουν την πρώτη ήμερη ελιά στην Αθήνα απ' όπου και διαδόθηκε στην υπόλοιπη χώρα. Με ζώη αιώνων, βρίσκονται διάσπαρτα ελαιόδεντρα ανά τη χώρα που προσελκύουν το ενδιαφέρον των ανθρώπων από κάθε πλευρά του κόσμου. Στην περιοχή Χανίων και συγκεκριμένα στο χωριό Βούβες του Δήμου Πλατανιά, συναντάται ένα από τα αρχαιότερα ελαιόδεντρα παγκοσμίως το οποίο μάλιστα έχει βραβευθεί από την Ευρωπαϊκή ένωση (Εικόνα 1) (Θερίδς, 2015).

1.2 Η ελαιοκαλλιέργεια στην Ελλάδα και την Κρήτη

Η ελαιοκαλλιέργεια απαντάται στους 50 από τους 54 νομούς της χώρας. Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα παραγωγός ελαιόλαδου στο κόσμο με καλλιεργούμενη έκταση πάνω από 7.000.000 στρεμμάτων αντιπροσωπεύοντας το 11% παγκοσμίως, αποτελούμενη από περίπου 150.000.000 ελαιόδεντρα που αποδίδουν κατά μέσο όρο 400.000 tn ελαιόλαδου ετησίως. Από αυτούς, εξάγεται διεθνώς περίπου το 50-55%, με τη συντριπτική τους πλειοψηφία στην Ιταλία ως χύμα προϊόν. Σημαντική πληροφορία είναι το γεγονός ότι το 97% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιόλαδου παράγεται στη λεκάνη της μεσογείου.

Η Κρήτη έρχεται δεύτερη στην καλλιέργεια της ελιάς πανελλαδικά, με πρώτη να είναι η Πελοπόννησος. Σήμερα η Κρήτη κατέχει το 1/3 της παραγωγής ελαιόλαδου σε πανελλήνιο επίπεδο. Το γεγονός αυτό κατατάσσει το νησί καθοριστικό παράγοντα στην εμπορία του

λαδιού ανεπιφύλακτα. Σε πληθώρα βρίσκονται τα ελαιουργεία, οι χώροι αποθήκευσης και τα τυποποιητήρια, που με τη σειρά τους μπορούν να αναδείξουν ή να υποβαθμίσουν την ποιότητα του λαδιού. Η υψηλή ποιότητα του Κρητικού ελαιόλαδου θεωρείται δεδομένη, όμως λόγω ελλιπούς διαφήμισης και σύγχρονης γνώσης γύρω από την εξαγωγή του, δεν αναγνωρίζεται στον υπόλοιπο κόσμο. Παρόλα αυτά, στη μεσογειακή διατροφή συνηθίζεται η κατανάλωσή του σε μεγάλες ποσότητες για νωπή χρήση αφού αποδεδειγμένα βελτιώνει την ποιότητα ζωής με την υψηλή θρεπτική του αξία. Λόγω της χαμηλότερης τιμής ανά λίτρο χύμα λαδιού, οι ίδιοι οι παραγωγοί, που είναι και καταναλωτές αυτού, το προωθούν στον ευρύτερο κοινωνικό τους κύκλο, προσπαθώντας έτσι να αναδείξουν την υψηλή ποιότητα αλλά και να καταργήσουν τους μεσάζοντες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερη σχέση ποιότητας: τιμής. Στον αντίποδα, οι διακυμάνσεις των καιρικών φαινομένων αλλά και των τιμών των αγροχημικών, μπορούν να διαφοροποιήσουν την ετήσια τιμή του ελαιόλαδου (Θεριός, 2015).

Προσδίδοντας στην ελιά τις απαραίτητες για την ανάπτυξή της εισροές (άρδευση, λίπανση, καλλιεργητικές φροντίδες), μπορεί να εμφανίσει τις μέγιστες αποδόσεις. Βιβλιογραφικά, η παραγωγική ηλικία της ελιάς είναι μέχρι τα 50 έτη με τις ελάχιστες εισροές ενώ πολλά περισσότερα με τη μέγιστη φροντίδα. Αυτό καθίσταται πρόβλημα στη χώρα μας γιατί οι αιωνόβιες ελιές κυριαρχούν παραδοσιακά. Η σχέση των παραγωγών είναι πλέον οικογενειακή με τα ελαιόδεντρα και δύσκολα σκέφτονται μια πιθανή εγκατάσταση νέων αλλά ούτε και την πώληση αυτών προς την εξάλειψη του φαινομένου του πολυτεμαχισμού που καταπλήττει τη χώρα.

Συνοπτικά, η ανάδειξη της ποιότητας του εγχώριου ελαιόλαδου, θεωρείτε μονόδρομος προς την προσέλκυση λαών μη καταναλωτών ή μη παραγωγών, στην ενσωμάτωσή του μέσα στη δική τους κουλτούρα και καθημερινότητα. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αναγνώρισή του ελληνικού ελαιόλαδου παγκοσμίως.



Εικόνα 1: Αρχαίο ελαιόδεντρο στο νομό Χανίων (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

1.3 Βοτανική ταξινόμηση

Το υποείδος *Olea europaea* ssp. *europaea* υποδιαιρείται ακόμα σε δύο επιπλέον ποικιλίες, *Olea europaea* subsp. *sylvestris* (η κοινή αγριελιά) και *Olea europaea* subsp. *macrocarpa* (εξημερωμένη ελιά). Από γονοτυπικές μελέτες, φαίνεται ότι η *Olea europaea* var. *oleaster* αποτελεί την αρχική μορφή του ελαιόδεντρου πριν εξελιχθεί στην ελιά που γνωρίζουμε και καλλιεργούμε σήμερα. Η *Olea europaea* L. της οικογένειας *Oleaceae*, διαθέτει 30 γένη, πάνω από 2500 είδη και διάφορα υποείδη (Θερίος, 2015).

1.3.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Φύλλα

Τα φύλλα της ελιάς είναι επιμήκη, λογχοειδή, ανοιχτού πράσινου χρώματος. Η άνω επιφάνεια είναι δερματώδης με παχιά εφυμενίδα, ενώ τα στομάτια στην κάτω επιφάνεια είναι βυθισμένα, μικρά και καλύπτονται από πυκνό χνούδι. Η κατασκευή αυτή περιορίζει τη διαπνοή και ελαττώνει τις απώλειες υγρασίας, αποκτώντας έτσι καλή αντοχή στις ξερικές

συνθήκες με υψηλές θερμοκρασίες και ανέμους. Αντικαθίστανται κάθε δύο έως τρία χρόνια, μετά από πτώση που συμβαίνει συνήθως την ίδια στιγμή που εμφανίζεται η νέα βλάστηση την άνοιξη (Βασιλακάκης, 2016).

Άνθη

Τα άνθη του ελαιόδεντρου εμφανίζονται σε βλαστούς παρελθόντος έτους σε ταξιανθία βότρυ και έχουν κιτρινόλευκο χρώμα. Είναι ανεμόγαμα και είτε είναι ερμαφρόδιτα, είτε ατελής. Κάθε ταξιανθία φέρει 10-60 άνθη, ανάλογα την ποικιλία και ανθίζουν το Μάη – Ιούνιο (Θεριός, 2015). Η ελιά παράγει πολύ μεγάλο αριθμό ανθέων από τα οποία αν γονιμοποιηθεί μόλις το 1% η καρποφορία είναι συνήθως ικανοποιητική.

Αυξημένες θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες, εμποδίζουν τη διαφοροποίηση των οφθαλμών, δίδουν μειωμένο αριθμό ανθέων ανά ταξιανθία και λιγότερα ερμαφρόδιτα άνθη, ανεξαρτήτως θρεπτικής κατάστασης των δένδρων (Erel *et al.*, 2013). Τα δέντρα που καλλιεργούνται σε ξερικές περιοχές, μπορούν να έχουν έως και 52% στείρα άνθη, σε σύγκριση με τα κατάλληλα αρδευόμενα δέντρα με μόλις 7%- 8% αυτών (Haifa, no date). Η συνολική παραγωγή καρπών, βελτιώνεται συνήθως με τη σταυρωτή επικονίαση με άλλες ποικιλίες ωστόσο, υπάρχουν αυτοσυμβατές ποικιλίες που δεν δίνουν καρπούς χωρίς άλλες ποικιλίες σε κοντινή απόσταση. Η ασυμβατότητα, μπορεί επίσης να προκύψει, από την επίδραση ενός περιβαλλοντικού παράγοντα όπως πχ. η παρατεταμένη υψηλή θερμοκρασία.

Καρπός

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη και το μεγαλύτερο μέρος του, αποτελεί η σάρκα. Η ανάπτυξη της ολοκληρώνεται τους φθινοπωρινούς ή χειμερινούς μήνες ανάλογα την ποικιλία, ενώ το ποσοστό που θα καταλαμβάνει, επηρεάζεται από την ηλικία του δένδρου, την εδαφική υγρασία και ανόργανη θρέψη του, καθώς και το φωτισμό και αερισμό του ελαιώνα (μικροκλίμα). Το κυριότερο συστατικό του ελαιόκαρπου με ποσοστό 20-35% του συνολικού νωπού βάρους της σάρκας, το ελαιόλαδο, σχηματίζεται από υδατάνθρακες που παράγονται σταδιακά ενώ η σύνθεσή του στις ελιές γίνεται σε φάσεις. Η μέγιστη παραγωγή ελαιόλαδου παρατηρείται κατά την περίοδο ωρίμανσης. Άλλα συστατικά της σάρκας του ελαιόκαρπου είναι: λιπαρά οξέα (ελαϊκό οξύ, λινελαϊκό κτλ.), νερό με ποσοστό 70% του νωπού βάρους του καρπού όπου μέσα σε αυτό, βρίσκονται διαλυμένα σάκχαρα, ελευρωπαΐνη (υπεύθυνη για τη χαρακτηριστική πικρή γεύση του λαδιού), πρωτεΐνες, χρωστικές, καροτενοειδή, στερόλες, αρωματικές ενώσεις, τοκοφερόλες και φαινόλες (Θεριός, 2015).

1.4 Κύριες καλλιεργούμενες ποικιλίες

Οι κυριότερες ποικιλίες ελιάς που καλλιεργούνται στην Κρήτη είναι η Κορωνέικη (*Olea europea* ή *microcarpa alba*) και η Τσουνάτη (*Olea europea* var. *mamilaris* subsp. *minima*).

Κορωνέικη (*Olea europea* ή *microcarpa alba*)

Οι Κρήτες την αναφέρουν ως λιανή, ψιλολιά ή κρητικιά. Εκτός από την Κρήτη καλλιεργείται επίσης στην Πελοπόννησο, Ζάκυνθο, Κεφαλληνία κτλ. Το μέγιστο ύψος του δένδρου είναι 15m ενώ διάμετρο κόμης ως 10m. Τα φύλλα διαθέτουν τυπικό σχήμα και χρώμα (λογχοειδή πράσινα) ενώ το μέγεθός τους θεωρείται μικρό συγκριτικά με άλλες ποικιλίες. Μικρό είναι επίσης το μέγεθος του καρπού με μέσο βάρος 0,5g με ωρίμανση μέσης εποχής ενώ πολύ ισχυρή χαρακτηρίζεται η σύνδεση ποδίσκου: καρπού. Επιπλέον, η σχέση σάρκας: πυρήνα εμφανίζεται με αναλογία 1,63-4,06: 1, ενώ ικανοποιητικές είναι οι αποδόσεις καρπού ανά δένδρο (50kg/ δένδρο) και η απόδοση σε λάδι (περίπου 30%). Κλιματολογικά η Κορωνέικη είναι ανθεκτική ποικιλία σε καταπονήσεις όπως η ξηρασία και οι άνεμοι εν αντιθέσει με την ευπάθειά της στο δάκο (*Bactrocera oleae*), το ρυγχύτη (*Rynchites cribripennis*) και τη βαμβακάδα (*Euphyllura phyllirae*).

Τσουνάτη (*Olea europea* var. *mamilaris* subsp. *minima*)

Γνωστή και ως μαυροειδής, μαστολιά ή αθηνολιά, καλλιεργείται σε διάφορες περιοχές της Κρήτης αλλά και στην Κορινθία και Λακωνία. Με ωοειδή σχήμα καρπού και χαρακτηριστική θηλή που παραπέμπει σε σχήμα λεμονιού, διακρίνεται εύκολα από άλλες ποικιλίες, ενώ το βάρος του ξεπερνά το 1g με σχέση σάρκας: πυρήνα 4,86:1. Τα φύλλα έχουν μέτριο μέγεθος ενώ το χρώμα τους είναι σχετικά ανοικτό. Οι καρποί φέρονται σε συστάδες και ωριμάζουν αρχές του χειμώνα (Θεριός, 2015).

1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Ως αείφυλλο δένδρο, η ελιά έχει την ικανότητα επιβίωσης σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (-4° C έως 40° C), υψόμετρο ως 800m, διαφορετικό κλίμα (τροπικό, υποτροπικό), με άριστη ανάπτυξη στο εύκρατο και ποικίλα εδάφη (ξερά, φτωχά, ασβεστώδη, πετρώδη και χαλικώδη) με καταλληλότερα τα αμμοπηλώδη πλούσια σε θρεπτικά. Απαιτεί

χαμηλές θερμοκρασίες για να μπορέσει να διαφοροποιήσει τους ανθοφόρους οφθαλμούς. Αυτή η ανάγκη για εαρινοποίηση, δικαιολογεί την αδυναμία καρποφορίας των δένδρων που αναπτύσσονται σε τροπικά κλίματα. Έτσι, περιοχές μεταξύ 30-45° γεωγραφικό πλάτος όπου διαπιστώνονται ψυχροί χειμώνες, δύνανται να παράγουν βέλτιστης ποιότητας ελαιόλαδο. Μια φυσιολογική δραστηριότητα της ελιάς θεωρείται η παρενιαυτοφορία, που λόγω μεγάλης ανθοφορίας και καρπόδεσης, υπερκαταναλώνει θρεπτικά και ενεργειακά αποθέματα, οδηγώντας την εξασθενημένη στην επόμενη χρονιά, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει ελάχιστη παραγωγή σχετικά με την προηγούμενη σοδιά. Το φαινόμενο αυτό εξαλείφουν καλλιεργητικές δραστηριότητες όπως η άρδευση (Θεριός, 2015).

1.5.1 Κλάδεμα

Μια από τις σημαντικότερες καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζεται ανελλιπώς στην ελαιοκαλλιέργεια και αποσκοπεί είτε στην ενδυνάμωση των δένδρων, είτε στη διαμόρφωση του επιθυμητού σχήματός τους, είναι το κλάδεμα.

Ο καλλιεργητής, σε αυτό το στάδιο, έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει τη βλαστική ανάπτυξη και καρποφορία του δέντρου, λαμβάνοντας βέβαια υπόψιν την εκάστοτε ποικιλία με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Στα ελαιόδεντρα κατά την εφαρμογή κλαδέματος διαμόρφωσης, συνηθίζεται να τους δίνονται σχήματα όπως: ελεύθερο κύπελλο και ελεύθερο σφαιρικό, ενώ πιο σπάνια: παλμέττα, φράκτης, θαμνώδες κύπελλο, ύψιλον και μονόκωνο. Με το κλάδεμα καρποφορίας που γίνεται τους χειμερινούς μήνες και μπορεί να συμπεριλάβει αυτό των θερινών μηνών (κορυφολόγημα ή αφαίρεση λαίμαργων απ' το εσωτερικό της κόμης) και αναγνωρίζοντας το στάδιο ανάπτυξης των δένδρων (νεανικότητα, ωριμότητα, γηρασμός), διαμορφώνονται και οι επεμβάσεις που απαιτεί καθένα από αυτά. Σαφέστατα, διαφορετική μεταχείριση θα υποστούν δένδρα υπερήλικα, ξερικά, ζημιωμένα από παγετό ή προβεβλημένα από ασθένειες (Θεριός, 2015).

1.5.2 Άρδευση

Λόγω του ιδιόμορφου ανάγλυφου των Μεσογειακών χωρών, οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες και διανέμονται ακανόνιστα στις περιοχές, με αποτέλεσμα, ολόκληρες εκτάσεις να θέτονται σε συνθήκες ξηρασίας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, ολοένα και

αυξάνεται το ενδιαφέρον για τη βελτίωση της χρήσης των υδάτων.

Η ελιά, έχει αναπτύξει διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς, που της επιτρέπουν να αναπτύσσεται κάτω από αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες (Sofa *et al.*, 2008). Η επαρκής εδαφική υγρασία είναι απαραίτητη γιατί προάγει τη διαλυτοποίηση των λιπασμάτων που εφαρμόζονται και συμβάλλει στη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Αυξημένες ανάγκες νερού παρουσιάζει το ελαιόδεντρο κατά τις περιόδους:

1. διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών (Ιανουάριο– Φεβρουάριο)
2. άνθησης - καρπόδεσης (Απρίλιο– Μάιο)
3. σκλήρυνσης του πυρήνα (Ιούνιο)
4. συσσώρευσης λαδιού στο καρπό (Αύγουστο)

Σημαντική είναι βέβαια η ύπαρξη επαρκούς εδαφικής υγρασίας το φθινόπωρο όπου θα προάγει τη δημιουργία αυξημένης ποιότητας και ποσότητας λαδιού. Διαπιστωμένα, σε περιοχές όπου το ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων υπερβαίνει τα 650 mm δεν απαιτείται καμία επέμβαση, διότι οι απαιτήσεις του δένδρου σε νερό καλύπτονται πλήρως. Βέβαια, παράλληλα αξιολογούνται οι κλιματολογικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, άνεμος, θερμοκρασία, σχετική υγρασία) που επικράτησαν και που επηρέασαν την υδατοκατανάλωση του δένδρου, σε συνδυασμό με την κατάσταση του εδάφους ως προς την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία (Sofa *et al.*, 2008). Τα ελαιόδεντρα, διαθέτουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να ανταπεξέρχονται σε συνθήκες μειωμένης διάθεσης νερού. Μειώνοντας το υδατικό δυναμικό των ιστών τους, στοχεύουν στη δημιουργία μεγάλης διαφοράς μεταξύ φύλλων: ριζών έτσι ώστε να είναι σε θέση να μεγιστοποιήσουν την απορρόφηση νερού από έδαφος (Zivdar *et al.*, 2016), σταματώντας την ανάπτυξη του κορμού αλλά όχι τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή (Sofa *et al.*, 2008). Έρευνες έδειξαν, αυξημένη απόδοση σε καρπούς ανά δένδρο και της ελαιοπεριεκτικότητάς τους μετά από πλήρης άρδευση σε συνδυασμό με μερική μόνο λίπανση (Toplu *et al.*, 2009). Αντιθέτως, οι υπερ-αρδεύσεις προκαλούν ασφυκτικό περιβάλλον στη ριζόσφαιρα αφού μειώνεται το O₂ ως συνεπαγωγή του ανεπαρκούς αερισμού. Αυτό μπορεί να επιφέρει αντίθετα αποτελέσματα (μειωμένη απορρόφηση νερού και συρρίκνωση καρπών).

Γενικότερα, θα μπορούσε κανείς να πει πως η συμπληρωματική άρδευση, σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του καρπού, κατέχει σημαντικότερο ρόλο συγκριτικά με τη συμπληρωματική λίπανση, που επιδρά μόνο στα χαρακτηριστικά του καρπού, ενώ δεν επηρεάζει καθόλου την ποιότητα του ελαιολάδου (Toplu *et al.*, 2009). Με την ελεγχόμενα

προστιθέμενη άρδευση, η παραγωγή ελαιόλαδου αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό συγκριτικά με την άρδευση μόνο από βροχή, ενώ συγχρόνως η παροχή νερού δεν γίνεται αλόγιστα αφού λαμβάνεται υπόψιν η μειωμένη διαθεσιμότητα του φυσικού πόρου. Με αυτό τον τρόπο, τα δένδρα που καλλιεργούνται σε παραδοσιακούς ελαιώνες χαμηλής πυκνότητας, είναι σε θέση να διανύσουν τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς υδατικό στρες ενισχύοντας έτσι την τελική απόδοση (Sofa *et al.*, 2008).

Σίγουρα, εάν γίνεται εφαρμογή νερού μέσω άρδευσης, χρειάζεται να ρυθμίζεται η ποσότητα που παρέχεται στο στρέμμα, η συχνότητα εφαρμογών καθώς και η δοσολογία, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν δυσμενείς καταστάσεις από αυτή τη διαχείριση (ανάπτυξη ασθενειών, προσβολές εντόμων). Ωστόσο, αρμόζει να επιλεγθεί η μέθοδος άρδευσης, καθώς μέσω της στάγδην άρδευσης, μπορεί να αυξηθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους λόγω συσσώρευσης των αλάτων στα επιφανειακά στρώματα και αυτό να επιφέρει ανεπιθύμητα αποτελέσματα στην καλλιέργεια (Shaaban and Osman, 2016).

1.5.3 Λίπανση

Η βασική λίπανση με N, P, K είναι αναγκαία μετά τη συγκομιδή του ελαιόκαρπου και το κλάδεμα, διαδικασίες που εξασθενούν τα αποθέματα των θρεπτικών του δένδρου. Ομοίως, σε περιπτώσεις λειψυδρίας ή εξασθένησης του δένδρου από κάποιο παθογόνο, ζωτικής σημασίας είναι η συμπλήρωση των θρεπτικών που χάνονται με κάποιας μορφής λίπασμα για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους (Ασημακόπουλος, 2014).

Ερευνητές, δεν εντόπισαν καμία συσχέτιση της γονιμότητας των εδαφών με την περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά (Bouhafa, Moughli and Hadiddou, 2016). Για τον εντοπισμό της περιεκτικότητας των εδαφών και των δένδρων σε θρεπτικά, γίνονται συνδυάστηκα αναλύσεις εδάφους, χρήση φυλλοδιαγνωστικής αλλά και μακροσκοπική παρατήρηση συμπτωμάτων. Με αυτό τον τρόπο, γνωστοποιείται η κατάσταση που επικρατεί στον ελαιώνα με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείρισή του. Εξίσου σημαντική είναι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων που δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως απλές τιμές, αλλά να συνεκτιμώνται με διάφορους εμπλεκόμενους παράγοντες (Ασημακόπουλος, 2014). Επιπλέον, είναι αναγκαίο να μελετώνται οι προτιμήσεις των ποικιλιών στην πρόσληψη θρεπτικών πριν από οποιαδήποτε πρακτική (Shaaban and Osman, 2016). Επίσης, χρειάζεται να γνωστοποιηθεί ότι όλα τα στοιχεία είναι σημαντικά για την καλλιέργεια, ενώ εκείνο με τη

χαμηλότερη συγκέντρωση στο έδαφος είναι αυτό που θα έχει αντίκτυπο σε μεγαλύτερο βαθμό στην απόδοση. Αποδεδειγμένα, κάτω από άριστες συνθήκες περιβάλλοντος, τα φυτά τείνουν να αυξάνουν γραμμικά την απόδοσή τους με την προσθήκη λιπάσματος (Fernández-Escobar *et al.*, 2015). Τα όρια όμως που κάτω από αυτά απαιτείται λίπανση, ακόμα και αν έχει πραγματοποιηθεί ανάλυση εδάφους και φύλλων, θεωρούνται ρευστά. Έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις με ποσοστά κάτω από το όριο ανεπάρκειας που όμως δεν εμφάνισαν κανένα απολύτως πρόβλημα στην παραγωγικότητά τους (Rodrigues *et al.*, 2012). Ωστόσο, όσο κι αν μελετάται η θρεπτική κατάσταση του ελαιόδεντρου, πάντα προκύπτουν άλλοι παράγοντες που περιορίζουν την απόδοσή του, ανεξάρτητα από το αν η διατροφή του είναι η βέλτιστη.

Τα **αζωτούχα** λιπάσματα είναι αυτά που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη γεωργική πρακτική και είτε περιέχουν το Ν σε νιτρική, αμμωνιακή ή αμιδική μορφή. Όλα τα παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καλλιέργεια με φειδώ γιατί πχ. υπερλιπάνσεις με αμμωνιακά ή αμιδικά λιπάσματα μπορεί να προκαλέσουν όξυνση του εδάφους ενώ υπερλιπάνσεις νιτρικών μπορούν να αυξήσουν το pH (Ασημακόπουλος, 2014). Τα δένδρα απαιτούν την προσθήκη λιπασμάτων με άζωτο κάθε χρόνο, έτσι ώστε να αναπληρώσουν τα αποθέματα που χάθηκαν με τη συγκομιδή και το κλάδεμα (Toplu *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2012) σε ποσότητες όμως μικρότερες από εκείνες που προσθέτουν οι παραγωγοί (Fernández-Escobar *et al.*, 2015). Η απόκριση των καλλιεργειών στο Ν, εξαρτάται από την αρχική κατάσταση του ελαιώνα (περιεκτικότητα σε νιτρικό Ν εδάφους, ποικιλία, ηλικία δένδρων, περιβαλλοντικές συνθήκες) (Bouhafa *et al.*, 2014). Πολυετή πειράματα σε χώρες της μεσογείου, που εφαρμόστηκαν Ν λιπάνσεις με ή χωρίς αναστολέα νιτροποίησης DMPP, από έδαφος και διαφυλλικά, δεν διατήρησαν την παραγωγικότητα των δένδρων αφού και χωρίς λίπανση η σχέση Ν: φύλλου παρέμεινε ίδια, η βλαστική ανάπτυξη ήταν σταθερή και η περιεκτικότητα των φύλλων σε Ν δεν υπερέβηκε το 2%. Αντίθετα, η ποσότητα των παραγόμενων καρπών (Rodrigues *et al.*, 2012) και η περιεκτικότητά τους σε έλαιο, αυξήθηκε με την παροχή Ν λίπανσης (Centeno, García and Gómez-del-campo, 2017) ειδικά όταν το Ν συνδυαστεί με το Mg (Marcelo *et al.*, 2010). Υψηλή παραγωγή καρπών εντοπίζεται μετά από διαφυλλικές λιπάνσεις που συνδυάζουν άζωτο, θειϊκό ψευδάργυρο και βορικό οξύ, με τις εφαρμογές αυτές να είναι πιο αποτελεσματικές απ' ότι η από έδαφος εφαρμογή. Η αύξηση αυτή της απόδοσης, οφείλεται είτε στους περισσότερους καρπούς που παράγονται είτε στο μεγαλύτερο μέγεθος και βάρος τους, εξαιτίας του ρόλου των παραπάνω στοιχείων στην

κυτταρική διαίρεση (Sayyad-Amin, Shahsavari and Aslmoshtaghi, 2015). Με την εφαρμογή του μακροστοιχείου για τρία έτη, παρατηρήθηκε αύξηση ανθέων ανά ταξιανθία, αύξηση καρπών ανά δένδρο ενώ το μέγεθος των καρπών μειώθηκε με την εφαρμογή μεγάλων ποσοστών του θρεπτικού (Erel *et al.*, 2013).

Μερικά από τα **φωσφορικά** λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι: φωσφορικό διασβέστιο διαλυτός σε κιτρικό οξύ και υπερφωσφορικό. Τα λιπάσματα που συνδυάζουν N+P, θεωρούνται πιο αποτελεσματικά λόγω της ύπαρξης του P κοντά στις ρίζες άρα δεν έρχεται σε στενή επαφή με το έδαφος ώστε να δεσμευτεί. Η προσθήκη φωσφορικών λιπασμάτων συνίσταται κατά την περίοδο της ανθοφορίας των δένδρων (Toplu *et al.*, 2009). Ερευνητές θεωρούν απαραίτητη την ετήσια εφαρμογή του φωσφόρου λόγω περιορισμένων και μη ανανεώσιμων πόρων (Jimenez-Moreno and Fernandez-Escobar, 2016), ενώ κάποιοι άλλοι προτείνουν εφαρμογή μόνο μετά την αποδεδειγμένη έλλειψη του θρεπτικού (Rodrigues *et al.*, 2012; Erel *et al.*, 2013).

Γενικά, **καλιούχα** λιπάσματα εφαρμόζονται στην καλλιέργεια κατά τη σπορά γιατί προσροφόνται τα ιόντα από το έδαφος και έτσι παραμένουν διαθέσιμα. Σε δενδρώδης όμως καλλιέργειες συνίσταται η επιφανειακή εφαρμογή λιπασμάτων είτε χλωριούχου, θειϊκού ή νιτρικού καλίου το φθινόπωρο, σε ποσότητες ίσες με εκείνες που απομακρύνθηκαν από την καλλιέργεια με τη συγκομιδή και το κλάδεμα (Rodrigues *et al.*, 2012). Σημαντική ποσότητα του μακροστοιχείου, απαιτεί η ελιά κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρπών και της συσσώρευσης του ελαίου σε αυτούς (Toplu *et al.*, 2009).

Οι καλλιεργητές εφαρμόζουν συνήθως σύνθετα λιπάσματα τα οποία περιέχουν N, P, K με διαφορετικούς συνδυασμούς περιεκτικότητας. Συχνά βέβαια εμπεριέχουν και μικρές ποσότητες από κάποια ιχνοστοιχεία που σε κάθε περίπτωση αναγράφονται στην ετικέτα. Άριστος συνδυασμός για τη μέγιστη απόδοση της ελιάς, θεωρείται η από έδαφος εφαρμογή του αζώτου και η διαφυλλική λίπανση με φώσφορο και κάλιο (Rodrigues *et al.*, 2012).

Τα λιπάσματα, μπορούν να εφαρμοστούν απευθείας στην επιφάνεια του εδάφους στο μήκος που εκτείνεται η ριζόσφαιρα, να ενσωματωθούν στο έδαφος ή να χορηγηθούν με υδρολίπανση. Μπορούν επίσης να γίνουν ψεκασμοί (διαφυλλικά) με τα διάφορα θρεπτικά που όμως βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις λόγω της ευαισθησίας των φύλλων και των οσμωτικών παραγόντων (π.χ. άλατα). Σε ξηρές περιοχές, η απορρόφηση των θρεπτικών από το έδαφος καθίσταται δύσκολη και βραδεία. Τότε, συστήνονται οι διαφυλλικές λιπάνσεις που ικανοποιούν τις ανάγκες των φυτών σε νερό και θρεπτικά ενώ συγχρόνως βελτιώνουν τη

χημική σύνθεση του ελαιόκαρπου και των υποπροϊόντων του (Zindar *et al.*, 2016). Ο χρόνος εφαρμογής των λιπασμάτων ποικίλει ανάλογα την κινητικότητα του στοιχείου, τον τρόπο εφαρμογής, την ύπαρξη ή όχι άρδευσης κτλ., ενώ στην καλλιέργεια της ελιάς εφαρμόζεται και τμηματικά (Ασημακόπουλος, 2014).

Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εδαφοβελτιωτικά οργανικά υλικά που βελτιώνουν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των εδαφών αλλά και την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά και συμβάλουν στη διατήρηση του περιβάλλοντος. Μερικά από αυτά είναι: υπολείμματα καλλιεργειών, ζωικές κοπριές, υπολείμματα από επεξεργασία φυτικών προϊόντων (υλικά ξύλου, φυτικές ίνες) είτε να γίνει εφαρμογή μεθόδων εμπλουτισμού του εδάφους με θρεπτικά όπως είναι η αμειψισπορά και η συγκαλλιέργεια.

Η χρήση λιπασμάτων μπορεί να ενισχύσει την αντίσταση των φυτών σε βιοτικά και αβιοτικά στρες, να βελτιώσει την γονιμότητα των εδαφών και να αυξήσει την ποιότητα των καρπών εμπλουτίζοντάς τους με θρεπτικά συστατικά για τον άνθρωπο. Όταν όμως τα θρεπτικά στοιχεία βρεθούν σε πολύ υψηλές περιεκτικότητες προάγουν επιβλαβείς αντιδράσεις στους καρπούς που μπορεί να προκαλέσουν αρνητικές επιδράσεις στην υγεία των καταναλωτών (Τσικαλάς, 2003).

Ο καθορισμός ενός προτύπου λίπανσης των ελαιόδεντρων, αποτελεί ένα αναγκαίο βήμα που θα θεσπίζει μια ορθολογική χρήση λιπασμάτων για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Σίγουρα θεωρείται δύσκολο επίτευγμα, που όμως θα χαράξει νέους ορίζοντες στην ελαιοκαλλιέργεια.

1.5.4 Ο ρόλος των N, P, K και B στο έδαφος και τα ελαιόδεντρα

Τα φυτά διαθέτουν εσωτερικές θρεπτικές απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν για να μεγιστοποιήσουν την απόδοση. Αν αυτές δεν ικανοποιούνται με τη θρέψη που τους προσάπτουμε και οι συνθήκες περιβάλλοντος δεν είναι ευνοϊκές, το φυτό δεν μπορεί να δώσει τη μέγιστη γενετική του δυναμικότητα.

Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων είναι, εκτός των άλλων, η θερμοκρασία, που όσο αυξάνεται τείνει να μειώνει τη συγκέντρωση των θρεπτικών αφού διαδραματίζει ρόλο στην απελευθέρωσή τους από τους κόκκους των λιπασμάτων. Ο ανταγωνισμός των θρεπτικών στοιχείων όπως είναι μεταξύ N και K, η εδαφική υγρασία που επιδρά στην πρόσληψη από τις ρίζες, οι τιμές του pH (τα

ιγνοστοιχεία προσροφόνται ως επί τω πλείστον σε όξινο pH) κτλ.

Στα εδάφη, το **άζωτο** απαντάται σε ποσοστά υψηλότερα από 90% σε οργανική μορφή και με διεργασίες όπως η νιτροποίηση, γίνεται η μετατροπή του σε ανόργανο άρα και εύκολα προσλαμβανόμενο από τα φυτά.

Στους φυτικούς ιστούς εμπεριέχεται συνήθως από 1 έως 5% N επί της ξηράς ουσίας και συναντάται τόσο σε οργανική όσο και ανόργανη μορφή (Τσικαλάς, 2003). Περίπου το 50% του αζώτου εντοπίζεται στα φύλλα, ενώ στους καρπούς φαίνεται να χρειάζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, αφού καθώς το μέγεθος των καρπών αυξάνει, η περιεκτικότητά τους σε άζωτο μειώνεται. Το εναπομείναν άζωτο, αποθηκεύεται στο φλοιό με σκοπό να χρησιμοποιηθεί την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (Rodrigues *et al.*, 2012).

Συνδυάζεται με C, H, O, S και λαμβάνει πρωταγωνιστικό ρόλο σε λειτουργίες πρωτεϊνών. Εκτείνει τη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων, αυξάνει την καρποφορία και το ποσοστό των τέλειων ανθέων ενώ μειώνει την τάση για παρεννιαυτοφορία. Σε υψηλό pH το αμμωνιακό N τείνει να γίνει τοξικό στο ρίζες των φυτών. Η επίδραση του N στο ποσοστό του ελαίου των καρπών εξαρτάται από το P των φύλλων που όσο βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, η ελαιοπεριεκτικότητα τείνει να αυξάνει (Sayyad-Amin, Shahsavari and Aslmoshtaghi, 2015). Η συγκέντρωσή του στους καρπούς εξαρτάται από τη δόση λιπάσματος που εφαρμόζεται, το φορτίο των δένδρων και τη διαθεσιμότητα του P (Erel, Kerem and Ben-Gal, 2013).

Ο **φώσφορος** στα εδάφη συναντάται σε ανόργανη μορφή σε ποσοστό 50-70% ή οργανική μορφή σε ποσοστό 30-50% του ολικού φωσφόρου. Τα φωσφορικά συστατικά του εδάφους έχουν τη δυνατότητα να βρίσκονται σε χημική ισορροπία μεταξύ της υγρής και στερεής φάσης του. Οι αναλογίες τους μέσα στο εδαφικό διάλυμα, εξαρτώνται από το pH του. Σε αλκαλικό περιβάλλον τα φυτά, δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις τους σε φώσφορο, αφού επικρατούν τα μονόξινα φωσφορικά ιόντα ενώ αντίθετα τα φυτά προσλαμβάνουν με ευχέρεια τα δισόξινα φωσφορικά ιόντα που συναντώνται σε χαμηλές τιμές pH. Πηγή φωσφόρου στο εδαφικό διάλυμα προέρχεται από την αποσύνθεση φυτικών υπολειμμάτων και μικροοργανισμών του εδάφους.

Στα φυτά συναντάται από 0,15% ως 1% σε περιεκτικότητα ξηράς ουσίας, με τιμές κάτω και πάνω από τα όρια να καθορίζουν την έλλειψη και την τοξικότητα του στοιχείου στα φυτά αντίστοιχα. Μακροστοιχείο με συμμετοχή σε ένζυμα και πρωτεΐνες που έχουν σκοπό τη μεταφορά ενέργειας απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή (τριφωσφορική

αδενοσίνη- ATP), ως συστατικό γενετικών πληροφοριών (δεσοξυριβονουκλεϊνικό οξύ- DNA) και λαμβάνει μέρος στη μεταβολική δραστηριότητα. Ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, την άνθηση και τη καρπόδεση. Βρίσκεται σε μεγάλες περιεκτικότητες στα νεαρά τμήματα του φυτού. Το μεγαλύτερο ποσοστό του θρεπτικού απαντάται στους καρπούς, ενώ στους υπόλοιπους ιστούς βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Rodrigues *et al.*, 2012).

Όταν το μακροστοιχείο απαντάται σε πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές συγκεντρώσεις στο έδαφος, η ανάπτυξη των δένδρων μειώνεται (Jimenez-Moreno and Fernandez-Escobar, 2016). Η απομάκρυνση του θρεπτικού από το έδαφος ετησίως εξαρτάται από το ύψος της παραγωγής, το είδος της καλλιέργειας και τις πρακτικές διαχείρισης.

Το **κάλιο** είναι βασικό στοιχείο για τη θρέψη των φυτών που προσλαμβάνεται σε μεγάλες ποσότητες. Βρίσκεται σε επάρκεια στα εδάφη ανάλογα βέβαια με τα πρωτογενή τους ορυκτά. Σε υγρές περιοχές τα εδάφη υπολείπονται του στοιχείου λόγω έκπλυσης. Αντίθετα, μεγάλες συγκεντρώσεις του θρεπτικού συναντώνται σε αργιλώδη εδάφη. Το κάλιο απαντάται στο έδαφος σε τρεις μορφές: ως ανταλλάξιμο, υδατοδιαλυτό και ως μη ανταλλάξιμο. Το διαθέσιμο άρα και αφομοιώσιμο κάλιο για το φυτό είναι το υδατοδιαλυτό που εντοπίζεται στο εδαφικό διάλυμα και προσροφάτε άμεσα, καθώς και το ανταλλάξιμο που βρίσκεται στην επιφάνεια των ορυκτών και μπορεί ευκολά να βρεθεί στο εδαφικό διάλυμα. Αντίθετα το μη ανταλλάξιμο για να καταστεί άμεσα διαθέσιμο για τα φυτά θα περάσουν αιώνες (Σινάνης, 2015).

Στο φυτό συνηθίζονται οι περιεκτικότητες 1% έως 5% επί του ξηρού φυτικού ιστού και στα φύλλα από 0,5- 1,10% ξηρής μάζας (Τσικαλάς, 2003). Το μεγαλύτερο ποσοστό του παρατηρείται στους καρπούς και στα φύλλα. Επομένως, κατά τη συγκομιδή, αφαιρείται σχεδόν το 50% του συνολικού καλίου από το δένδρο. Γι' αυτό, χρειάζεται να εξασφαλίζεται η τακτική εισφορά του θρεπτικού στο δένδρο (Rodrigues *et al.*, 2012; Fernández-Escobar *et al.*, 2015).

Βασική του λειτουργία, είναι η ενεργοποίηση των μεταβολικών διεργασιών, ενώ συμβάλλει στη διατήρηση της φωτοσύνθεσης, στην ενεργοποίηση της αναπνοής καθώς επιδρά στα ένζυμα που την προάγουν, στη λειτουργία των στοματιών και στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, με σκοπό να ανταπεξέρχεται σε βιοτικό και αβιοτικό στρες ενώ βελτιώνει συνάμα την ποιότητα των καρπών και αυξάνει την ανθοφορία (Zivdar *et al.*, 2016).

Μέσω του εδαφικού διαλύματος, προσλαμβάνεται από τα φυτά σαν κατιόν K^+ ενώ σε συνθήκες έλλειψης, τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στους παλαιότερους φυτικούς

ιστούς. Ελλείψεις του στοιχείου στην ελαιοκαλλιέργεια, έχουν παρατηρηθεί σε συνθήκες ξηρασίας, σε βαριά αργιλώδη εδάφη (Rallo *et al.*, 2018) ενώ όταν το νερό βρίσκεται σε περίσσεια στα φυτά, η περιεκτικότητα του στοιχείου δεν εκτιμάται σωστά, επομένως δεν εντοπίζονται έγκαιρα τυχόν ελλείψεις ή τοξικότητες (Erel *et al.*, 2013). Μελέτες, συσχέτισαν την αυξημένη απόδοση των καρπών με την περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία και τα υψηλά επίπεδα Κ στα φύλλα. Η ανεπάρκεια του θρεπτικού, εμποδίζει τις λειτουργίες των φύλλων (ρύθμιση ανοίγματος στοματίων) σε συνθήκες άρδευσης και με τον τρόπο αυτό, τα καθιστά πιο ευάλωτα στην ξηρασία (Tubieleh *et al.*, 2014).

Το **βόριο** είναι δυσκίνητο ιχνοστοιχείο στο φυτό ενώ ευκίνητο στο έδαφος, με ρόλο στη σύνθεση πουρινών άρα και στο σχηματισμό νουκλεϊκών οξέων, απαραίτητο για τη λειτουργία του μεριστώματος, πράγμα που μεταφράζεται σε ανωμαλίες και σμικρύνσεις νεαρών οργάνων, ανθόρροια και καρπόπτωση σε συνθήκες έλλειψής του. Η διαθεσιμότητά του στα εδάφη, είναι πολυπαραγοντική. Για παράδειγμα, εξαρτάται από το pH, όσο αυτό αυξάνεται, μειώνει σε μεγάλο βαθμό την αλληλεπίδραση του βορίου με θρεπτικά όπως το Κ, Mg και Ca. Ωστόσο, η περιεκτικότητά του στο έδαφος, διαφοροποιείται σε συνθήκες υδατικού στρες (πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή υγρασία) με αποτέλεσμα να παρατηρούνται συμπτώματα όπως: καθυστέρηση της βλάστησης, μείωση διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών, καρπόπτωση και χαρακτηριστική παραμόρφωση καρπών που ονομάζεται “monkey face”, δείγματα που υποδηλώνουν τροφопενία του ιχνοστοιχείου.

Το ιχνοστοιχείο, όταν παρέχεται στο φυτό σε μεγάλες συγκεντρώσεις, προκαλεί αλλαγές στη δραστηριότητα των ενζύμων που εμπλέκονται στο μεταβολισμό των φαινολών, με αποτέλεσμα να τις μειώνει (Tekaya *et al.*, 2013b). Η συγκέντρωσή του, βρέθηκε υψηλότερη στους καρπούς απ’ ότι στα ξυλώδη μέρη του δένδρου (Rodrigues *et al.*, 2012).

Με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών τα τελευταία χρόνια τα εδάφη οδηγούνται σε εξάντληση των αποθεμάτων τους σε θρεπτικά. Η επιστημονική άγνοια των καλλιεργητών για τις ποσότητες καθώς και το είδος των θρεπτικών που λείπουν από το έδαφος, τους οδηγούν στην αλόγιστη χρήση, τη λάθος εποχή εφαρμογής και με ακατάλληλη πολλές φορές μορφή λιπασμάτων που τελικά υποβαθμίζουν ολοένα και περισσότερο το έδαφος. Για την αποφυγή του προβλήματος αυτού, είναι αναγκαίο να μελετάται με ακρίβεια το ποσοστό των θρεπτικών που απομακρύνεται κάθε καλλιεργητική περίοδο από το έδαφος με μεθόδους όπως η ανάλυση εδάφους και η φυλλοδιαγνωστική και να γίνεται ανάλογα ο εφοδιασμός του. Η προσθήκη ενός θρεπτικού στο έδαφος γίνεται μετά από την αποδεδειγμένη έλλειψή του με

ορατά συμπτώματα στα φυτά. Όσο μεγαλύτερη είναι η έλλειψη του θρεπτικού στοιχείου τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ανταπόκριση της καλλιέργειας μετά την προσθήκη του (Τσικαλάς, 2003). Συχνά, παρά τη διαπίστωση τιμών κάτω από τα όρια επάρκειας στα φύλλα, δεν εμφανίζονται συμπτώματα ελλείψεων (Tubeileh *et al.*, 2014). Τα διάφορα συμπτώματα, πολλές φορές μπορεί να προκληθούν από την έλλειψη περισσότερων από ένα στοιχείων αλλά και από την επίδραση κάποιου περιβαλλοντικού παράγοντα, ενώ σαφώς απαιτείται η διάκριση από τυχόν συμπτώματα που προήλθαν από προσβολές παθογόνων μικροοργανισμών ή εντόμων (Τσικαλάς, 2003).

1.6 Εχθροί και ασθένειες ελιάς

Εχθρός υψίστης σημασίας για την καλλιέργεια της ελιάς, που απαιτεί συνεχή αντιμετώπιση εξαιτίας των πολλαπλών γενεών του ανά έτος, είναι ο δάκος (*Bactrocera oleae*). Η προνύμφη του εντόμου διατρέφεται με τη σάρκα του καρπού με αποτέλεσμα να προκαλεί πρόωμη καρπόπτωση καθώς και υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιόλαδου λόγω αύξηση της οξύτητάς του. Το έντομο καταπολεμάται με ψεκασμούς, μαζική παγίδευση ή με βιολογική αντιμετώπιση χρησιμοποιώντας έντομα παράσιτά του.

Σημαντικός εχθρός θεωρείται και ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae*) λόγω της τριπλής προσβολής που παρουσιάζει στο δένδρο. Με την πρώτη γενεά του, προσβάλλει τα άνθη, με τη δεύτερη τους καρπούς ενώ με την τρίτη τα φύλλα. Η αντιμετώπισή του γίνεται συνήθως στις πρώτες δυο γενεές.

Τα τελευταία χρόνια, συχνά είναι τα κρούσματα προσβολών από το ρυγχύτη (*Rhynchites cribripennis*). Το συγκεκριμένο έντομο έχει μία γενεά ανά δύο έτη, προσβάλλει άνθη, φύλλα και καρπούς προκαλώντας καρπόπτωση γεγονός που καθιστά την αντιμετώπισή του απαραίτητη όταν ο πληθυσμός του ανά δένδρο ξεπερνά το οικονομικό κατώφλι. Αξιοσημείωτο είναι δε, η δευτερογενής ανάπτυξη του μύκητα *Camarosporium dalmaticum* ο οποίος βρίσκει ευνοϊκό υπόβαθρο τις προσβολές του εντόμου.

Άλλα έντομα που απασχολούν το ενδιαφέρον των καλλιεργητών γιατί υποβαθμίζουν την ποιότητα ή μειώνουν την παραγωγή είναι η βαμβακάδα (*Euphyllura phyllirae*), η πολλίνια (*Pollinia pollini*) και το λεκάνιο (*Saissetia oleae*) (Ναβροζίδης and Ανδρεαδάκης, 2012).

Η πιο σημαντική ασθένεια που εξασθενεί την ελιά είναι το κυκλοκόνιο. Πρόκειται για

το μύκητα *Cycloconium oleaginum*, που προκαλεί έντονη φυλλόπτωση και μείωση της διαφοροποίησης των ανθέων και της καρπόδεσης. Η δραστηριότητα του μύκητα αυξάνεται σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Ως προληπτικό μέτρο αντιμετώπισης θεωρείται η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών όπως είναι η Κορωνέικη, ενώ για την αντιμετώπιση συστήνονται ψεκασμοί με βορδιγάλιο πολύ με την έναρξη του φθινοπώρου.

Άμεση αντιμετώπιση χρειάζεται, όταν παρατηρηθούν εκτεταμένες προσβολές από τους μύκητες: *Glomerella cingulata* και *Phoma incompta*. Ενώ, κυρίως προληπτικά αντιμετωπίζεται το βακτήριο *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi* που συνήθως προσβάλλει το δένδρο από πληγές που δημιουργούνται κατά την ελαιοσυλλογή ή το κλάδεμα σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Ζωτικής σημασίας είναι και οι ιώσεις όπως η ευλογία των καρπών της ελιάς (olive fruit rox) ή ο ίκτερος (Olive vein yellowing) (Παναγόπουλος, 2007).

Σε γενικές γραμμές, θα μπορούσε κανείς να πει, πως η ελιά μπορεί να συνεχίσει να παράγει καρπούς ακόμα και αν έχει προσβληθεί συνδυαστικά από ποικίλους μύκητες, βακτήρια και έντομα. Αυτό που όμως μας ενδιαφέρει, είναι η επίτευξη υψηλής ποιότητας ελαιόλαδου που θα δημιουργηθεί μόνο εάν υπάρξει υγιής ανάπτυξη του δένδρου στον αγρό.

1.7 Συστήματα ελαιοκαλλιέργειας

Βιολογική Καλλιέργεια

Σύστημα διαχείρισης της γεωργίας με φιλικές προς το περιβάλλον, τον παραγωγό αλλά και τον καταναλωτή μεθόδους. Συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών αφού στηρίζει τα περιβαλλοντικά και κοινωνικο-οικονομικά τους οφέλη. Προωθεί ένα πρότυπο καλλιέργειας με κυριότερους σκοπούς, σύμφωνα με τη Διεθνή ομοσπονδία βιολογικής γεωργικής πρακτικής:

- την παραγωγή προϊόντων υψηλής θρεπτικής αξίας σε επαρκής ποσότητες
- τη διατήρηση- βελτίωση της γονιμότητας και της υγείας εδάφους, ζώων και φυτών
- τη διαχείριση με συνετό και υπεύθυνο τρόπο της υγείας και της διαβίωσης των σημερινών και μελλοντικών γενεών και του περιβάλλοντος
- βασίζεται σε βιολογικούς κύκλους και συστήματα ώστε να δουλεύουν

αρμονικά βοηθώντας τα να διατηρηθούν (IFOAM, 2005).

Η οικολογική ισορροπία επιτυγχάνεται με τη σωστή διαχείριση της καλλιέργειας. Αυτή συμπεριλαμβάνει ελεγχόμενη άρδευση, σωστό κλάδεμα και επιμελής λίπανση προστατεύοντας έτσι ωφέλιμους οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στο μικροκλίμα του ελαιώνα. Η αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών, γίνεται με εγκεκριμένα από τη νομοθεσία της Ε.Ε. φυτοπροστατευτικά προϊόντα, τα οποία στοχεύουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, καθώς επίσης και τα βελτιωτικά εδάφους των ελαιώνων ακολουθούν τα πλαίσια βιοκαλλιέργειας. Προληπτικά, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών σε εχθρούς και ασθένειες και το ελεγμένο πολλαπλασιαστικό υλικό μπορεί να μειώσει την οποιαδήποτε φυτοπροστασία. Σχετικά με τη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών, αποτελεσματική είναι η εδαφική ενσωμάτωση υγιών υπολειμμάτων της καλλιέργειας, η χρήση χωνεμένης κοπριάς αγροτικών ζώων ή οικιακών απορριμμάτων που έχουν υποστεί ζύμωση, πριονίδια και κομποστοποιημένοι φλοιοί δένδρων είναι κάποια από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα βιολογικά προϊόντα για τη λίπανση των βιολογικών ελαιώνων. Όσον αφορά τη φυτοπροστασία, αναγκαία είναι η καταστροφή των φυτών ξενιστών εντόμων ή παθογόνων που βρίσκονται μέσα αλλά και στα όρια του αγροτεμαχίου, ενώ σημαντική μείωση των επιζήμιων πληθυσμών θεωρείται η χρήση φερομονικών ή χρωματικών παγίδων και η προστασία ωφέλιμων εντόμων. Γνωστά στους βιοκαλλιεργητές είναι επίσης, τα επιτρεπόμενα φυτοπροστατευτικά προϊόντα: βιολογικοί μικροοργανισμοί πχ. *Bacillus thuringensis*, χαλκός, θειασβέστειο, παραφινέλαια, φυτικά έλαια, κερί μελισσών, S, ενώ μόνο σε παγίδες χρησιμοποιούνται: όξινο φωσφορικό αμμώνιο, φερομόνες και πυρεθρίνες (Θεριός, 2015).

Στη βιολογική γεωργία, χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μειώνονται οι εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα προστατεύοντας έτσι μακροπρόθεσμα το περιβάλλον ανάπτυξης κάθε είδους οργανισμού στο οικοσύστημα. Οικονομικές μελέτες σε χώρες τις Μεσογείου, επέδειξαν πως παρότι η απόδοση των βιολογικών ελαιώνων ήταν χαμηλότερη συγκριτικά με τους συμβατικούς, τα έσοδα λόγω της τιμής του ελαιόλαδου και των επιδοτήσεων που παρέχονταν, ήταν υψηλότερα ενώ συνάμα η μόλυνση του περιβάλλοντος ήταν μικρότερη (Sgroi *et al.*, 2015). Ομοίως, κι' άλλοι ερευνητές, χαρακτήρισαν τη συγκεκριμένη μορφή εκμετάλλευσης, περισσότερο αποδοτική όσον αφορά την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά ενώ οι αγρονομικές πρακτικές που ασκούνται, τείνουν να υποβαθμίσουν αμυδρά το έδαφος αλλά και το περιβάλλον σε σύγκριση με συμβατικούς ελαιώνες (Dulja *et al.*, 2013). Η απόδοση των

ελαιώνων στα δυο αυτά συστήματα καλλιέργειας (βιολογική και συμβατική), δεν εμφανίζει ιδιαίτερες διαφορές στην παραγωγή βρώσιμων ελιών και ελαιολάδου. Τα πτηνά που επισκέπτονται τους ελαιώνες και η αυτοφυή βλάστηση, αποτελούν δείκτες βιοποικιλότητας που χρησιμοποιούνται ως εργαλείο για την ένδειξη των επιπτώσεων των διαφορετικών συστημάτων καλλιέργειας. Η εμφάνιση πτηνών και η παραγωγή βιομάζας από τα ποώδη φυτά εντοπίζονται στα μεγαλύτερά τους ποσοστά, σε βιολογικούς ελαιώνες (Solomou and Sfougaris, 2011).

Οι ιδέες για μια νέα μορφή εκμετάλλευσης με ισοτιμία στη σχέση περιβάλλον: παραγωγή, εφαρμόστηκαν στην Ελλάδα για πρώτη φορά, λίγο μετά το 1980 στο νομό Μεσσηνίας όπου καλλιεργήθηκαν βιολογικές ελιές και πιστοποιήθηκε το λάδι ως βιολογικό από ευρωπαϊκούς οργανισμούς. Έκτοτε, η μορφή αυτή καλλιέργειας έγινε ευρέως γνωστή για τα οφέλη της και άρχισε να εφαρμόζεται ολοένα και συχνότερα με τους παραγωγούς αλλά και τους καταναλωτές να στηρίζουν με σθένος την ιδέα αυτή.

Στη χώρα μας, λόγω της ιδιομορφίας της, μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία η βιολογική καλλιέργεια ιδιαίτερα σε νησιά λόγω της απομόνωσής τους από εντατικές καλλιέργειες. Η Κρήτη δραστηριοποιείται ενεργά λίγο μετά το 1990 στην παραγωγή βιολογικού ελαιολάδου αφού η περιοχή ευνοεί λόγω του ποικιλόμορφου κλίματος, ιδιόμορφου ανάγλυφου, μικρής κλίμακας εκτάσεις που δεν δύναται για εκμηχάνιση παραγωγής.

Συμβατική Καλλιέργεια

Χαρακτηρίζεται από την οξεία κατανάλωση ορυκτής ενέργειας, που χρησιμοποιείται απευθείας με τη μορφή καυσίμου ή ηλεκτρισμού είτε με λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά, μηχανήματα κτλ. που αυξάνουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Sgroi *et al.*, 2015).

Το σύστημα αυτό δεν επικεντρώνεται στην παραγωγή ποιοτικών τροφίμων, αλλά στην παραγωγή μέγιστης δυνατής ποσότητας αυτών, με στόχο την προώθηση τους στους λαούς με μεγάλα προβλήματα ασιτίας είτε λόγω πολέμων, είτε λόγω μεγάλων πληθυσμών σε μικρή έκταση γης η οποία συνάμα είναι άγονη. Η εξάντληση όμως των διαθέσιμων φυσικών πόρων με την έντονη αυτή παρεμβολή στο οικοσύστημα, δημιούργησε ποικίλα προβλήματα στην αειφορία. Κάποια από τα προβλήματα που έρχεται σήμερα αντιμέτωπος ο πληθυσμός είναι: η μόλυνση των υδάτων από την εκτεταμένη και αλόγιστη χρήση σύνθετων λιπασμάτων, η μείωση της βιοποικιλότητας των ωφέλιμων εντόμων λόγω αυξημένης χρήσης

φυτοπροστατευτικών προϊόντων και η συσσώρευση βλαβερών ουσιών τόσο στο οικοσύστημα όσο και στα γεωργικά προϊόντα (Θερίος, 2015).

Ανάλογα με την εντατικοποίηση της παραγωγής, η καλλιέργεια της ελιάς κατατάσσεται σε τρία συστήματα: Παραδοσιακό, ημιεντατικό και υπερεντατικό. Το παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας χαρακτηρίζεται από δέντρα μεγάλης ηλικίας φυτεμένα σε πλαγιές, διάσπαρτα και σε μικρή πυκνότητα ανά στρέμμα, σε άνυδρα και σχεδόν άγονα εδάφη με έντονες εντομολογικές, μυκητολογικές προσβολές αλλά και έντονη εμφάνιση του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας. Στο ημιεντατικό σύστημα, το οποίο εφαρμόζεται συχνότερα στη χώρα, παρουσιάζει μεγαλύτερο αριθμό δένδρων ανά στρέμμα, άρδευση και ημι-μηχανοποιημένη συγκομιδή καθώς και χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων και λιπασμάτων. Τέλος, στο υπερεντατικό σύστημα καλλιέργειας, που είναι σχεδόν αδύνατο να εφαρμοστεί στην Ελλάδα λόγω του ιδιόμορφου ανάγλυφού της, χαρακτηρίζεται από οξείες αγρονομικές επεμβάσεις, υψηλή πυκνότητα των δένδρων ανά στρέμμα, μηχανοποίηση των καλλιεργητικών εργασιών που όμως ορίζουν τη ζωή των δένδρων για μερικά μόνο έτη. Παρόλο λοιπόν, την αυξημένη παραγωγή που υπόσχεται, συχνά συνδέεται με οξείες περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις (Bouhafa, Moughli and Hadiddou, 2016).

Μετά από πρόσφατη μελέτη που στόχο είχε τη σύγκριση των τριών κυριότερων χωρών ελαιοκαλλιέργειας (Ιταλία, Ισπανία και Ελλάδα) ως προς τη συμβολή τους στην υπερθέρμανση του πλανήτη, η Ελλάδα βρέθηκε να συμβάλλει σε μικρότερο βαθμό σε αυτή λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ηλεκτρισμού, καυσίμων, νερού, φυτοπροστατευτικών και λιπασμάτων για λογαριασμό της ελαιοκαλλιέργειας. Αντίθετα, η Ιταλία λόγω της υπερεντατικής καλλιέργειας που ασκεί, εξαντλεί τα αποθέματα των καυσίμων και των υδάτων, μολύνει τον υδροφόρο ορίζοντα από την έκπλυση των λιπασμάτων και την ατμόσφαιρα από την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (Russo *et al.*, 2016). Δεν πρέπει λοιπόν να λαμβάνεται υπόψιν μόνο η αύξηση της ελαιο-παραγωγής, αλλά και το κόστος που θα επιφέρει αυτή στο περιβάλλον τα επόμενα χρόνια.

Το δίλημμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ποια μέθοδος καλλιέργειας αξίζει να υπηρετεί κάποιος; Η απάντηση δεν είναι μονόπλευρη. Η Ελλάδα, λόγω της βαθιάς ιστορίας στη παραγωγή του ελαιόλαδου και της ευνοϊκής γεωγραφικής της θέσης, χρειάζεται να βελτιώσει την τεχνογνωσία για την παραγωγή λαδιού υψηλής ποιότητας με σεβασμό στο περιβάλλον, με στόχο τη γνωστοποίηση της χώρας ως παραγωγός ελαιόλαδου σε όλο τον κόσμο. Ο κάθε παραγωγός είναι ελεύθερος να διαλέξει τη μορφή καλλιέργειας που θα ασκεί

και θα είναι υπόλογος για αυτό στις επόμενες γενεές του τόπου.

1.8 Συγκομιδή και επεξεργασία του ελαιόκαρπου

Ο χρόνος της ελαιοσυλλογής καθορίζεται από την επίδραση κλιματικών παραγόντων καθώς και από τις πρακτικές διαχείρισης του εκάστοτε ελαιώνα. Η έναρξή της σηματοδοτείται με την απόκτηση μοβ-ιώδους χρωματισμού σε ποσοστό 50% των καρπών. Όταν αυτή γίνει σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης του καρπού, η απόδοση σε λάδι θα είναι χαμηλή. Η συγκομιδή του ελαιόκαρπου γίνεται με το χέρι ραβδίζοντας τον καρπό είτε αποσπώντας το με χτένια είτε με ελαιοραβδιστικά. Ο καρπός ρίπτεται στα τοποθετημένα δίχτυα στο έδαφος απ' όπου συλλέγεται σε τσουβάλια και ακολουθεί η άμεση μεταφορά του στο ελαιουργείο. Η χρήση μηχανικών δονητών για τη συγκομιδή δεν διαθέτει ευρεία εφαρμογή στην Κρήτη (Βασιλακάκης, 2016).

Ο συγκομισθέντας ελαιόκαρπος, μεταφέρεται ταχύτατα στο κοντινό ελαιουργείο για την εξαγωγή του ελαιόλαδου. Το περιεχόμενο των σάκων, ρίπτεται σε μεταφορική ταινία με στόχο το διαχωρισμό του καρπού από τα φύλλα και τη μεταφορά του για πλύσιμο. Η σημαντικότητα της απομάκρυνσης των φύλλων στο πρώτο κιόλας στάδιο της επεξεργασίας είναι μεγάλη, διότι η πιθανή σύνθλιψη τους, μπορεί να αποδώσει υψηλά ποσοστά χλωροφύλλης στο λάδι και να προκαλέσει τη φωτοοξειδωσή του με συνεπαγωγή την υποβάθμιση της ποιότητάς του. Στόχος του πλυσίματος, είναι η απομάκρυνση ξένων υλών απ' τους καρπούς που θα υποβαθμίσουν την ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου μεταγενέστερα.

Ακολουθεί η άλεση του ελαιόκαρπου και η μεταφορά του στο μαλακτήρα. Εκεί, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρόνο αλλά και την θερμοκρασία της μάλαξης της ελαιομάζας γιατί θα διαμορφώσει την ποιότητα και την ποσότητα του παραγόμενου λαδιού. Η μάλαξη ενδείκνυται να είναι σύντομη, η ταχύτητα περιστροφής των μηχανημάτων να είναι μικρή ενώ η θερμοκρασία του νερού μέτρια. Αξίζει να σημειωθεί, ότι το κατάλληλο υλικό των περιστρεφόμενων επιφανειών είναι ο ανοξειδωτος χάλυβας.

Στη συνέχεια, διαχωρίζεται το ελαιόλαδο από την ελαιοζύμη είτε με φυγοκέντρηση είτε με πίεση. Σε επόμενο στάδιο, πραγματοποιείται ο καθαρισμός του ελαιόλαδου με τον ελαιοδιαχωρηστήρα που διαχωρίζει το λάδι, τον ελαιοπυρήνα και το νερό βασιζόμενο στα διαφορετικά ειδικά βάρη του καθενός. Τελικά το ελαιόλαδο μεταγγίζεται σε άλλα δοχεία με

σκοπό την αφαίρεση τυχών ξένων υλών.

Κρίσιμη περίοδος για τη διασφάλιση της καλής ποιότητας του ελαιόλαδου είναι κατά την αποθήκευσή του. Προτιμώνται χώροι με χαμηλές θερμοκρασίες κατάλληλο αερισμό και φωτισμό. Οι ανοξειδωτές δεξαμενές με κάποιας μορφής επικάλυψη στο εσωτερικό μέρος (γυαλί, σμάλτο και κεραμικό ή ρητίνες), αποτελούν το πλέον κατάλληλο μέσω αποθήκευσης του ελαιόλαδου αφού λόγω της χημικής αδράνειας των υλικών δεν επιτρέπουν την επιμόλυνσή του (με πλαστικοποιητές, προϊόντα αποικοδόμησης ή υπολείμματα καταλυτών), αλλά ούτε τη διαπερατότητα των τοιχωμάτων από φως και οξυγόνο. Μελέτες έδειξαν ότι λάδια που αποθηκεύτηκαν σε λευκοσίδηρα δοχεία στο σκοτάδι με 30° C για περίπου 5 μήνες, εμφάνισαν το χαμηλότερο αριθμό υπεροξειδίων και τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την αποθήκευση σε πλαστικά ή γυάλινα δοχεία. Η τελική ποιότητα του ελαιόλαδου καθορίζεται από την ποικιλία, βαθμό ωρίμανσης, γενική διαχείριση ελαιώνα και γενετικούς παράγοντες (Κυριτσάκης, 2017).

Άλλα προϊόντα που δημιουργούνται κατά την άλεση του ελαιόκαρπου είναι: η ελαιοπυρήνα που με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, τα απόνερα και φύλλα με τους κλαδίσκους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν λίπανση των καλλιεργειών μετά από την επεξεργασία αυτών (Θεριός, 2015).

1.9 Το ελαιόλαδο

1.9.1 Χημική σύσταση

Το κυριότερο παραγόμενο προϊόν από την επεξεργασία του ελαιόκαρπου είναι το λάδι. Τα συστατικά του ελαιόλαδου, χαρακτηρίζονται σαπωνοποιήσιμα (τριγλυκερίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα κτλ.) όπου και καταλαμβάνουν πάνω από το 95% των συστατικών και ασαπωνοποιήτα (υδρογονάνθρακες, στερόλες, φαινόλες κτλ.) που αν και σε μικρές ποσότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλές λειτουργίες. Η ποσότητα των ασαπωνοποιήτων συστατικών του ελαιόλαδου καθορίζονται από τον τρόπο που εξάγεται από τους καρπούς. Ελαιουργείο που χρησιμοποιεί εκχύλιση δίδει αυξημένη περιεκτικότητα σε ασαπωνοποιήτα συστατικά σε σχέση με τη μέθοδο υδραυλικής πίεσης.

Ερευνητές, παρατήρησαν πως οι συνθήκες περιβάλλοντος, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σύσταση των λιπαρών οξέων αλλά και στο λόγο ακόρεστα: κορεσμένα λιπαρά. Πιο

συγκεκριμένα, έχει βρεθεί, πως όσο η θερμοκρασία μειώνεται και το υψόμετρο καλλιέργειας των δένδρων αυξάνεται, τόσο αυξάνεται η κυριαρχία των ακόρεστων λιπαρών οξέων στο ελαιόλαδο (Rallo *et al.*, 2018).

Τα λιπαρά οξέα συναντώνται στο ελαιόλαδο σε κορεσμένη μορφή (π.χ. παλμιτικό (C16:0)) ενώ ως επί τω πλείστον σε ακόρεστη μορφή, με σημαντικότερο μονοακόρεστο λιπαρό οξύ να είναι το ελαιϊκό (C18:1), το οποίο φαίνεται να έχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την άρδευση, αφού μειώνεται κατά την εφαρμογή αρδεύσεων και αντίστροφα (Toplu *et al.*, 2009). Ακολουθούν: λινελαϊκό (C18:2), λινολενικό (C18:3), αραχιδικό (C20:4) και παλμιτελαϊκό (C16:1). Όσο χαμηλότερη η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε λινελαϊκό και λινολενικό οξύ τόσο υψηλότερη είναι η ανθεκτικότητά του στην οξειδωση. Φαίνεται επίσης ότι τα λιπαρά οξέα δεν επηρεάζονται από αζωτούχες λιπάνσεις (Centeno, García and Gómez-del-campo, 2017). Αντίθετα, διαδοχικές αζωτούχες διαφυλλικές λιπάνσεις σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης του δένδρου, αύξησαν τη συγκέντρωση του λινολεϊκού οξέος (Tekaya *et al.*, 2013a) όπως αυξήθηκε και η περιεκτικότητα του λινολενικού οξέος μετά από λιπάνσεις διαφυλλικά και από έδαφος με το ίδιο μακροστοιχείο (Fernández-Escobar *et al.*, 2006). Επίσης η πρόσθετη άρδευση, τείνει να αυξάνει το λινελαϊκό και παλμιτικό οξύ (κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ) ενώ το ελαιϊκό οξύ δείχνει να μειώνει (Toplu *et al.*, 2009). Αντίθετα, άλλοι ερευνητές βρήκαν υψηλές τιμές οξύτητας του ελαιόλαδου όταν τα δένδρα αρδεύονταν όλη την καλλιεργητική περίοδο (Sofa *et al.*, 2008).

Όλες οι τοκοφερόλες, εκτός από τη βιταμινική τους δράση, αποτελούν φυσικά αντιοξειδωτικά των ελαίων και η παρουσία τους στο ελαιόλαδο καθορίζει την σταθερότητά του απέναντι στην οξειδωση. Φαίνεται να έχουν συνεργιστική δράση στη λειτουργία των πολυφαινολών λόγω της δράσης τους. Η α- τοκοφερόλη θεωρείται σημαντική λόγω της δραστηριότητάς της στη βιταμίνη E (Rallo *et al.*, 2018) και φαίνεται να αυξάνει τις συγκεντρώσεις κατόπιν εφαρμογών αζώτου (Fernández-Escobar *et al.*, 2006). Ο προσδιορισμός τους στα έλαια μπορεί να εντοπίσει τυχών νοθείες με άλλα φυτικά έλαια (Κυριτσάκης, 2017).

Κύρια τάξη των ασαπωνοποίητων συστατικών του ελαιόλαδου αποτελούν οι υδατάνθρακες, οι στερόλες με κύρια τη β- σιτοστερόλη. Ελαιόδεντρα που καλλιεργούνται σε μεγάλα υψόμετρα φαίνεται να δίδουν χαμηλά ποσοστά υδατανθράκων πιθανότατα λόγω χαμηλών θερμοκρασιών που συνεπάγονται τη μειωμένη βιοσύνθεσή τους (Θεριός, 2015). Άλλα συστατικά του ελαιόλαδου είναι: αλειφατικές και αρωματικές αλκοόλες, τριτερπενικά

οξέα, πτητικές ενώσεις και άλλα δευτερεύοντα συστατικά όπως τα φωσφολιπίδια.

Το χρώμα του ελαιόλαδου είναι αποτέλεσμα των κίτρινων- πράσινων αποχρώσεων λόγω της παρουσίας της χλωροφύλλης και των καροτενοειδών. Ως κύρια χρωστική ουσία στο ελαιόλαδο, η χλωροφύλλη, όταν οι αζωτούχες διαφυλλικές λιπάνσεις ήταν αυξημένες την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο, συναντάται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο λάδι αφού το άζωτο λαμβάνει κυρίαρχο ρόλο στη σύνθεσή της. Συνδυάστηκε με το N, η δράση του P βελτιώνει την απορρόφηση των θρεπτικών από το φυτό και βοηθά στη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης (Tekaya *et al.*, 2013b).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι μια περίπλοκη αλλά ιδιαίτερα σημαντική ομάδα ενώσεων στα φυτά. Στο ελαιόλαδο απαντώνται, οι απλές φαινόλες, τα φαινολικά οξέα, τα σεκοιριδοειδή, τα φλαβονοειδή και οι λιγνάνες. Τόσο οι απλές όσο και οι σύνθετες φαινολικές ενώσεις είναι ανιχνεύσιμες στο πολικό κλάσμα του ελαιολάδου. Άλλα φαινολικά συστατικά που εμφανίζονται στη σύνθεση του ελαιόλαδου είναι η ελαιοευρωπεΐνη και το καφεϊκό οξύ. Ως πολικές ενώσεις, είναι κατά κανόνα υδατοδιαλυτές, ελάχιστα λιποδιαλυτές και παρουσιάζουν έντονη αντιοξειδωτική δράση.

Οι απλές φαινόλες, όταν εκτεθούν σε περιβάλλον αέρα, οξειδώνονται και αποκτούν σκούρο χρώμα. Οι κυριότερες που συναντώνται στο ελαιόλαδο και είναι προϊόντα υδρόλυσης της ελευρωπαΐνης, είναι η τυροσόλη (απαντάται συχνότερα σε υποβαθμισμένης ποιότητας ελαιόλαδα) και η υδροξυτυροσόλη που παρατηρείται σε ελαιόλαδα υψηλής ποιότητας. Η ελευρωπαΐνη, απαντάται σε υψηλές συγκεντρώσεις σε νεαρούς καρπούς, ενώ όσο αυτοί ωριμάζουν τα επίπεδα της πολυφαινόλης μειώνονται. Κατ' αντιστοιχία, όσο παλιώνει το ελαιόλαδο τόσο αυξάνεται η ενζυματική υδρόλυση άρα εξαλείφεται η πικρία. Εκτός από τον καρπό βρίσκεται και στα φύλλα βοηθώντας στην άμυνα του δένδρου σε μικροοργανισμούς.

Οι φαινόλες, συντελούν σημαντική κατηγορία του ασαπωνοποίητου κλάσματος (άρα μειώνονται κατά την αποθήκευση). Παρουσιάζουν έντονη αντιοξειδωτική δράση με αποτέλεσμα να επιβραδύνουν την οξείδωση του λαδιού. Διατροφή με υψηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών, αποτρέπει τις επιβλαβείς επιδράσεις του οξειδωτικού μεταβολισμού με την απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών ενώ σχετίζεται με τη μείωση εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων (Singh *et al.*, 2008). Τυχόν μεταβολές στα επίπεδα των φαινολών, λόγω λιπαντικών τακτικών, μπορούν να διαφοροποιήσουν το αντιοξειδωτικό προφίλ άρα και την αντίσταση του ελαιόλαδου στην οξείδωση (Tekaya *et al.*, 2013b). Οι συνολικές φαινόλες, φαίνεται να μειώνονται όσο αυξάνεται το νερό άρδευσης (Psarras *et al.*, 2014). Για το λόγο

αυτό, συνίσταται χρήση νερού με φειδώ και στα ελαιουργεία κατά την επεξεργασία του καρπού γιατί μια αλόγιστη χρήση νερού μπορεί να απομακρύνει τόσο τις φαινόλες όσο και διάφορες πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες που αυξάνουν την ποιότητα του ελαιολάδου. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί η επίδραση της θέσης του καρπού στη κόμη του δένδρου, που όσο μεγαλώνει η επιφάνεια του που δέχεται το φως του ήλιου, τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση των φαινολών του καρπού (Rallo *et al.*, 2018). Αυξημένη συγκέντρωση φαινολών παρατηρείται επίσης, σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες (Rallo *et al.*, 2018). Η συγκέντρωση των καρπών και του λαδιού σε φαινόλες, μειώνεται με την αλόγιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και αυξημένης διάθεσης νερού (Fernández-Escobar *et al.*, 2006; Erel, Kerem and Ben-Gal, 2013; Bouhafa *et al.*, 2014; Centeno, García and Gómez-del-campo, 2017). Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση συνολικών φαινολών και διφαινολών κάνοντας διαφυλλικές λιπάνσεις με υψηλές συγκεντρώσεις βορίου, πιθανότατα λόγω της ελεύθερης μορφής του, μείωσε τη βιοσύνθεση τους (Tekaya *et al.*, 2013a). Γενικότερα θα μπορούσε κανείς να πει πως δρώντας συνδυαστικά η ποικιλία, οι καλλιεργητικές πρακτικές ο βαθμός ωριμότητας, ο τύπος και η παραμονή στο ελαιουργείο αλλά και οι συνθήκες περιβάλλοντος, διαμορφώνουν την περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε φαινόλες (Rallo *et al.*, 2018).

Το ελαιόλαδο οξειδώνεται λιγότερο συγκριτικά με άλλα έλαια, αφού περιέχει μικρό αριθμό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (λινελαϊκό, λινολενικό) και μεγαλύτερο ποσοστό μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (ελαϊκό) και αντιοξειδωτικών ουσιών (τοκοφερόλες, φαινόλες) (Rallo *et al.*, 2018). Η οξειδωτική σταθερότητα παρέχει πληροφορίες για τη διάρκεια ζωής του ελαιολάδου και όχι την ποιότητά του. Αυτή η σταθερότητα μπορεί να αυξηθεί όταν τα επίπεδα όλων θρεπτικών στο φυτό βρίσκονται σε επάρκεια και μεταξύ τους ισορροπία (Tekaya *et al.*, 2013b).

Άλλοι δείκτες φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου είναι ο K_{232} και K_{270} οι οποίοι αυξάνονται κατά την αποθήκευση γεγονός που υποβαθμίζει την ποιότητα του εν λόγω ελαιόλαδου (Rallo *et al.*, 2018). Οι παραπάνω δείκτες, παρέχουν σημαντικές πληροφορίες ως προς την ποιότητα ενός λίπους, την κατάσταση συντήρησής του και τις μεταβολές που έχουν επέλθει σε αυτό μέσα από τεχνολογικές διαδικασίες. Ερευνητές, δεν παρατήρησαν καμία διαφορά στην περιεκτικότητα των δεικτών αυτών μετά από διαφυλλικές εφαρμογές λιπασμάτων (Tekaya *et al.*, 2013a), όπως επίσης και στην τιμή υπεροξειδίου, την οξύτητα και την οξειδωτική σταθερότητα μετά από δεκαετή έρευνα με εφαρμογή N και Mg από έδαφος (Marcelo *et al.*, 2010). Επομένως, ο παραπάνω συνδυασμός θεωρείται καλή

πρακτική, αφού αυξάνει την απόδοση, χωρίς να αλλοιώνει την ποιότητα του ελαιολάδου. Η απουσία εδαφικής υγρασίας αύξησε τις τιμές του K_{270} και τον αριθμό υπεροξειδίων, ενώ μείωσε τις τιμές του K_{232} (Sofa *et al.*, 2008). Αντίθετα, άλλοι ερευνητές δεν παρατήρησαν καμία σημαντική επίδραση των αρδεύσεων στην οξύτητα και τους συντελεστές K_{232} και K_{270} (Psarras *et al.*, 2014). Όσον αφορά τα ΔΚ, εμφανίζουν αρνητικές τιμές όταν τα ελαιόλαδα είναι φετινής παραγωγής ενώ όσο παλαιώνει το ελαιόλαδο τόσο αυξάνει η τιμή του συντελεστή (Hester *et al.*, 2012).

Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί διεξαγωγή μαζικών ερευνών, που αφορούν τις επιπτώσεις των γεωργικών πρακτικών, στη ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Αυτό οφείλεται στην ανησυχία που εκδηλώνει ο κόσμος για την ποιότητα των τροφίμων που καταναλώνει και βελτιώνει την υγεία τους. Η τελική ποιότητα που θα εμφανίσει το ελαιόλαδο χτίζεται όλη τη διάρκεια της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου. Ανάλογα με τις τακτικές διαχείρισης του ελαιώνα, τις εδαφο- κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν, το σύστημα καλλιέργειας καθώς και τη θρέψη και υγιεινή κατάσταση των δένδρων μπορούν να καθορίσουν την ποιότητα του ελαιολάδου.

1.10 Κατηγορίες ελαιολάδου

Το παραγόμενο ελαιόλαδο κατατάσσεται σε κατηγορίες με βάση την οξύτητά του, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τον αριθμό υπεροξειδίων, τα K_{270} και τη τιμή ΔΚ. Σύμφωνα με το διεθνές συμβούλιο ελαιολάδου (IOC) οι κατηγορίες κατάταξης είναι οι εξής:

- Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο
- Παρθένο ελαιόλαδο
- Ελαιόλαδο λαμπάντε
- Ραφινρισμένο
- Ακατέργαστο πυρηνέλαιο
- Ραφινρισμένο πυρηνέλαιο
- Πυρηνέλαιο

Οι καταναλωτές επιλέγουν κάποιο από τα παραπάνω βάση την ποιότητα, τη τιμή πώλησης και άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (IOC, 2015).

1.11 Σκοπός και περιεχόμενο της εργασίας

Με την παρούσα μελέτη, έγινε μια προσπάθεια επισκόπησης των εδαφών που εκτείνεται σήμερα η καλλιέργεια της ελιάς στη βόρειο- δυτική Κρήτη. Συνάμα, με μεθόδους φυλλοδιαγνωστικής, προσδιορίστηκε η θρεπτική κατάσταση των δένδρων όπου μετέπειτα παράγουν το ελαιόλαδο το οποίο καταλήγει στον άνθρωπο για κατανάλωση.

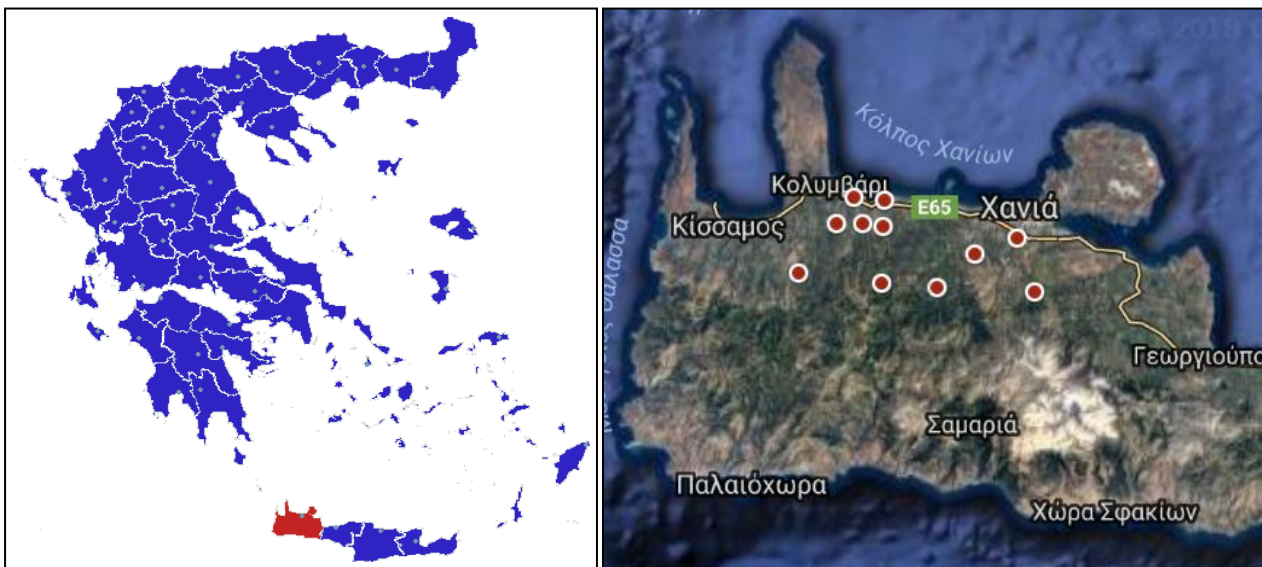
Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι της παρούσας διατριβής είναι:

- Η εύρεση των φυσικο- χημικών χαρακτηριστικών των εδαφών
- Η γνωστοποίηση της θρεπτικής κατάστασης των δένδρων
- Η μελέτη της ποιοτικής κατάστασης του ελαιολάδου στο Νομό Χανίων
- Ο εντοπισμός των επιδράσεων των παραπάνω μετρήσεων (εδάφους και φύλλων) στην ποιότητα του ελαιολάδου
- Η παροχή μιας κατά προσέγγιση συμβουλευτικής λιπαντικής τακτικής βάση των δεδομένων που προκύπτουν από τις αναλύσεις

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή δειγματοληψίας

Η ευρύτερη περιοχή όπου διεξάχθηκε η δειγματοληψία τοποθετείται βόρεια του νομού Χανίων Κρήτης (Εικόνα 2). Μετά από έρευνα που πραγματοποιήθηκε, εντοπίστηκαν οι ελαιώνες με τα χαρακτηριστικά που είχαν οριστεί προς μελέτη. Συνολικά, οι πειραματικοί ελαιώνες ήταν 35. Απ' αυτούς οι 10 είναι συμβατικής μη αρδευόμενης καλλιέργειας, οι 9 συμβατικής αρδευόμενης καλλιέργειας, οι 5 βιολογικής μη αρδευόμενης καλλιέργειας, οι 9 βιολογικής αρδευόμενης καλλιέργειας και 2 ελαιώνες φυσικής καλλιέργειας.



Εικόνα 2: Περιοχή δειγματοληψίας (Πηγή: Google Earth)

Σε πρώτο βήμα, έγινε η επαφή με τους ιδιοκτήτες των αγροτεμαχίων όπου συζητήθηκε το πλάνο που αναμενόταν να ακολουθούσε η παρούσα εργασία. Αφού μας έδωσαν την άδεια για τις δειγματοληψίες που θα ακολουθούσαν (εδάφους, φύλλων, λαδιού), μας παρέιχαν συνάμα, πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζουν, τις λιπάνσεις αλλά και τις αρδεύσεις που ακολουθούν τα τελευταία 3 χρόνια, στοιχεία που αφορούν το ανάγλυφο της περιοχής καθώς επίσης καταγράφηκε η ηλικία και το ύψος των δένδρων και τέλος η απόδοση των ελαιώνων σε λάδι την τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο (Πίνακας 2). Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δένδρων και επί των γραμμών

ορίστηκαν 7x 7 κατά προσέγγιση με απόκλιση. Επιπροσθέτως, συλλέχθηκαν στατιστικά στοιχεία που αφορούν το μέσο όρο των βροχοπτώσεων (Πίνακας 3) και θερμοκρασιών (Πίνακας 4), που επικράτησαν τα περασμένα 5 έτη βόρεια του νομού Χανίων σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, με στόχο να βοηθήσουν στην πληροφόρηση των συνθηκών που αντιμετώπισαν οι καλλιέργειες για να εξηγήσουν τα δεδομένα που αναμένεται να προκύψουν από τις αναλύσεις.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά στοιχεία ελαιώνων.

α/α	Ηλικία δέντρων	Ύψος δένδρων	Υψόμετρο	Κλίση εδάφους	Κλάδεμα	Λίπανση	Άρδευση	kg ελαιολάδου /στρέμμα
1	50	4	90	Επικλινές	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	220
2	40	3,5	90	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	200
3	50	4	140	Επικλινές	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	110
4	50	4,2	140	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Όχι	110
5	50	3,8	140	Επικλινές	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	170
6	50	3,5	140	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	140
7	40	4	100	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Όχι	140
8	30	3,5	90	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK) + ιχνοστοιχεία	Όχι	170
9	50	3,5	80	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Όχι	60
10	60	3,5	90	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Όχι	170
11	50	3,5	80	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	210
12	50	3,8	80	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	220
13	60	3,5	80	Επίπεδο	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	240
14	60	3,5	80	Επίπεδο	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	240
15	80	3,8	140	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	230
16	30	4	95	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	230
17	30	4	90	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	220
18	50	3,5	319	Αναβαθμί δες	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	180
19	50	3,5	325	Αναβαθμί δες	Ετησίως	Χημικό λίπασμα (NPK)	Ναι	190
20	50	3	20	Επίπεδο	Ετησίως	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Όχι	120
21	50	3	10	Επικλινές	Ετησίως	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Όχι	90
22	75	3,5	100	Επίπεδο	Ετησίως	Κοπριά αιγοπροβάτων	Όχι	100
23	75	3,5	110	Επικλινές	Ετησίως	Κοπριά αιγοπροβάτων	Όχι	90
24	30	3,5	90	Επίπεδο	Ετησίως	Όχι	Όχι	100

25	80	4	110	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Ναι	160
26	70	3,5	120	Επικλινές	Ανά 2 έτη	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Ναι	150
27	85	4,5	50	Επίπεδο	Όχι	Χλωρή λίπανση	Ναι	190
28	80	4,5	50	Επίπεδο	Όχι	Χλωρή λίπανση	Ναι	190
29	80	4,8	50	Επίπεδο	Όχι	Χλωρή λίπανση	Ναι	210
30	80	5	50	Επίπεδο	Όχι	Χλωρή λίπανση	Ναι	220
31	10	2	50	Επίπεδο	Όχι	Χλωρή λίπανση	Ναι	150
32	20	3,8	50	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Ναι	230
33	20	3,5	60	Επίπεδο	Ανά 2 έτη	Βιολογικό λίπασμα (NPK)	Ναι	230
34	15	2	130	Επικλινές	Όχι	Όχι	Όχι	60
35	50	5	130	Επικλινές	Όχι	Όχι	Όχι	80

Πίνακας 3: Μέσος όρος βροχοπτώσεων (mm) στα βόρεια του νομού Χανίων τα προηγούμενα 5 έτη (EMY, 2018).

Μήνας	Έτος				
	2013	2014	2015	2016	2017
Ιανουάριος	190	46	233	56	113
Φεβρουάριος	65	96	119	27	109
Μάρτιος	20	44	139	43	72
Απρίλιος	12	28	28	2	32
Μάιος	60	3	2	17	14
Ιούνιος	2	0	9	0,1	7
Ιούλιος	0	0	0	0	0
Αύγουστος	0	0	8	0	3
Σεπτέμβριος	10	2	42	14	18
Οκτώβριος	5	137	74	100	82
Νοέμβριος	95	57	14	112	71
Δεκέμβριος	275	261	89	203	91

Πίνακας 4: Μέσος όρος θερμοκρασιών (°C) στα βόρεια του νομού Χανίων τα προηγούμενα 5 έτη (ΕΜΥ, 2018).

Μήνας	Έτος				
	2013	2014	2015	2016	2017
Ιανουάριος	11,6	13,2	11	12,9	11,6
Φεβρουάριος	13	12,8	11	14,6	11,8
Μάρτιος	15	13,2	13,2	14,6	13,2
Απρίλιος	17,9	17	16,1	18,9	16,3
Μάιος	22,7	20	20,8	20,8	20,1
Ιούνιος	25,2	25,1	23,7	26,6	24,5
Ιούλιος	26,7	27,2	26,8	27,6	26,5
Αύγουστος	26,8	27,9	26,9	26,9	26,1
Σεπτέμβριος	24,6	24,4	25	24	23,3
Οκτώβριος	19,8	19,5	20,5	21	19,4
Νοέμβριος	17,1	16,2	16,2	16,4	16,1
Δεκέμβριος	12,5	14,2	12,3	11	13,1

2.2 Δειγματοληψία εδάφους, φύλλων και ελαιόλαδου

Η εποχή δειγματοληψίας εδάφους ήταν το φθινόπωρο του 2017. Για τη συλλογή του δείγματος ο απαραίτητος εξοπλισμός ήταν:

- εδαφολήπτης τύπου «Edelman»
- φτυάρι
- πλαστικό νάilon μιας χρήσης
- νάilon σακουλάκια

Αρχικά, διανύοντας το αγροτεμάχιο και παρατηρώντας το ανάγλυφό του, έγινε ο ορισμός των σημείων δειγματοληψίας ανάμεσα από τις γραμμές φύτευσης, ακολουθώντας τη μέθοδο «ζικ- ζακ». Απομακρύνθηκε η αυτοφυή βλάστηση από την επιφάνεια του εδάφους, τοποθετήθηκε ο εδαφολήπτης τύπου Edelman πάνω σε αυτό και με περιστροφικές κινήσεις κατευθύνθηκε οριζόντια σε βάθος 20- 30 cm. Στο σημείο αυτό ο εδαφολήπτης τραβήχτηκε προς τα πάνω και το περιεχόμενό του άδειασε σε πλαστικό νάilon μιας χρήσης που βρισκόταν απλωμένο στα όρια του χωραφιού. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται 5 φορές στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας που είχαν οριστεί για το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο. Τα υποδείγματα από τον ελαιώνα ομογενοποιήθηκαν στο νάilon με ένα φτυάρι και από το συνονθύλευμα αυτό λήφθηκε 1 kg αντιπροσωπευτικού δείγματος εδάφους το οποίο τοποθετήθηκε σε σακουλάκι με προορισμό το εργαστήριο για την περαιτέρω επεξεργασία

(Σινάνης, 2015).

Η δειγματοληψία φύλλων πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2017 σε συνδυασμό με τη δειγματοληψία εδαφικού δείγματος. Σε κάθε αγροτεμάχιο, ορίστηκαν με τη δειγματοληπτική μέθοδο «ζικ- ζακ» τα δένδρα από τα οποία θα ληφθούν τα φύλλα. Επιλέχθηκαν τυχαία 2- 5 φύλλα από το μέσω ενός ετήσιου βλαστού (που δεν έχει καρποφορήσει) περιμετρικά του δένδρου. Η διαδικασία αυτή έγινε στο αγροτεμάχιο μέχρις ότου ο αριθμός των συλλεχθέντων φύλλων να είναι 50. Τοποθετήθηκαν σε νάιλον σακουλάκια μιας χρήσης και μεταφέρθηκαν άμεσα στο εργαστήριο (Τσικαλάς, 2003).

Για τη λήψη δείγματος ελαιόλαδου, η διαδικασία απαιτούσε συχνή επαφή με τους ιδιοκτήτες– παραγωγούς αλλά και με τους ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων της ευρύτερης περιοχής των Χανίων, πετυχαίνοντας έτσι την καλύτερη δυνατή συνεργασία για την παραλαβή όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικού δείγματος. Αμέσως μετά τη συγκομιδή του ελαιόκαρπου γινόταν η μεταφορά αυτού στο ελαιοτριβείο, όπου με ελάχιστη παραμονή οδηγούταν οι καρποί μαζικά στη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου. Η άλεση αφορούσε αποκλειστικά και μόνο το εκάστοτε υπό μελέτη αγροτεμάχιο. Αφήνοντας πρώτα μερικά λίτρα ελαιόλαδου να πέσουν, γινόταν η τοποθέτηση του σκουρόχρωμου γυάλινου μπουκαλιού όπου γέμιζε σταδιακά, βάζοντας μερικά ml ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Πριν το τέλος της εξαγωγής ελαιόλαδου έχει ληφθεί αντιπροσωπευτικό δείγμα όγκου 0,5 l. Το μπουκάλι, έκλεισε με παραφίλμ και αποθηκεύτηκε σε σκοτεινό και δροσερό μέρος μέχρι την ανάλυσή του (Κυριτσάκης, 2017).

2.3 Προετοιμασία δειγμάτων

Το δείγμα εδάφους, μεταφέρθηκε στο εργαστήριο όπου και ακολούθησε η αεροξήρανσή του. Απλώθηκε ομοιόμορφα σε διηθητικό χαρτί εργαστηρίου και τεμαχίζοντας τυχόν συσσωματωμένες μορφές, προάχθηκε η προκείμενη διαδικασία. Έπειτα, γινόταν η λειοτριβήσή του με πορσελάνινο γουδί και γουδοχέρι στοχεύοντας στη δημιουργία λεπτόκοκκων σωματιδίων που περνούν από κόσκινο 2 mm. Τυχόν πέτρες, φυτικά υπολείμματα ή σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους, απορρίπτονταν. Η εν λόγω λεπτή γη, αποθηκεύτηκε σε νάιλον σακουλάκι μιας χρήσης που κλείνει αεροστεγώς σε προστατευμένη θέση (Σινάνης, 2015).

Τα φύλλα πλύθηκαν επιμελώς με διπλά απιονισμένο νερό. Στέγνωσαν σε διηθητικό

χαρτί εργαστηρίου και μεταφέρθηκαν σε κλίβανο (WTC Binder) με ρεύμα θερμού αέρα θερμοκρασίας 80° C για 48 ώρες. Μετά την επίτευξη της ήπιας ξήρανσης των φυτικών τμημάτων, ακολούθησε η λειοτρίβησή τους με τη βοήθεια μύλου άλεσης (Retsch RM 100). Σε επόμενο στάδιο, ζυγίστηκαν περίπου 0,5g απ' τους αλεσμένους φυτικούς ιστούς με τη βοήθεια πορσελάνινης κάψας γνωστού βάρους και οδηγήθηκαν σε φούρνο (Memmert) με θερμοκρασία 104° C για 24 ώρες. Στη συνέχεια, όλες οι κάψες τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα έως ότου ήλθαν σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολούθησε η ζύγιση της κάψας μαζί με το δείγμα φύλλων και από το μεικτό ξηρό βάρος, αφού αφαιρέθηκε το βάρος της κάψας, προέκυψε το ξηρό βάρος των φυτικών ιστών. Ακολούθησε η πρόκαυση του ξηρού δείγματος φύλλων. Έτσι, οι κάψες μεταφέρθηκαν, με τη βοήθεια λαβίδας, σε πλάκα θέρμανσης (Labinc) που βρισκόταν στην απαγωγό εστία και με θερμοκρασία μέχρι τους 100° C, στοχεύοντας στη μαζική διαφυγή των καπνών. Μετά από 30 min πρόκαυσης (Εικόνα 3), το δείγμα πήρε χρώμα μαύρο ως σταχτί και οι κάψες πορσελάνης μεταφέρθηκαν σε φούρνο (Naber D-2804) στους 550° C παραμένοντας για 5 ώρες, όπου επιτεύχθηκε η πλήρης καταστροφή της οργανικής ουσίας.



Εικόνα 3: Πρόκαυση φύλλων ελιάς σε πλάκα θέρμανσης (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Η εναπομένουσα στάχτη αφέθηκε να κρυώσει καλά πριν την επόμενη επεξεργασία. Με τη βοήθεια μηχανικής πιπέτας (Ecoripette™ by capp 1-5ml) μεταφέρθηκαν 10 ml HCl 1N στην κάθε μια από τις κάψες πορσελάνης που εμπεριείχαν τη στάχτη. Αφέθηκαν να

παρέλθουν μερικά λεπτά και το μίγμα διηθήθηκε με ηθμούς Whatman N° 40 που βρίσκονται σε υάλινα χωνιά. Το διήθημα κατέληγε σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml που τελικά συμπληρώθηκαν μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό. Τα τελικά διαλύματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία και αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο. Προκειμένου να προσδιοριστεί το βόριο στα φύλλα, πραγματοποιήθηκε διήθηση της στάχτης που προέκυψε μετά από την καύση των φύλλων στο φούρνο (Naber D-2804) με 10 ml H₂SO₄ 0,36N και το υπερκείμενο διάλυμα αποθηκεύτηκε σε δοχεία στο ψυγείο μέχρι τον προσδιορισμό του ιχνοστοιχείου.

2.4 Αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων

2.4.1 Κοκκομετρική ανάλυση

Ο προσδιορισμός των τριών κλασμάτων του εδάφους (άμμος, ιλύς και άργιλος) πραγματοποιήθηκε εργαστηριακά με τη μέθοδο Βουγιούκου. Με την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας ζυγίστηκαν 50 g αεροξηραθέντος εδάφους και μεταφέρθηκαν στο δοχείο του μηχανικού αναδευτήρα (ELE). Εκεί προστέθηκε επίσης 50 ml διαλύματος εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1N, έτσι ώστε στα δείγματα να επιτευχθεί χημική διασπορά και περίπου 250 ml απιονισμένου νερού. Ακολούθησε ανάδευση για 10 min με στόχο και τη μηχανική διασπορά. Μετά το πέρας αυτών των λεπτών, το σχηματιζόμενο αιώρημα, μεταφέρθηκε ποσοτικά στον κύλινδρο μηχανικής ανάλυσης, όπου και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι την κατώτερη χαραγή. Στον παραπάνω όγκο, συμπεριλαμβάνεται το υδρόμετρο. Έπειτα, με την αφαίρεση του υδρόμετρο, το αιώρημα με τη βοήθεια ειδικού αναδευτήρα ανακινήθηκε ζωηρά με περιστροφικές κινήσεις και φορά προς τα πάνω. Τη στιγμή που όλα τα τεμαχίδια αιωρούνταν στον κύλινδρο, σταματούσε η ανάδευση και τέθηκε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Σε 20 sec βυθίστηκε το υδρόμετρο στο αιώρημα και λήφθηκε η ένδειξη μόλις το χρονόμετρο έδειξε 40 sec Ακολούθησε θερμομέτρηση και ξανά έγινε ανάδευση. Στο στάδιο που όλα τα τεμαχίδια αιωρούνταν, τίθεται ξανά το χρονόμετρο σε λειτουργία. Μερικά δευτερόλεπτα πριν συμπληρωθούν 2 ώρες, βυθίστηκε εκ νέου το υδρόμετρο στο αιώρημα και έπειτα το θερμόμετρο, σημειώνοντας τις ενδείξεις τους. Απαιτείται διόρθωση της θερμοκρασίας του αιωρήματος όταν αυτή ξεπερνάει ή δεν φτάνει τους 19,4° C (Σινάνης, 2015).

Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις τοποθετούνται στους παρακάτω τύπους:

$$(\text{Αργίλος} + \text{Ιλύς}) \text{ σε g \%} = n (X_{\text{υδρ}1} \pm X_{\theta 1})$$

$$\text{Αργίλος σε g \%} = n (X_{\text{υδρ}2} \pm X_{\theta 2})$$

$$\text{Άμμος σε g \%} = 100 - (X_{\text{υδρ}1} \pm X_{\theta 1})$$

$$\text{Ιλύς σε g \%} = 100 - (\text{Αργίλος} + \text{Άμμος})$$

Όπου:

$X_{\text{υδρ}1}$ = Η ένδειξη του υδρόμετρου στα 40 sec

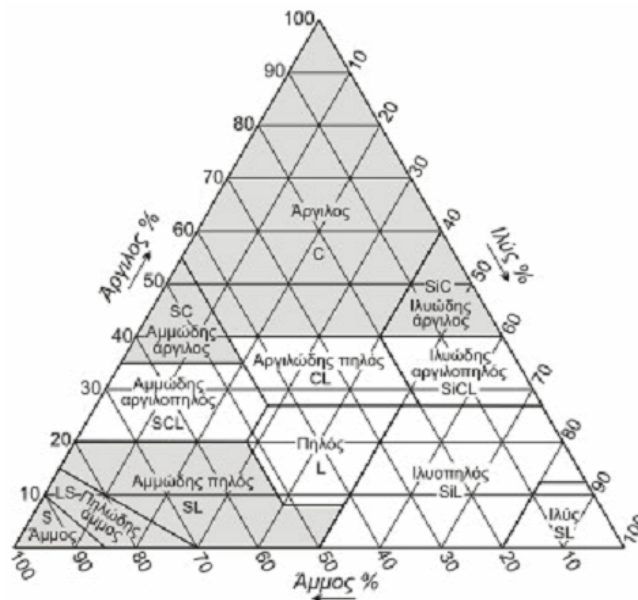
$X_{\theta 1}$ = Η διόρθωση της θερμοκρασίας στα 40 sec

$X_{\text{υδρ}2}$ = Η ένδειξη του υδρόμετρου στις 2 ώρες

$X_{\theta 2}$ = Η διόρθωση της θερμοκρασίας στις 2 ώρες

n = Συντελεστής με τιμή 1 όταν χρησιμοποιηθούν 100 g εδάφους και 2 αν χρησιμοποιηθούν 50 g.

Τοποθετώντας τα ποσοστά που βρέθηκαν από τους υπολογισμούς στο τρίγωνο της μηχανικής σύστασης (Εικόνα 4), υποδεικνύεται ο τύπος του προς ανάλυση δείγματος (Βουγιουκος, 1962).



Εικόνα 4: Τρίγωνο μηχανικής σύστασης εδαφών (Πηγή: Σινάνης, 2011)

2.4.2 Προσδιορισμός ειδικού βάρους σωματιδίων

Για τον κατά προσέγγιση προσδιορισμό του ειδικού βάρους ή πυκνότητα των

σωματιδίων του εδάφους (Particle Density), χρησιμοποιήθηκε ογκομετρικός κύλινδρος των 100 ml όπου περιείχε 50 ml απιονισμένου νερού. Ακολούθησε ζύγιση 25 g αεροξηραθέντος εδάφους (Εικόνα 5) και μεταφορά αυτών ποσοτικά στο κύλινδρο με το νερό. Ξεκίνησε η χρονομέτρηση. Μετά το πέρας 10 min, υπολογίστηκε η μεταβολή του όγκου στον ογκομετρικό κύλινδρο. Η μεταβολή αυτή του όγκου διαιρούμενη με τα προστιθέμενα g εδάφους, παρουσιάζει την πυκνότητα των σωματιδίων σε g/cm^3 (Σινάνης, 2015).



Εικόνα 5: Συνολική εμφάνιση 35 δειγμάτων εδάφους μετά από την ακριβή ζύγιση (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

2.4.3 Προσδιορισμός φαινομένου ειδικού βάρους σωματιδίων

Το φαινόμενο ειδικό βάρος ή φαινομενική πυκνότητα του εδάφους (Bulk Density), προσδιορίστηκε κατά προσέγγιση με τη χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου των 100 ml. Μέσα σε αυτών προστέθηκαν 30 g αεροξηραθέντος εδάφους. Ο ογκομετρικός κύλινδρος αφήνονταν να πέσει από ύψος περίπου 10 cm στην παλάμη του χεριού. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 10 φορές. Τέλος, εκτιμήθηκε ο συνολικός όγκος που καταλαμβάνει το εδαφικό δείγμα διαιρούμενη με τα g εδάφους που προστέθηκαν και προσδιορίστηκε η φαινομενική πυκνότητα αποδιδόμενη σε g/cm^3 (Σινάνης, 2015).

2.4.4 Προσδιορισμός υδατοϊκανότητας

Η εύρεση της παραπάνω τιμής προσδιορίστηκε μέσω ειδικών τύπων (Saxton, K.E. *et al.*, 1986) με βάση τα ποσοστά άμμου, ιλύος και αργίλου που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση των αντίστοιχων δειγμάτων του εδάφους εκφρασμένη σε ποσοστό

κατ' όγκο εδάφους.

2.4.5 Προσδιορισμός του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου

Ο προσδιορισμός του συγκεκριμένου ανθρακικού άλατος πραγματοποιήθηκε εργαστηριακά με τη μέθοδο του ασβεστόμετρου. Σε πρώτο στάδιο, έγινε ο απαραίτητος προ-έλεγχος των δειγμάτων εδάφους. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μικρής ποσότητας εδάφους σε μια κάψα από πορσελάνη και ρίψη 2-3 σταγόνων διαλύματος HCl 4N. Η διαδικασία αυτή αποσκοπούσε στην απόκτηση μιας κατά προσέγγιση εικόνας ως προς την περιεκτικότητα του δείγματος σε CaCO₃, έτσι ώστε να ληφθεί η κατάλληλη ποσότητα του δείγματος, με επακόλουθο την αποφυγή σφαλμάτων κατά τη μέτρηση (υπερβολικά μεγάλες ή μικρές ποσότητες). Λόγω της διαφυγής του CO₂ προκαλείται αφρισμός, εάν αυτός ήταν έντονος πράγμα που σήμαινε ότι το δείγμα ήταν πλούσιο σε CaCO₃, λαμβάνονταν 0,5 g εδάφους. Αντίθετα, εάν ο αφρισμός ήταν μηδαμινός χρησιμοποιούνταν 10 g εδάφους.

Εν συνεχεία, ζυγίστηκαν τα γραμμάρια εδάφους που προέκυψε ότι απαιτούνται για τον προσδιορισμό, από τον προ έλεγχο των δειγμάτων και μεταφέρθηκαν ποσοτικά στη κωνική φιάλη της συσκευής του Bernard. Το φιαλίδιο της συσκευής γεμίστηκε κατά τα 2/3 του όγκου του με HCl 4N και με τη βοήθεια λαβίδας, τοποθετήθηκε όρθιο μέσα στη κωνική φιάλη. Αφού πωματίστηκε η κωνική φιάλη, ανακινήθηκε για λίγα λεπτά, με στόχο τη μεταφορά του οξέος σε όλο το εδαφικό δείγμα. Το παραγόμενο CO₂ συμπιέζε το υγρό στο βαθμονομημένο σωλήνα άρα κατέβαινε η αυτού στάθμη, την οποία ακολουθούσε το απιοειδές δοχείο της συσκευής με στόχο οι δύο αυτές στάθμης να βρίσκονται σε ισορροπία. Μόλις σταθεροποιούταν η στάθμη του υγρού, γινόταν η λήψη της ένδειξης από το βαθμονομημένο σωλήνα, που αντιστοιχούσε στον όγκο του εκλυόμενου CO₂ κατά την αντίδραση.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές για μεγαλύτερη αξιοπιστία του αποτελέσματος και λαμβάνονταν ο μέσος όρος των μετρήσεων. Τα δεδομένα που προέκυψαν, τοποθετήθηκαν στον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Ολικό CaCO}_3 \text{ σε g \%} = V_{\text{CO}_2} / B * K$$

Όπου:

$$V_{\text{CO}_2} = \text{Ο όγκος του εκλυόμενου CO}_2$$

B = Βάρος σε g του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε

K = Συντελεστής μετατροπής του ενός ml CO₂ σε g CaCO₃ ανά 100g εδάφους

(Σινάνης, 2015)

2.4.6 Προσδιορισμός ενεργού ανθρακικού ασβεστίου

Η παρακάτω πειραματική διαδικασία, έλαβε χώρα για επιλεγμένα δείγματα εδάφους με εντοπισμένη υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό CaCO₃. Ο προσδιορισμός του ενεργού CaCO₃ στο έδαφος έγινε με τη μέθοδο Drouineau. Πρωταρχικό βήμα ήταν η ζύγιση 10 g εδάφους και η ογκομέτρηση 250 ml διαλύματος οξαλικού αμμωνίου 0,2N. Αυτά, μεταφέρθηκαν ποσοτικά στη φιάλη ανακίνησης όπου και πωματίστηκε ερμητικά. Η ανάδευση του αιωρήματος διήρκησε δύο ώρες. Εν συνεχεία, η φιάλη απομακρυνόταν από τη συσκευή ανακίνησης και το υπερκείμενο εκχύλισμα διηθήθηκε με στόχο τη δημιουργία ενός διαυγές υγρού. Στο σημείο αυτό, με τη βοήθεια πιπέτας σταθερού όγκο και πουαρ, λήφθηκαν 10 ml από το διαυγές υγρό μαζί με 10 ml διαλύματος H₂SO₄ 3N και τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη των 100 ml. Ταυτόχρονα παρασκευάστηκε το τυφλό διάλυμα που περιείχε 10 ml H₂SO₄ 3N και 10 ml C₂O₄(NH₄)₂ 0,2N χωρίς το δείγμα εδάφους, έχοντας ως στόχο τον έλεγχο της κανονικότητας του διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου αλλά και του οξαλικού αμμωνίου. Η κωνική φιάλη μεταφέρθηκε στη πλάκα θέρμανσης και ταυτόχρονης ανάδευσης όπου έγινε η ογκομέτρηση του διαλύματος με KMnO₄ 0,1N. Η τιτλοδότηση ξεκίνησε μόλις η θέρμανση έφτασε τους 70° C. Το τέλος αυτής ορίζεται με την εμφάνιση μόνιμου ρόδινου χρώματος στο διάλυμα (Εικόνα 6).

Το ενεργό CaCO₃ στο έδαφος υπολογίστηκε από τη σχέση :

$$\text{Ενεργό CaCO}_3 \text{ σε g \%} = (V_T - V_\Delta) * 1,25$$

όπου:

V_T = Ο όγκος σε ml του διαλύματος KMnO₄ 0,1N που καταναλώθηκαν για την οξείδωση των 10ml διαλύματος C₂O₄(NH₄)₂ 0,2N στο τυφλό.

V_Δ = Ο όγκος σε ml του διαλύματος KMnO₄ 0,1N που καταναλώθηκαν για την οξείδωση της περίσσειας των οξαλικών ανιόντων που περιέχονται στα 10ml δείγματος

1,25 = Συντελεστής μετατροπής του 1ml KMnO₄ 0,1N σε g CaCO₃ % στο έδαφος (Drouineau, 1942).



Εικόνα 6: Χρώμα του διαλύματος που ορίζει το τέλος της ογκομέτρησης (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

2.4.7 Μέτρηση υδατοδιαλυτών αλάτων στο εκχύλισμα κορεσμού

Για τον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Electrical Conductivity = EC) ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Ζυγίστηκαν 100 g εδάφους και μεταφέρθηκαν σε πλαστικό δοχείο. Αυτό οδηγήθηκε κάτω από προχοίδα των 50 ml που εμπεριείχε απιονισμένο νερό. Σταδιακά γινόταν ρίψη του νερού στο δείγμα εδάφους και ακολουθούσε ανάδευση με σπάτουλα επιδιώκοντας τον κορεσμό του. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνονταν ωσότου το εκχύλισμα αποκτούσε τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Η επιφάνεια της πάστας να εμφανίζει γυαλιστερή όψη χωρίς την περίσσεια νερού.
- Η πάστα, όταν βρεθεί στη σπάτουλα, υπό γωνία 45° να γλιστρά ελεύθερα και να πέφτει από αυτή.
- Ανοίγοντας αυλάκι με τη σπάτουλα, να κλείνει ομοιόμορφα με τη μετακίνηση της υγρής μάζας εδάφους.

Η πάστα εδάφους αφέθηκε σε ηρεμία για μερικές ώρες. Στη συνέχεια, μεταφέρθηκε

σε πλαστικό δοχείο με προορισμό τη φυγοκέντρωση (SIGMA 4-15) όπου και παρέμεινε για 5 min. Το υπερκείμενο εκχύλισμα διηθήθηκε και σε ποτήρι ζέσεως των 25 ml μεταφέρθηκε στο αγωγιμόμετρο (Consort C830), για την πραγματοποίηση της μέτρησης αφού πρώτα το ηλεκτρόδιο ξεπλύθηκε με απιονισμένο νερό. Η ένδειξη που λήφθηκε αποδίδεται σε $\mu\text{S}/\text{cm}$ στο εδαφικό διάλυμα (Σινάνης, 2015).

2.4.8 Μέτρηση του pH στο εκχύλισμα κορεσμού

Η συγκέντρωση των κατιόντων υδροξωνίου (H_3O^+) σε ένα διάλυμα δίδουν τη τιμή του pH του. Βάση του παρακάτω τύπου υπολογίστηκε μαθηματικά η τιμή: $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$. Ο εργαστηριακός προσδιορισμός της τιμής του pH των δειγμάτων εδάφους, έγινε με τη χρήση εκχυλίσματος κορεσμού που περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.4.7. Το εκχύλισμα μεταφέρθηκε στο pH-μετρο (sensIONTM+ PH3) για τη μέτρηση. Έγινε η βαθμονόμηση του οργάνου με τη βοήθεια standard διαλυμάτων με $\text{pH}=4$ & $\text{pH}=7$. Το ηλεκτρόδιο ξεπλύθηκε σχολαστικά με απιονισμένο νερό ώστε να ακολουθήσει η μέτρηση των δειγμάτων. Η ένδειξη του οργάνου αποδίδει το pH που υπάρχει στο έδαφος (Σινάνης, 2015).

2.4.9 Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας

Η οργανική ουσία των εδαφικών δειγμάτων, προσδιορίστηκε εργαστηριακά με τη μέθοδο υγρής οξείδωσης κατά Walkley Black. Η διαδικασία ξεκίνησε με τη ζύγιση 1g εδάφους και τη μεταφορά του σε κωνική φιάλη των 500 ml. Ακολούθησε προσθήκη 10 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N και 20 ml πυκνού H_2SO_4 με το διάλυμα να αναδεύεται ήπια. Τα δείγματα αφέθηκαν σε ηρεμία για 30 min. Μετά το πέρας αυτών, ακολούθησε η προσθήκη των παρακάτω αντιδραστηρίων με την αναγραφόμενη σειρά: 200 ml H_2O , 10 ml πυκνό H_3PO_4 , 1-2 ml δείκτης διφαινυλαμίνης. Η ένδειξη της ομογενοποίησης του διαλύματος εντοπίζεται με την εμφάνιση σκούρου μπλε χρώματος. Σε συνδυασμό με τα δείγματα εδάφους, παρασκευάστηκε ένα τυφλό δείγμα για τον έλεγχο της κανονικότητας των χρησιμοποιηθέντων αντιδραστηρίων. Τελικά το διάλυμα ογκομετρήθηκε με $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5N ενώ συγχρόνως αναδεύονταν. Η αιφνίδια αλλαγή του σκούρου μπλε χρώματος του διαλύματος σε πράσινο (Εικόνα 7), σήμαινε το τέλος της εξουδετέρωσης των ανιόντων Cr_2O_7 που περίσσεψαν από την αντίδραση οξειδοαναγωγής.



Εικόνα 7: Χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα που σηματοδοτεί το τέλος της ογκομέτρησης (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Το αποτέλεσμα της ογκομέτρησης τοποθετήθηκε στον παρακάτω τύπο:

$$\text{Οργανική ουσία σε g \% εδάφους} = 10 * (1 - V_{\Delta} / V_T) * (0,3 * 1,3 * 2 / B)$$

Όπου:

V_{Δ} = Ο όγκος σε ml του διαλύματος $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5N που καταναλώθηκε για την ογκομέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου στο δείγμα

V_T = Ο όγκος σε ml του διαλύματος $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5N που καταναλώθηκε για την ογκομέτρηση των 10ml διχρωμικού καλίου 1N στο τυφλό δείγμα

B= Τα g εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν

0,3= Συντελεστής μετατροπής του 1ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N σε g C %

1,3= Συντελεστής που ανάγει στο εκατό το ποσοστό του C της οργανικής ουσίας που οξειδώνεται με τη συγκεκριμένη μέθοδο

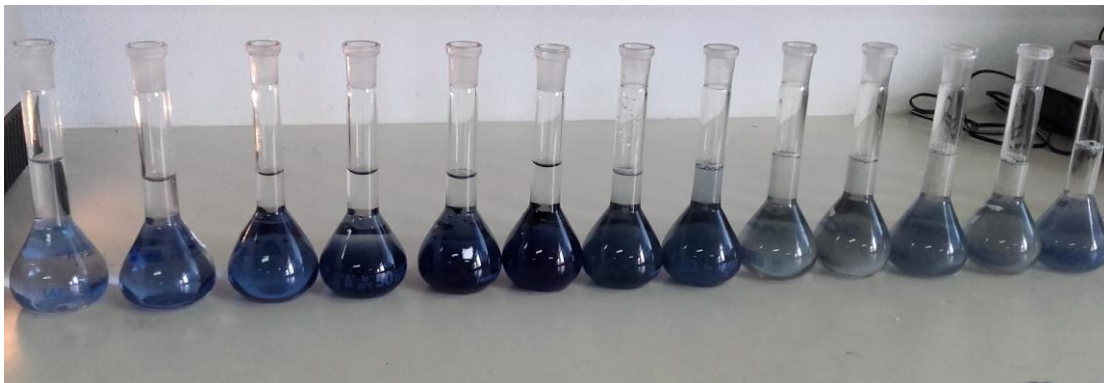
2= Συντελεστής για τη μετατροπή του ποσοστού του C σε ποσοστό οργανικής ουσίας (Walkley and Black, 1934).

2.4.10 Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου

Ο εργαστηριακός προσδιορισμός του αφομοιώσιμου (ανταλλάξιμου και υδατοδιαλυτού) καλίου στα εδαφικά δείγματα, έγινε με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου. Με τη βοήθεια αναλυτικού ζυγού, λήφθηκαν 5 g εδάφους τα οποία μεταφέρθηκαν σε πλαστικό δοχείο. Ακολούθησε προσθήκη 100 ml κανονικού διαλύματος οξικού αμμωνίου με ουδέτερο pH και μεταφορά του δοχείου για ανακίνηση τουλάχιστον 30 min. Το παραγόμενο διάλυμα πέρασε από ηθμούς Whatman N^ο 40 και κατέληξε σε ογκομετρική φιάλη όπου τελικά συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100 ml. Στη συνέχεια, το εκχύλισμα μεταφέρθηκε σε ποτήρι ζέσεως και οδηγήθηκε στο φλογοφωτόμετρο (Flame photometer 410 Sherwood) για τη μέτρηση. Πριν από αυτό όμως, έλαβε χώρα η βαθμονόμηση του οργάνου με πρότυπα διαλύματα σε συγκεντρώσεις: 0, 10, 25, 50, 75, 100 ppm καλίου. Οι ενδείξεις στα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης καλίου, καταγράφηκαν, με στόχο τη δημιουργία καμπύλης βαθμονόμησης του οργάνου, που με τη βοήθεια εξίσωσης 2^{ου} βαθμού δίδει τις τιμές K στο υπό μελέτη διάλυμα. Τα αποτελέσματα μετατράπηκαν σε ppm K στο έδαφος (Chapman and Pratt, 1961).

2.4.11 Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου

Στη συγκεκριμένη ανάλυση γονιμότητας προσδιορίστηκε ο διαθέσιμος φώσφορος στα φυτά (ελεύθερος στο εδαφικό διάλυμα και προσροφημένος στην άργιλο) με τη μέθοδο Olsen. Σε πρώτη φάση, στόχος ήταν η εκχύλιση του φωσφόρου με 30 min μηχανική ανακίνηση 5 g εδάφους και 100 ml NaHCO₃ 0,5M με pH 8,5. Ακολούθησε η διήθηση του δείγματος. Σε δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη χρώματος. Σε ογκομετρική φιάλη των 50ml, μεταφέρθηκαν 10ml από το εκχύλισμα, 0,95 ml H₂SO₄ 5N, 8ml αντιδραστηρίου B και τέλος απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα αφήνονταν σε ηρεμία για 10 min αναμένοντας την ανάπτυξη απόχρωσης του μπλε (Εικόνα 8). Συγχρόνως, παρασκευάστηκαν τα standard διαλύματα περιεκτικότητας 0- 0,2 -0,4 -0,6 -0,8 -1 ppm P καθώς και όλα τα παραπάνω διαλύματα στις ίδιες ποσότητες με εξαίρεση το εκχύλισμα.



Εικόνα 8: Ανάπτυξη μπλε χρώματος στα διαλύματα εδάφους κατά τη μέθοδο Olsen (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Έπειτα, μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε ποτήρια ζέσεως, ώστε να ανακατευτούν και από κει μέσα σε κυψελίδες για τη μέτρηση τους απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) σε μήκος κύματος 882 nm. Λαμβάνοντας τις απορροφήσεις των standard διαλυμάτων, δημιουργείται η καμπύλη βαθμονόμησης του οργάνου από την οποία προέκυψαν οι συγκεντρώσεις του P σε ppm στο άγνωστο διάλυμα, οι οποίες μετατράπηκαν σε ppm P στο έδαφος (Olsen *et al.*, 1954).

2.4.12 Προσδιορισμός της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων (IAK)

Η μέθοδος ISO 23470 εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό της IAK του εδάφους κάνοντας χρήση διαλύματος τριχλωριούχου εξαμινοκοβαλτίου 0,0166 M ως εκχυλιστικό και προσδιορίζοντας άμεσα τη συγκέντρωσή του με το φασματοφωτόμετρο (Hitachi U-2000 Spectrophotometer).

Με την έναρξη της διαδικασίας, ζυγίστηκαν 1,25 g εδάφους και έγινε ογκομέτρηση 50 ml διαλύματος τριχλωριούχου εξαμινοκοβαλτίου τα οποία μεταφέρθηκαν μαζικά σε αεροστεγές δοχείο στον παλινδρομικό ανακινητήρα για 1 h. Στην πορεία, το εκχύλισμα πέρασε από ηθμούς Whatman N° 40. Συγχρόνως, προετοιμάστηκαν τα απαραίτητα για τη βαθμονόμηση του οργάνου standard διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης εξαμινοκοβαλτίου (0,000- 0,0033- 0,0066- 0,0099- 0,0132- 0,0166 M) στα οποία μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 475 nm. Δημιουργήθηκε η καμπύλη βαθμονόμησης και εντοπίστηκε η σχέση που συνδέει τα δυο μεγέθη μεταξύ τους (απορρόφηση- συγκέντρωση). Τελικά το εκχύλισμα οδηγήθηκε στο φασματοφωτόμετρο, μέρος του εισήχθη σε κυψελίδα οπτικής διαδρομής 10

nm και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της απορρόφησης της συγκέντρωσης του εναπομείναντος εξαμινοκοβαλτίου στα 475 nm. Εξαιτίας οργανικών ενώσεων που διαλυτοποιούνται και απορροφούν και αυτές ακτινοβολία στο παραπάνω μήκος κύμα, απαιτείται διόρθωση τους μέτρησης. Έτσι, η διαδικασία μέτρησης τους απορρόφησης επαναλαμβάνεται εκ νέου με μήκος κύματος 380 nm. Έγινε η διόρθωση τους μέτρησης και λήφθηκε η IAK σε cmol_c/kg στο εδαφικό δείγμα βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\text{IAK σε cmol}_c/\text{kg} = 300 * Q * V/B$$

Όπου:

Q= Ποσότητα του εξαμινοκοβαλτίου που συγκρατήθηκε (σε mol/ L)

V= Όγκος του διαλύματος εξαμινοκοβαλτίου που χρησιμοποιήθηκε

B= Βάρος εδάφους (ISO 23470, 2007).

2.4.13 Προσδιορισμός $\text{NH}_4^+ -\text{N}$

Η συγκέντρωση του $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ στο έδαφος πραγματοποιήθηκε φασματοφωτομετρικά (Σινάνης, 2015). Στο πρώτο στάδιο έγινε η εκχύλιση. Ζυγίστηκαν 10 g εδάφους και έγινε ογκομέτρηση 100 ml διαλύματος 1M KCl, μεταφέρθηκαν σε δοχείο 250 ml και ακολούθησε η ανακίνησή τους, για μία ώρα, σε παλινδρομικό ανακινητήρα. Έπειτα έγινε διήθηση του περιεχομένου χρησιμοποιώντας ηθμούς Whatman N° 40. Ελέγχθηκε η διαύγεια του διηθήματος και ξεκίνησε η διαδικασία του προσδιορισμού. Λήφθηκαν 5 ml από το διαυγές διήθημα και τοποθετήθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 25 ml. Εκεί προστέθηκαν: 1 ml διαλύματος EDTA 6% ακολουθούμενο από καλή ανάμειξη, 4 ml διαλύματος Σαλικυλικού Νατρίου– σιδηροκυανιούχου Νατρίου και επαναλήφθηκε η ανάμειξη του περιεχομένου. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε απιονισμένο νερό μέχρι όγκο περίπου 20 ml, 2 ml ρυθμιστικού διαλύματος υποχλωριώδους Νατρίου με pH 13 και συμπληρώθηκε ο όγκος με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα ανακινήθηκε εκ νέου και αφέθηκε σε ηρεμία. Για την ανάπτυξη πρασίνου- σμαράγδινου χρώματος απαιτήθηκε ελάχιστος χρόνος αναμονής 1 h (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Ανάπτυξη χρώματος στα διαλύματα εδάφους κατά τη μέθοδο προσδιορισμού της συγκέντρωσης του $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Παράλληλα, παρασκευάστηκαν τα standard διαλύματα συγκεντρώσεων: 0- 0,08- 0,16- 0,24- 0,4- 0,8 mg/ L $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, λαμβάνοντας: 0- 1- 2- 3- 5- 10 ml από το διάλυμα εργασίας 2 mg $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ / L και μεταφέρνοντάς τα σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml. Προστέθηκαν 5 ml διαλύματος KCl 1M και ακολούθησε όμοια διαχείριση των standard διαλυμάτων όπως και στα δείγματα, που αποτελούνταν από την ίδια σειρά προσθήκης και ίδια ποσότητα αντιδραστηρίων και χειρισμών (Εικόνα 10). Το φασματοφωτόμετρο ορατού και υπεριώδους, ρυθμίστηκε στα 760 nm και λήφθηκαν οι απορροφήσεις των δειγμάτων. Κατασκευάστηκε η καμπύλη αναφοράς με τις απορροφήσεις των standard και εκτελέστηκε η εξίσωση $y = a x + \gamma$. Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την εξίσωση τοποθετήθηκε στον παρακάτω τύπο:

$$\text{NH}_4^+ \text{-N} = A * 25 * 10 / V_1 \text{ mg/ kg εδάφους}$$

Όπου:

$A = \text{mg NH}_4^+ \text{-N/ L}$ στη φιάλη των 25 ml

$V_1 = \text{O όγκος του δείγματος που λήφθηκε από την εκχύλιση}$



Εικόνα 10: Διαβάθμιση χρωματισμού στα *standard* διαλύματα κατά τη μέθοδο προσδιορισμού της συγκέντρωσης του $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

2.4.14 Προσδιορισμός $\text{NO}_3^- -\text{N}$

Η συγκέντρωση του $\text{NO}_3^- -\text{N}$ στο έδαφος πραγματοποιήθηκε φασματοφωτομετρικά (Σινάνης, 2015). Η διαδικασία ξεκίνησε με τη δημιουργία του «τυφλού» δείγματος το οποίο αποτελούνταν από 5 ml εκχυλιστικού διαλύματος KCl 1M σε όγκο 25 ml με απιονισμένο νερό. Από το διήθημα που προέκυψε μετά από την εκχύλιση που περιγράφεται στον παραπάνω προσδιορισμό, λήφθηκαν 5 ml, μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml και συμπληρώθηκαν με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν τα *standard* δείγματα μετά την παραλαβή 10 ml από το μητρικό διάλυμα $\text{NO}_3^- -\text{N}$ 100 ppm σε όγκο 100 ml με απιονισμένο νερό, για τη δημιουργία του διαλύματος εργασίας $\text{NO}_3^- -\text{N}$ 10 ppm. Από αυτό, λήφθηκαν οι ποσότητες: 2- 4- 6- 8- 10- 12- 14 ml και συμπληρώθηκε ο όγκος μέχρι 50 ml έχοντας έτσι δημιουργήσει συγκεντρώσεις: 0,4- 0,8- 1,2- 1,6- 2- 2,4- 2,8 mg/ L $\text{NO}_3^- -\text{N}$. Όλα τα διαλύματα ανακινήθηκαν επαρκώς πριν τη μέτρηση. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίστηκε με απιονισμένο νερό στα 210 nm και 270 nm. Μετρήθηκε η απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος και στα δυο μήκη κύματος. Ακολούθησε η μέτρηση των *standard* δειγμάτων για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης. Τέλος, μετρήθηκε η απορρόφηση των δειγμάτων στα δυο παραπάνω μήκη κύματος και καταγράφηκαν οι τιμές (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Διαλύματα εδάφους προς μέτρηση κατά τη μέθοδο προσδιορισμού της συγκέντρωσης του $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Ο υπολογισμός του $\text{NO}_3^- \text{-N}$ σε mg ανά kg εδάφους, προέκυψε από τη σχέση:

$$\text{NO}_3^- \text{-N} = K (A_3 - A_1) / S - R(A_4 - A_2)$$

Όπου:

K= Συντελεστής αραίωσης (50) για τις συνθήκες που περιγράφονται

A_3 = Απορρόφηση του δείγματος στα 210 nm

A_1 = Απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος στα 210 nm

S= Η κλίση της προτύπου καμπύλης $\text{NO}_3^- \text{-N}$ στα 210 nm και οπτική διαδρομή 1 cm (0,555)

R= Μέσος όρος εμπειρικού διορθωτικού συντελεστή που ισχύει για τα Ελληνικά εδάφη (2,9)

A_4 = Απορρόφηση του δείγματος στα 270 nm

A_2 = Απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος στα 270 nm (Norman, Edberg and Stucki, 1985).

2.5 Αναλύσεις φυτικών ιστών

2.5.1 Προσδιορισμός καλίου

Συγκεκριμένα, ο προσδιορισμός του καλίου στα δείγματα φύλλων ελιάς, έγινε με τη βοήθεια φλογοφωτόμετρου (Flame photometer 410 Sherwood).

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση γνωστής συγκέντρωσης K διαλυμάτων (standard). Από το stock διάλυμα φύλλων, μεταφέρθηκε μικρή

ποσότητα σε ποτήρι ζέσεως όπου έγινε η μέτρηση. Μετά την επεξεργασία των ενδείξεων κάνοντας χρήση καμπύλης αναφοράς και τις κατάλληλες μαθηματικές πράξεις, προέκυψε το K % στα φύλλα (Chapman and Pratt, 1961).

2.5.2 Προσδιορισμός φωσφόρου

Η συγκέντρωση φωσφόρου στο φυτικό ιστό, προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου. Η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε με τη λήψη 10 ml από το stock εκχύλισμα των φύλλων, τα οποία μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. Εκεί προστέθηκαν 10 ml διαλύματος βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου και το έγχρωμο διάλυμα, συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για τουλάχιστον 30 min. προς ανάπτυξη πλήρους χρώματος (Εικόνα 12). Συγχρόνως, παρασκευάστηκαν τα standard διαλύματα P με συγκεντρώσεις: 0, 5, 10, 15, 20 ppm P. Στη συνέχεια, έγινε ρύθμιση του οργάνου σε μήκος κύματος 470 nm. Μικρή ποσότητα από το διαλύματα, μεταφέρθηκε σε κυβελίδες που με τη σειρά τους μπήκαν στο φασματοφωτόμετρο (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) για τη μέτρηση. Για τη μετατροπή της ένδειξης του οργάνου σε συγκέντρωση P (ppm) δημιουργήθηκε καμπύλη αναφοράς από την οποία προέκυψε η επί τοις εκατό συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα της ελιάς (Chapman and Pratt, 1961).



Εικόνα 12: Ανάπτυξη χρώματος στα stock διαλύματα φύλλων κατά τη μέθοδο βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

2.5.3 Προσδιορισμός βορίου

Το συγκεκριμένο ιχνοστοιχείο, προσδιορίστηκε για τα φύλλα της ελιάς με τη μέθοδο της αζωμεθίνης. Μετά την παρασκευή των απαιτούμενων αντιδραστηρίων, η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε με τη λήψη 4 ml από τα stock διαλύματα φύλλων, που παρασκευάστηκαν ωριότερα ειδικά για τη μέτρηση του ιχνοστοιχείου. Μεταφέρθηκαν στα falcon που βρίσκονταν σε στατό και προστέθηκαν 4 ml ρυθμιστικού διαλύματος με pH 5,1. Ακολούθησε έντονη ανακίνηση με τη βοήθεια μηχανικών μέσων (VORTEX-GENIE 2 scientific industries). Τέλος, στα falcon μεταφέρθηκε 1 ml Azomethine- H, έγινε επανάληψη της ανακίνησης και παρέμειναν σε ηρεμία για 1 h. Μετά το πέρας αυτής ανακινήθηκαν ξανά (Εικόνα 13).

Συγχρόνως έγινε η δημιουργία των standard διαλυμάτων B στις παρακάτω συγκεντρώσεις: 0- 1- 2- 3- 4- 5 ppm B. Αυτές πραγματοποιήθηκαν με την προσθήκη 0- 1- 2- 3- 4- 5 ml από το stock διάλυμα B 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και συμπλήρωση με H₂SO₄ 0,36N μέχρι τη χαραγή. Από εκεί, λήφθηκαν 4 ml με τη βοήθεια μηχανικής πιπέτας (EcoripetteTM by capp 1-5ml) και τοποθετήθηκαν σε falcon. Ακολούθησε η προσθήκη των ίδιων αντιδραστηρίων, στις ίδιες ποσότητες και με την ίδια ανακίνηση, όπως αναφέρεται και στα δείγματα.

Τελικά, μετά το πέρας 2 h, τα διαλύματα μεταφέρθηκαν στο φασματοφωτόμετρο (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) για την μέτρηση της απορρόφησης στα 420 nm. Ποσότητα από το διάλυμα εισάχθηκε σε κυψελίδα, έγινε η βαθμονόμηση του οργάνου με τη βοήθεια των standard διαλυμάτων και λήφθηκαν οι τιμές αυτών, αλλά και των δειγμάτων. Δημιουργώντας την καμπύλη αναφοράς με τα standard και λύνοντας την εξίσωση ως προς τον άγνωστο, βρέθηκαν τα ppm B στα φύλλα ελιάς (Gaines and Mitchell, 1979).

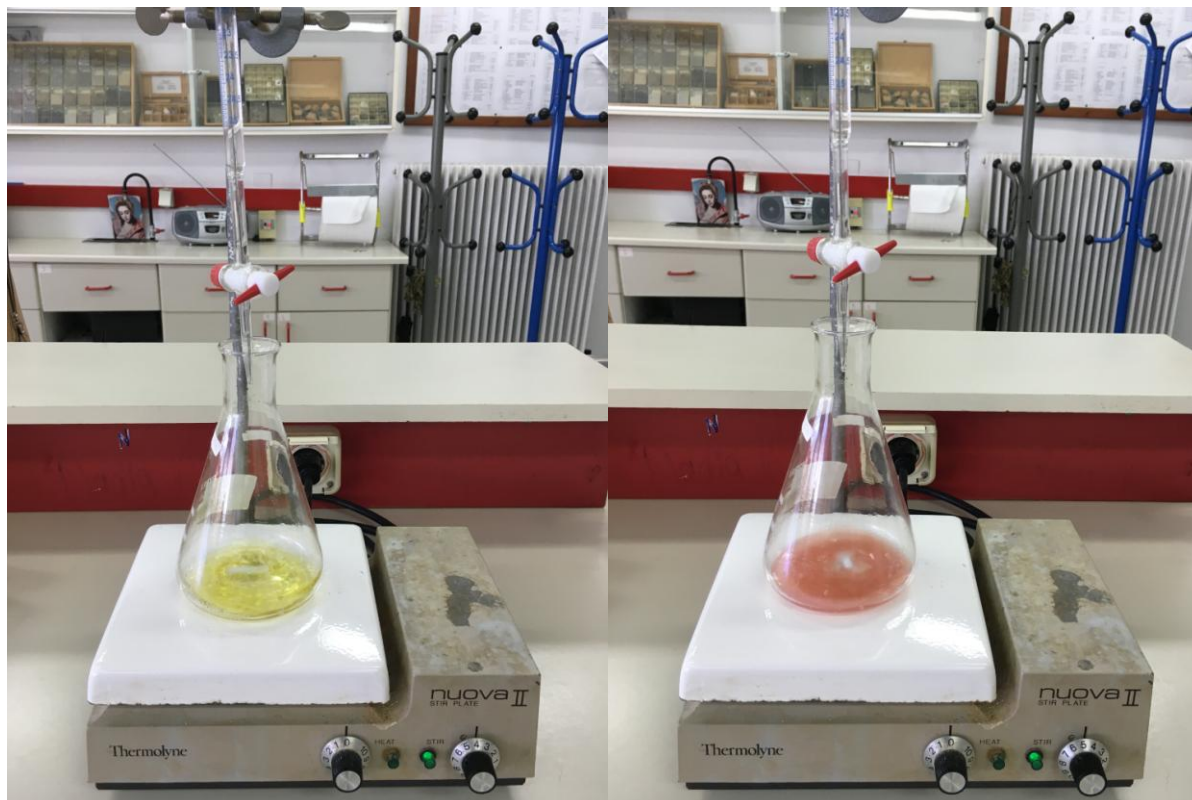


Εικόνα 13: Ανακίνηση διαλυμάτων κατά τον προσδιορισμό του Β στα φύλλα ελιάς (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

2.6 Αναλύσεις ελαιολάδου

2.6.1 Προσδιορισμός οξύτητας

Η οξύτητα του ελαιόλαδου προσδιορίστηκε με ογκομετρική μέθοδο και εκφράστηκε σε g ελαϊκού οξέος στα 100 g ελαιόλαδου, ή % ελαϊκό οξύ. Ξεκινώντας την πειραματική διαδικασία, λήφθηκαν 10 ml από το κάθε δείγμα ελαιόλαδου, τα οποία μεταφέρθηκαν σε κωνική φιάλη των 200 ml. Εκεί προστέθηκαν ακόμη: 10 ml αιθανόλη, 10 ml αιθέρα και 4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Τελικά, το υπερκείμενο διάλυμα ογκομετρήθηκε με 0,1N NaOH και ταυτόχρονη έντονη ανάδευση. Το τέλος της ογκομέτρησης σηματοδοτούνταν από τη σταθερή αλλαγή του χρώματός του από αχυροκίτρινο σε ροζ (Εικόνα 14). Η διαδικασία έγινε ακόμα δυο φορές και λήφθηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.



Εικόνα 14: Αχρικόκιτρινο χρώμα του διαλύματος (αριστερά) που μετατρέπεται σε ροζ (δεξιά) οριοθετώντας το τέλος της ογκομέτρησης (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Τα ml NaOH 0,1N που καταναλώθηκαν πολλαπλασιάστηκαν με το συντελεστή μετατροπής 0,282 και προέκυψε η επί τοις εκατό περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε ελαϊκό οξύ (Κυριτσάκης, 2017).

2.6.2 Προσδιορισμός συντελεστών απορρόφησης K_{232} , K_{270} και ΔK

Η φασματοφωτομετρική εξέταση στο υπεριώδες, πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που προτείνεται από την Ευρωπαϊκή επιτροπή βάσει του παραρτήματος IX, του κανονισμού (ΕΟΚ) 2568/91, και όπως αυτός τροποποιήθηκε με τους (ΕΚ) 282/98 και (ΕΚ) 796/2002 (ΕΟΚ, 1991). Η έναρξη της διαδικασίας εμπεριείχε την ακριβή ζύγιση 0,25 g δείγματος ελαιόλαδου σε ογκομετρική φιάλη των 25 ml (Εικόνα 15). Κατόπιν, η ογκομετρική φιάλη συμπληρώθηκε μέχρις όγκο 25 ml με iso-octane. Σύσσωμο το διάλυμα, μεταφέρθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα ο οποίος έκλεισε με parafilm. Ακολούθησε η έντονη ανακίνηση του διαλύματος, με σκοπό την πλήρη ομογενοποίηση του δείγματος, με τη βοήθεια μηχανικών

μέσων (VORTEX-GENIE 2 scientific industries). Η ανακίνηση πραγματοποιήθηκε ακόμα δύο φορές πριν τη μέτρηση.



Εικόνα 15: Ακριβής ζύγιση δείγματος ελαιολάδου (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Έγινε μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) με διάλυμα iso- octane που εισήλθε σε κυψελίδα χαλαζία οπτικής διαδρομής 1 mm, στα 232, 266, 270 και 274 nm και ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης των δειγμάτων. Ο συντελεστής απορρόφησης ΔK βρέθηκε με τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta K = K_{270} - (K_{266} + K_{274}) / 2$$

Όπου: K_{270} = Απορρόφηση του δείγματος στα 270nm

K_{266} = Απορρόφηση του δείγματος στα 266nm

K_{274} = Απορρόφηση του δείγματος στα 274nm

2.6.3 Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός συνολικών φαινολών

Η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε λαμβάνοντας 2,5 g ελαιόλαδου με τη βοήθεια μηχανικής πιπέτας (Eppendorf 1000 μ l) και εισαγωγής αυτού σε δοκιμαστικό σωλήνα των 40

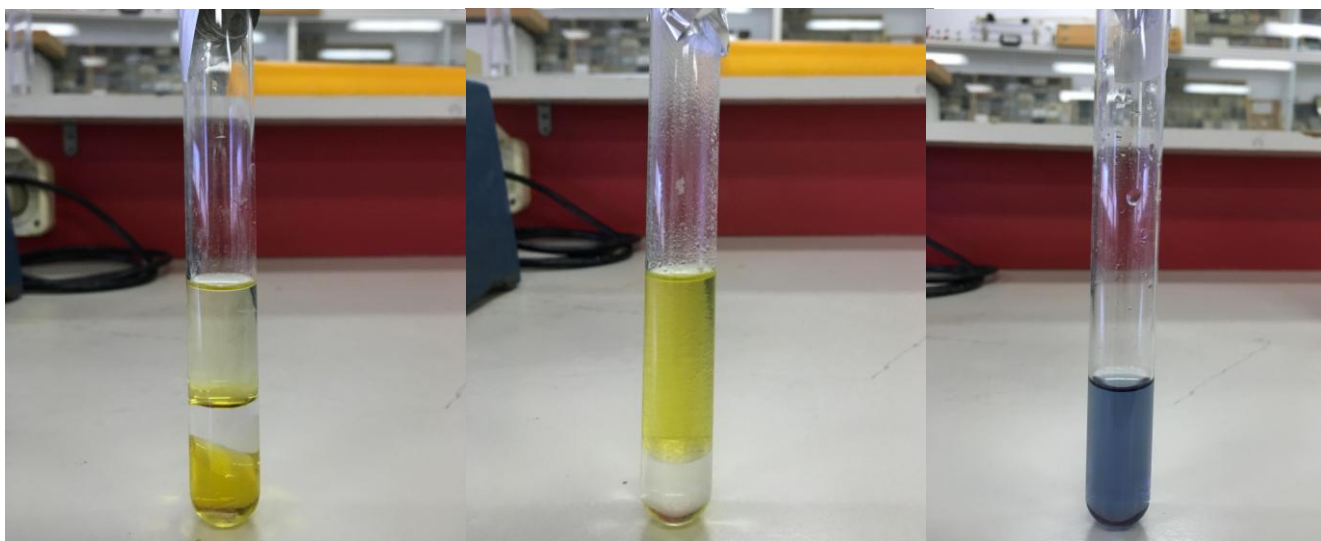
ml. Εκεί προστέθηκαν 5 ml n- hexane και 3 ml διαλύματος μεθανόλης: νερό (6:4 v/v). Ακολούθησε έντονη ανακίνηση (VORTEX-GENIE 2 scientific industries) για τουλάχιστον 2 min (Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Έντονη ανακίνηση διαλύματος με τη βοήθεια μηχανικών μέσων (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

Μετά από ολιγόλεπτη ηρεμία του διαλύματος, έγιναν ευδιάκριτες οι δυο φάσεις του ελαίου και της μεθανόλης (Εικόνα 17). Με τη βοήθεια πιπέτας αφαιρέθηκε το υπερκείμενο μέρος του διαλύματος (φάση ελαίου) και από την κάτω φάση (μεθανόλης) λήφθηκαν 200 μl όπου μεταφέρθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα. Εκεί εισήχθησαν επιπλέον: 2,3 ml απιονισμένο νερό και 250 μl Folin- Ciocalteu. Μετά από 3 min ηρεμία, προστέθηκαν 0,5 ml ανθρακικό νάτριο 35% w/v, 1,75 ml απιονισμένο νερό (Εικόνα 17) και ο δοκιμαστικός σωλήνας ανακινήθηκε ξανά. Ο χρόνος αναμονής πριν τη μέτρηση της απορρόφησης ήταν 2 h. Σε φασματοφωτόμετρο ορατού- υπεριώδους (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) που ρυθμίζεται στα 760 nm, πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των δειγμάτων αφού πρώτα είχε βαθμονομηθεί η καμπύλη των standard gallic acid 0- 10- 20- 50- 80- 100 ppm. Μετά από μαθηματικές πράξεις, το αποτέλεσμα ανάγεται σε mg συνολικών φαινολών ανά kg

ελαιολάδου (Gutfinger, 1981; Fuentes *et al.*, 2012; Kalogeropoulos and Tsimidou, 2014).



Εικόνα 17: Διάλυμα πριν την ανακίνηση (αριστερά), μετά την ανακίνηση 2min (μέση) και με την προσθήκη των τελευταίων αντιδραστηρίων (δεξιά) πριν τη μέτρηση της απορρόφησης (Φωτο: Ε. Δρακακάκη)

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα αναλύσεων εδαφικών δειγμάτων

Μετά την ολοκλήρωση του πειραματικού μέρους της παρούσας πτυχιακής διατριβής, προκύπτουν τα πλαίσια στα οποία κυμάνθηκαν τα χαρακτηριστικά στα εδάφη που μελετήθηκαν, δίνοντας έτσι μια γενική εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στην ευρύτερη περιοχή.

Στον Πίνακα 5, διακρίνονται κάποια από τα φυσικά χαρακτηριστικά των εδαφών που μελετήθηκαν (περιεκτικότητα σε άμμο, ίλος και άργιλο, ειδικό και φαινόμενο ειδικό βάρος τεμαχιδίων και υδατοϊκανότητα). Σε δεύτερο επίπεδο των φυσικο-χημικών χαρακτηριστικών των εδαφών, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, μελετήθηκαν επίσης: το ελεύθερο και ενεργό ανθρακικό ασβέστιο, η ενεργός οξύτητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οργανική ουσία και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Τέλος, στον Πίνακα 7, απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων (κάλιο, φώσφορος, αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο) στα δείγματα εδάφους που μελετήθηκαν.

Πίνακας 5: Φυσικές ιδιότητες των εδαφών που μελετήθηκαν

α/α	Άμμος %	Ίλύς %	Άργιλος %	Χαρακτηρισμός εδάφους	Ειδικό βάρος g/cm ³	Φαινόμενο ειδικό βάρος g/cm ³	Υδατοϊκανότητα %
1	27,8	26,0	46,2	Αργιλώδες	2,08	1,00	30
2	23,4	31,0	45,6	Αργιλώδες	1,90	1,03	33
3	51,8	20,0	28,2	Αργιλώδες	2,27	1,20	24
4	53,4	18,7	27,8	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,50	1,20	23
5	27,8	28,4	43,8	Αργιλώδες	2,08	1,07	31
6	49,8	16,4	33,8	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,50	1,25	23
7	54,8	19,4	25,8	Αμμοπηλώδες	2,50	1,25	23
8	21,4	30,7	47,8	Αργιλώδες	2,08	1,03	33
9	45,4	17,0	37,6	Αργιλοπηλώδες	2,50	1,15	24
10	42,2	20,3	37,6	Αργιλοπηλώδες	2,08	1,11	26
11	28,2	29,3	42,6	Αργιλώδες	2,08	1,15	31
12	29,8	24,6	45,6	Αργιλώδες	2,08	1,11	29
13	37,4	16,3	46,3	Αργιλώδες	2,08	1,00	26
14	37,4	18,3	44,3	Αργιλώδες	1,90	1,07	26
15	69,4	9,3	21,3	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,77	1,20	18
16	56,7	27,0	16,3	Αμμοπηλώδες	2,27	1,15	26
17	50,2	31,6	18,2	Πηλώδες	2,50	1,20	28
18	55,2	29,0	15,8	Αμμοπηλώδες	2,08	1,15	27
19	57,2	25,0	17,8	Αμμοπηλώδες	2,50	1,20	25
20	29,8	27,4	42,8	Αργιλώδες	2,50	1,15	30
21	27,2	25,7	47,1	Αργιλώδες	2,08	1,07	30
22	55,5	22,0	22,5	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,08	1,25	24
23	52,9	27,3	19,8	Πηλώδες	2,50	1,11	26
24	22,2	28,4	49,5	Αργιλώδες	1,78	1,00	32
25	58,2	26,0	15,8	Αμμοπηλώδες	2,27	1,20	25
26	60,2	19,0	20,8	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,50	1,15	23
27	60,2	20,0	19,8	Αμμοπηλώδες	1,90	1,15	23
28	59,8	20,0	20,2	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,27	1,25	23
29	59,8	22,0	18,2	Αμμοπηλώδες	2,50	1,30	24
30	59,4	24,4	16,2	Αμμοπηλώδες	2,50	1,30	24,6
31	55,8	30,5	13,7	Αμμοπηλώδες	2,77	1,25	27
32	72,8	17,4	9,8	Αμμοπηλώδες	2,50	1,20	20
33	84,4	3,9	11,7	Πηλο- αμμώδες	2,50	1,25	14
34	53,6	17,2	29,2	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,77	1,15	23
35	53,8	12,3	33,9	Αμμοαργιλοπηλώδες	2,77	1,15	22

Πίνακας 6: Φυσικο- χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών

α/α	CaCO ₃ %	Ενεργό CaCO ₃ %	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα μS/cm	Οργανική ουσία %	ΙΑΚ cmol _c /kg
1	50,3	18,1	7,72	480	1,64	18,31
2	49,7	20,1	7,89	364	2,27	20,56
3	0,1	0	7,67	174	1,29	8,17
4	0,0	0	5,39	151	1,41	5,64
5	42,7	18,2	6,59	366	2,51	21,67
6	0,1	0	6,53	165	0,56	8,39
7	0,1	0	6,19	209	1,00	8,61
8	47,0	17,9	6,49	371	4,32	23,10
9	0,1	0	6,58	303	2,47	22,67
10	48,5	17,9	6,51	462	2,47	20,41
11	46,6	19	6,36	403	2,92	21,80
12	49,6	18,2	6,41	707	2,24	24,80
13	48,1	18,5	8,47	327	1,75	22,47
14	47,6	18,1	8,48	328	0,19	22,43
15	0,1	0	8,05	485	1,08	11,79
16	0,1	0	5,36	881	2,59	8,94
17	0,0	0	6,42	417	2,49	11,64
18	0,2	0	6,66	408	3,17	15,23
19	0,9	0	7,12	381	1,72	15,46
20	42,8	14,75	7,07	393	2,29	22,21
21	44,9	15,5	7,02	383	1,41	19,32
22	0,1	0	7,22	207	1,64	11,09
23	0,0	0	7,2	207	0,99	13,98
24	39,6	15,6	6,96	409	3,17	25,75
25	0,1	0	8,04	395	0,22	14,48
26	0,1	0	5,78	272	0,15	11,75
27	0,8	0	6,86	627	0,19	14,98
28	0,0	0	7,28	218	0,08	11,80
29	0,1	0	7,23	361	0,27	7,39
30	0,1	0	7,25	452	0,35	14,03
31	0,3	0	6,82	872	0,27	11,41
32	18,6	2,87	7,04	320	0,12	16,22
33	18,9	2,65	7,75	330	0,18	14,71
34	0,1	0	7,69	119	0,13	12,17
35	0,0	0	7,53	133	0,11	5,95

Πίνακας 7: Περιεκτικότητα εδαφικών δειγμάτων στα βασικά θρεπτικά στοιχεία

α/α	K ppm	P ppm	mg NH ₄ ⁺ - N/ kg	mg NO ₃ ⁻ - N/ kg
1	201,53	136,54	14,00	28,72
2	78,26	119,84	11,50	19,61
3	78,26	135,44	23,60	16,40
4	78,26	104,94	10,95	21,31
5	119,43	6,14	8,40	22,48
6	186,66	4,74	8,84	15,81
7	132,74	128,44	13,28	22,52
8	146,11	5,64	9,34	22,13
9	135,39	4,64	14,17	20,07
10	79,32	8,04	11,23	26,28
11	135,39	9,64	13,89	15,02
12	65,47	5,84	5,62	15,06
13	121,95	9,94	5,46	19,27
14	108,24	10,04	5,90	13,26
15	118,71	13,64	3,68	12,11
16	149,60	84,54	30,26	20,26
17	122,87	60,91	4,68	12,88
18	122,87	15,31	4,79	16,00
19	71,00	10,71	2,57	14,03
20	175,97	85,91	3,12	20,26
21	159,79	5,93	25,93	15,85
22	78,26	2,43	18,55	10,96
23	64,92	4,33	6,23	11,03
24	258,27	19,73	5,23	20,22
25	118,71	15,94	4,46	16,19
26	91,68	10,14	4,40	12,82
27	301,69	33,66	3,68	17,23
28	159,79	14,14	3,40	6,86
29	187,54	16,44	3,18	12,85
30	106,20	17,74	8,34	19,72
31	132,74	32,86	2,74	34,36
32	106,20	6,86	3,40	12,69
33	106,20	5,96	1,57	12,67
34	159,55	10,76	7,12	12,05
35	200,32	6,76	4,90	11,08

3.2 Αποτελέσματα αναλύσεων φυτικών ιστών

Εξίσου σημαντικές πληροφορίες για την θρεπτική κατάσταση των ελαιόδεντρων αποκτήθηκαν έπειτα από τις αναλύσεις φύλλων. Όπως φαίνεται, στον Πίνακα 8 που ακολουθεί, η περιεκτικότητα των θρεπτικών: κάλιο, φώσφορο και βόριο που μελετήθηκαν στα δείγματα φύλλων ποικίλει.

Πίνακας 8: Περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων στα δείγματα φύλλων ελιάς

α/α	K %	P %	B ppm
1	0,73	0,13	23,79
2	0,72	0,14	24,52
3	0,93	0,09	26,08
4	0,69	0,08	24,71
5	0,64	0,11	25,49
6	1,13	0,08	25,17
7	0,79	0,10	25,89
8	0,38	0,15	24,95
9	0,63	0,17	23,12
10	0,59	0,11	24,16
11	0,75	0,16	25,92
12	0,82	0,18	29,84
13	0,80	0,10	27,18
14	0,70	0,11	26,43
15	0,81	0,11	28,14
16	1,18	0,16	27,35
17	0,63	0,13	26,32
18	1,50	0,14	30,09
19	1,29	0,16	32,39
20	0,95	0,13	23,27
21	0,63	0,10	25,72
22	0,62	0,10	26,17
23	1,07	0,13	31,07
24	1,18	0,16	28,81
25	0,81	0,15	24,81
26	1,16	0,10	30,08
27	0,99	0,12	25,97
28	1,00	0,10	27,93
29	0,75	0,16	28,88
30	0,85	0,15	23,17
31	0,77	0,13	27,88
32	1,23	0,15	30,97
33	1,18	0,12	31,15
34	0,98	0,17	31,15
35	1,17	0,11	31,32

3.3 Αποτελέσματα αναλύσεων ελαιόλαδου

Σε τελευταίο επίπεδο, μελετήθηκε η ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Στον Πίνακα 9, φαίνονται οι αναλύσεις σε δείγματα ελαιόλαδου που πραγματοποιήθηκαν. Αυτές ήταν: προσδιορισμός οξύτητας, προσδιορισμός συντελεστών απορρόφησης K_{232} , K_{270} και ΔK και περιεκτικότητα σε συνολικές φαινόλες. Για τους αριθμούς των επεμβάσεων που απουσιάζουν από τον πίνακα δεν υπήρξε δείγμα προς εξέταση.

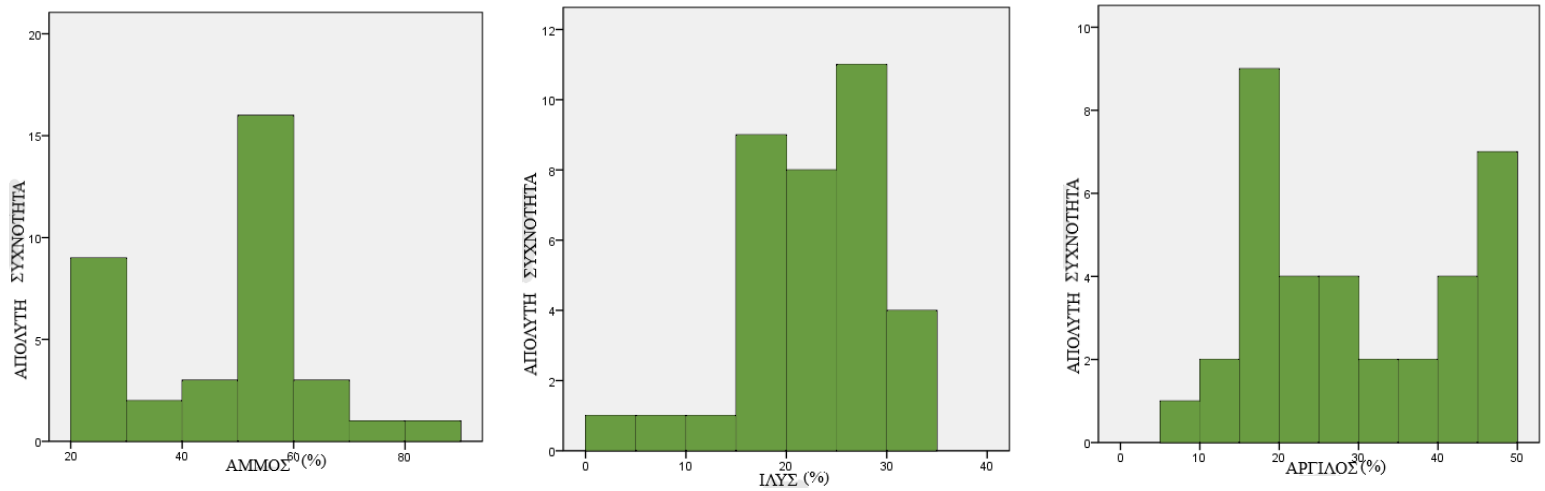
Πίνακας 9: Ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων ελαιόλαδου

α/α	Οξύτητα	K_{232}	K_{270}	ΔK	Συνολικές φαινόλες mg/ kg
1	1,12	1,3	0,17	0,0005	189,0
2	2,39	1,12	0,13	-0,015	113,4
3	0,45	1,14	0,11	-0,0135	104,6
5	0,56	1,18	0,1	-0,021	128,4
6	1,86	1,12	0,12	-0,024	132,9
7	0,98	1,23	0,1	-0,027	130,1
8	0,64	1,12	0,09	-0,019	205,2
9	0,45	1,1	0,09	-0,01	122,2
10	0,98	1,2	0,12	-0,0095	136,8
11	0,81	1,1	0,1	-0,008	113,6
12	0,45	1,12	0,1	-0,006	128,9
13	0,84	1,11	0,1	-0,0135	151,1
16	0,53	1,12	0,12	-0,005	48,5
18	0,64	1	0,09	-0,0015	53,7
20	0,47	1,21	0,13	0,015	128,4
24	1,52	1,21	0,13	0,015	107,9
27	0,67	0,95	0,12	0,0205	169,0
32	1,21	1,35	0,15	0,0235	111,2
34	1,32	1,25	0,13	0,015	114,6

3.4 Συχνότητα κατανομής μεταβλητών στα εδαφικά δείγματα

3.4.1 Κλάσεις μηχανικής σύστασης

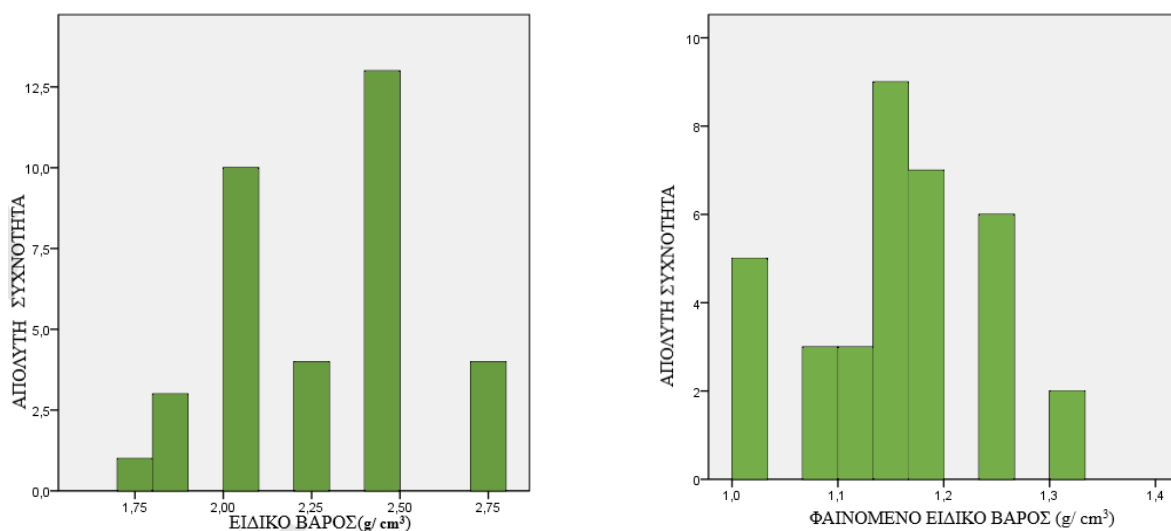
Τα εδαφικά δείγματα που μελετήθηκαν εμφάνισαν διάφορες τιμές (Διάγραμμα 1, 2, 3) στα τρία κλάσματα του εδάφους (άμμος, ιλύς, άργιλος).



Διάγραμμα 1, 2, 3: Συχνότητα κατανομής του κλάσματος της άμμου, ιλύος και αργίλου αντίστοιχα, στην μηχανική σύσταση των εδαφών

3.4.2 Ειδικό και φαινόμενο ειδικό βάρος σωματιδίων

Στα Διαγράμματα 4 και 5, εμφανίζονται οι τιμές που εμφάνισαν τα δείγματα για το ειδικό και το φαινόμενο ειδικό βάρος τεμαχιδίων, η συχνότητα κατανομής τους καθώς και οι οριακές τους τιμές (Πίνακας 10).



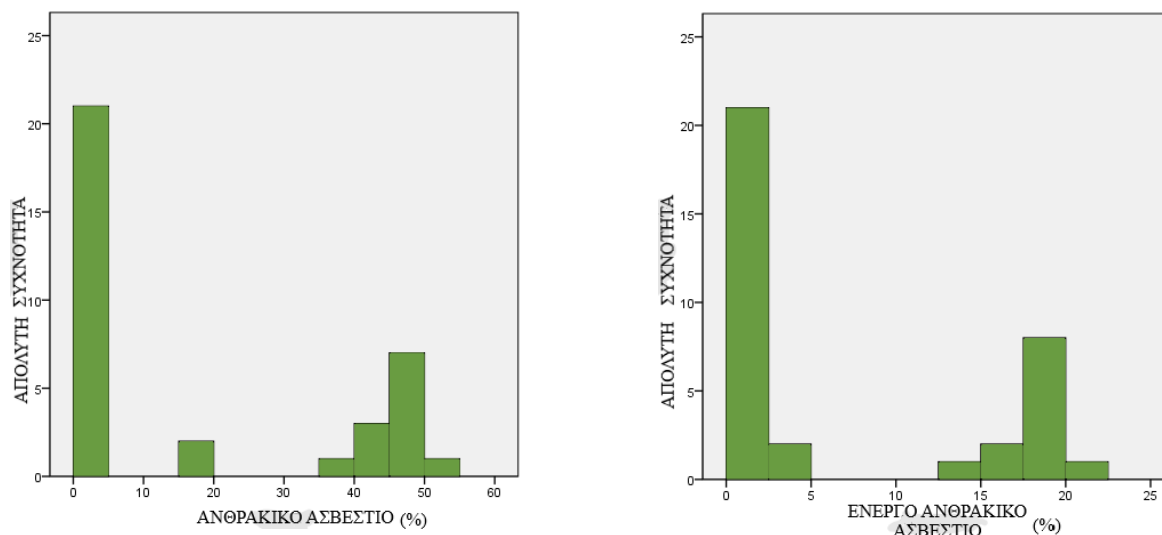
Διάγραμμα 4, 5: Συχνότητα κατανομής ειδικού και φαινόμενου ειδικού βάρους σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 10: Οριακές τιμές ειδικού και φαινόμενου ειδικού βάρους των σωματιδίων, συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

	ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ g/ cm ³	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	<2,5	17	48,6
	>2,5	18	51,4
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	1- 1,1	10	28,6
	1,2- 1,6	25	71,4

3.4.3 Ελεύθερο και ενεργό ανθρακικό ασβέστιο

Έγινε αναφορά της συχνότητας κατανομής των τιμών που κυμάνθηκε το ελεύθερο (Διάγραμμα 6) και το ενεργό ανθρακικό ασβέστιο (Διάγραμμα 7) και συγκρίθηκαν με τις οριακές τιμές (Πίνακας 11).



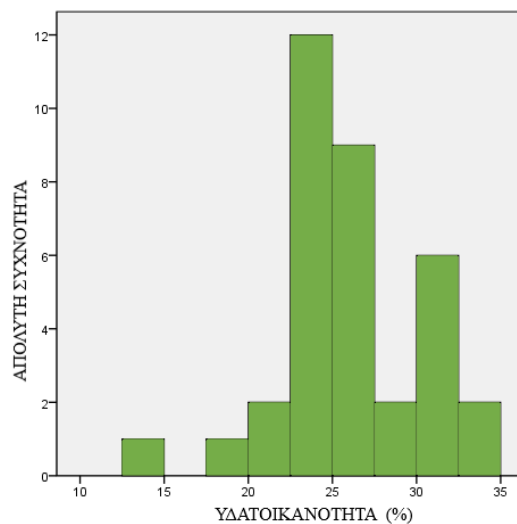
Διάγραμμα 6, 7: Συχνότητα κατανομής του ανθρακικού ασβεστίου και του ενεργού ανθρακικού ασβεστίου, σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 11: Οριακές τιμές ανθρακικού ασβεστίου, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΚΛΑΣΕΙΣ CaCO ₃	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<0,5	Πτωχό	19	54,3
0,5- 2	Μέτρια εφοδιασμένο	2	5,7
2- 20	Εφοδιασμένο	2	5,7
20- 40	Μαργώδες	1	2,8
>40	Ασβεστούχο (προβληματικό)	11	31,4

3.4.4 Υδατοϊκανότητα

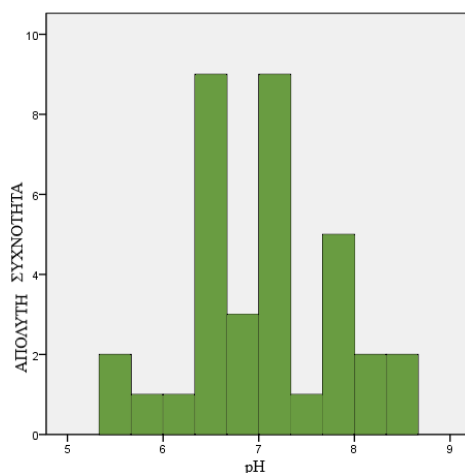
Η παραπάνω παράμετρος, παρουσίασε μεγάλο εύρος τιμών για τα εδαφικά δείγματα (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 8: Συχνότητα κατανομής της υδατοϊκανότητας σε εδαφικά δείγματα

3.4.5 Ενεργός οξύτητα

Το pH στα εδαφικά δείγματα παρατηρήθηκε με διάφορες τιμές καταλαμβάνοντας μεγάλο εύρος στην κλίμακα (Διάγραμμα 9). Τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν ως προς το pH τους σύμφωνα με τις οριακές τιμές (Πίνακας 12).



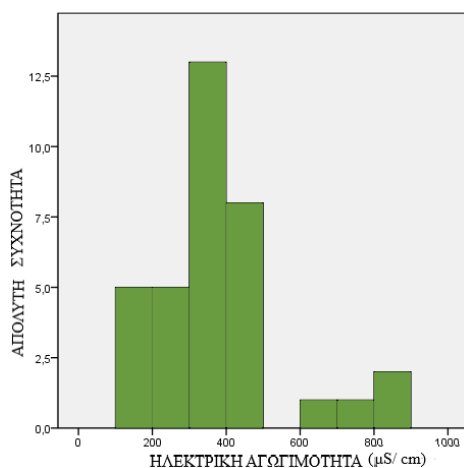
Διάγραμμα 9: Συχνότητα κατανομής της ενεργούς οξύτητας σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 12: Οριακές τιμές pH, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ pH	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<5,5	Πρόβλημα τοξικότητας	1	2,8
5,6- 6	Μέτρια όξινο	1	2,8
6- 6,5	Ελαφρά όξινο	9	25,8
6,6- 7,4	Ουδέτερο	14	40
>7,5	Αλκαλικό	6	17,2
>8	Ισχυρά αλκαλικό	4	11,4

3.4.6 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Στο Διάγραμμα 10, παρουσιάζονται οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας που εμφάνισαν τα εδαφικά δείγματα και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 13).



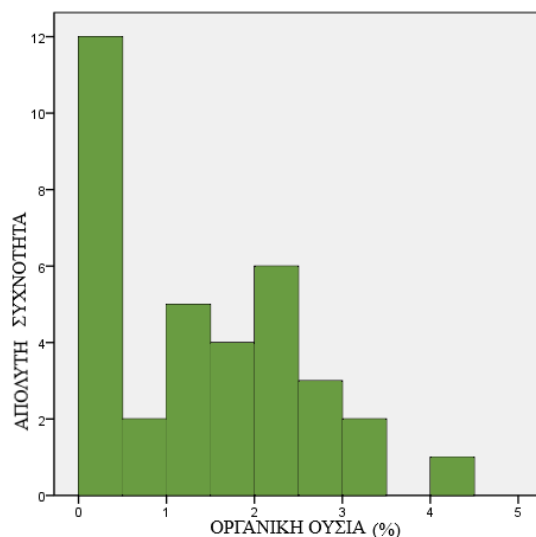
Διάγραμμα 10: Συχνότητα κατανομής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 13: Οριακές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε $\mu\text{S}/\text{cm}$, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
0- 250	Χαμηλή	9	25,7
250- 750	Ικανοποιητική	24	68,6
750- 2250	Υψηλή	2	5,7
>2250	Πολύ υψηλή	0	0

3.4.7 Οργανική ουσία

Παρουσιάζεται η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία (Διάγραμμα 11) και συγκρίνεται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 14).



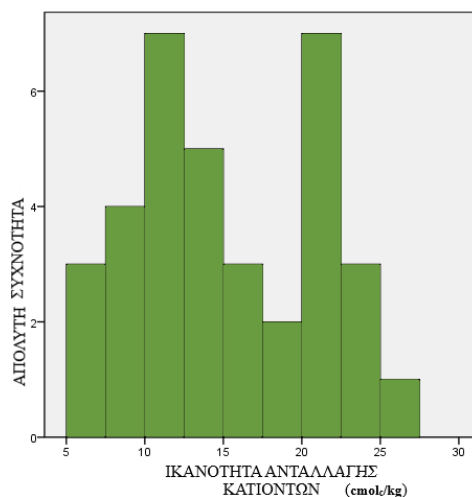
Διάγραμμα 11: Συχνότητα εμφάνισης της οργανικής ουσίας σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 14: Οριακές τιμές οργανικής ουσίας, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ %	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<0,5	Πρόβλημα	12	34,3
<1	Πολύ πτωχό	3	8,6
1- 2	Πτωχό	8	22,8
2- 3	Μέτρια εφοδιασμένο	9	25,7
3- 5	Εφοδιασμένο	3	8,6
>5	Πλούσιο	0	0

3.4.8 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

Ακολουθούν αποτελέσματα που βρέθηκαν μετά τον προσδιορισμό της ΙΑΚ των εδαφών (Διάγραμμα 12) και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 15).



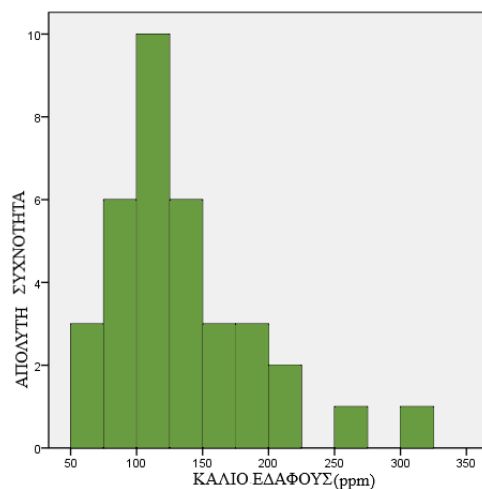
Διάγραμμα 12: Κατανομή συχνότητας της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 15: Οριακές τιμές ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ cmol _c /kg	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<8	Πολύ μικρή	5	14,4
9- 13	Μικρή	9	25,7
14- 17	Μέση (κατώτερη)	8	22,8
18- 24	Μέση (ανώτερη)	11	31,4
25- 30	Μεγάλη	2	5,7
>30	Πολύ μεγάλη	0	0

3.4.9 Συγκέντρωση καλίου

Στο Διάγραμμα 13, παρουσιάζονται οι τιμές του καλίου που εμφάνισαν τα εδαφικά δείγματα και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 16).



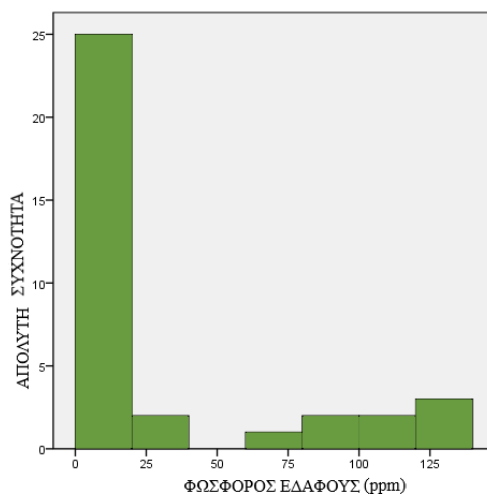
Διάγραμμα 13: Συχνότητα συγκέντρωσης καλίου σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 16: Οριακές τιμές συγκέντρωσης καλίου, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητά τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ppm	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
0- 50	Πολύ χαμηλό	0	0
51- 100	Χαμηλό	9	25,7
101- 150	Οριακό	16	45,7
151- 250	Επαρκές	8	22,9
>250	Υψηλό	2	5,7

3.4.10 Συγκέντρωση φωσφόρου

Στο Διάγραμμα 14, φαίνονται οι τιμές του φωσφόρου που παρουσίασαν τα εδαφικά δείγματα και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 17).



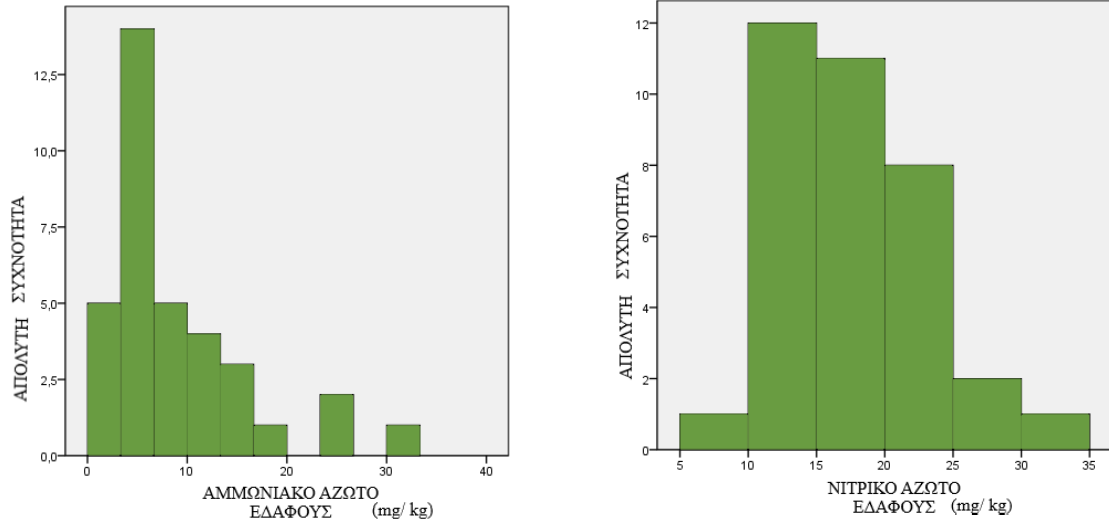
Διάγραμμα 14: Συχνότητα συγκέντρωσης φωσφόρου σε εδαφικά δείγματα

Πίνακας 17: Οριακές τιμές συγκέντρωσης φωσφόρου, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ppm	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
0- 5	Πολύ χαμηλό	4	11,4
6- 15	Οριακό	17	48,6
16- 25	Επαρκές	4	11,4
26- 45	Υψηλό	2	5,7
>45	Πολύ υψηλό	8	22,9

3.4.11 Συγκέντρωση αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των εδαφικών δειγμάτων σε αμμωνιακό (Διάγραμμα 15) και νιτρικό άζωτο (Διάγραμμα 16) τα οποία συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 18).



Διάγραμμα 15, 16: Συχνότητα συγκέντρωσης αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου αντίστοιχα σε εδαφικά δείγματα

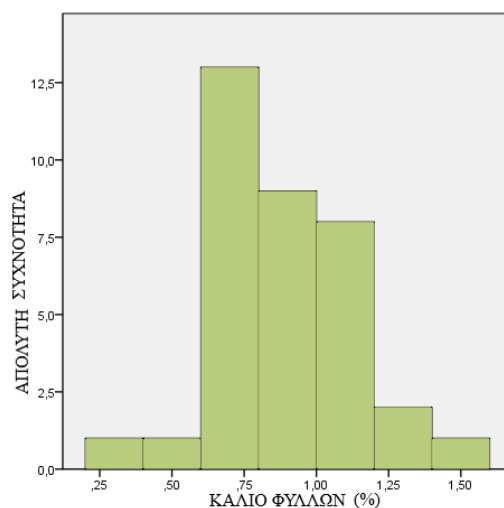
Πίνακας 18: Οριακές τιμές συγκέντρωσης νιτρικού αζώτου, χαρακτηρισμός εδαφών και συχνότητα στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ mg/ kg	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
1- 4	Χαμηλό	0	0
5- 9	Μέτριο	1	2,8
10- 19	Αρκετό	21	60
>20	Υψηλό	13	37,2

3.5 Συχνότητα κατανομής μεταβλητών στα δείγματα φυτικών ιστών

3.5.1 Συγκέντρωση καλίου

Στο Διάγραμμα 17, φαίνονται οι συγκεντρώσεις του παραπάνω μακροθρεπτικού στα φύλλα ελιάς και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές (Πίνακας 19).



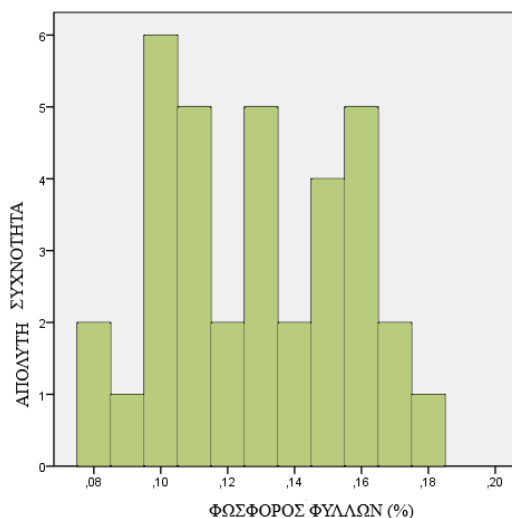
Διάγραμμα 17: Συχνότητα συγκέντρωσης καλίου σε φύλλα ελιάς

Πίνακας 19: Οριακές τιμές συγκέντρωσης καλίου στα φύλλα ελιάς, επίπεδο θρεπτικού των δένδρων και συχνότητα συγκέντρωσής του στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ %	ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
0,5- 0,8	Χαμηλό	20	57,1
0,9- 1,2	Οριακό- Επαρκές	12	34,3
>1,2	Υψηλό	3	8,6

3.5.2 Συγκέντρωση φωσφόρου

Έγινε γνωστή η συγκέντρωση των φύλλων της ελιάς σε φώσφορο (Διάγραμμα 18) σε σύγκριση με τις οριακές τιμές του θρεπτικού (Πίνακας 20).



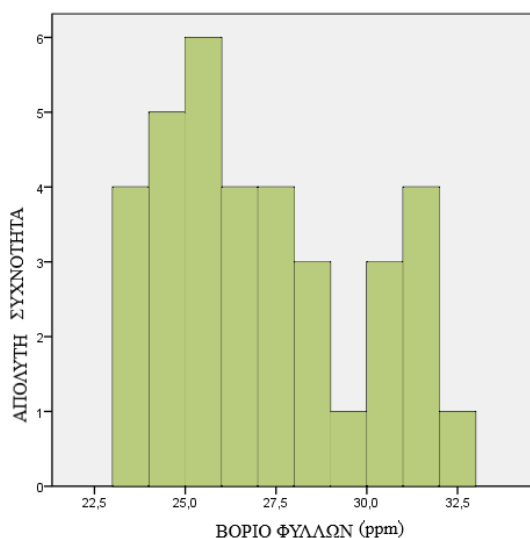
Διάγραμμα 18: Συχνότητα συγκέντρωσης φωσφόρου σε φύλλα ελιάς

Πίνακας 20: Οριακές τιμές συγκέντρωσης φωσφόρου στα φύλλα ελιάς, επίπεδο θρεπτικού των δένδρων και συχνότητα συγκέντρωσής του στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ %	ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<0,1	Χαμηλό	3	8,6
0,1- 0,3	Οριακό- Επαρκές	32	91,4
>0,3	Υψηλό	0	0

3.5.3 Συγκέντρωση βορίου

Στο Διάγραμμα 19, φαίνονται οι τιμές που παρατηρήθηκαν στα δείγματα φύλλων ελιάς ως προς την συγκέντρωσή τους σε βόριο ενώ παράλληλα συγκρίθηκαν με τις οριακές τιμές για το ιχνοστοιχείο (Πίνακας 21).



Διάγραμμα 19: Συχνότητα συγκέντρωσης του βορίου σε φύλλα ελιάς

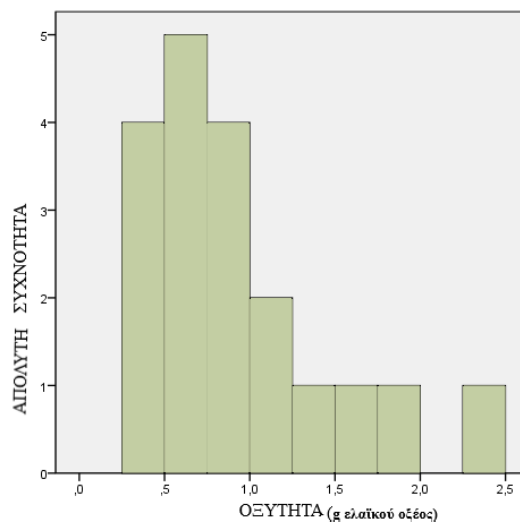
Πίνακας 21: Οριακές τιμές συγκέντρωσης βορίου στα φύλλα ελιάς, επίπεδο θρεπτικού των δένδρων και συχνότητα συγκέντρωσής του στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ppm	ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
15- 19	Χαμηλό	0	0
20- 75	Οριακό- Επαρκές	35	100
>75	Υψηλό	0	0

3.6 Συχνότητα κατανομής μεταβλητών στα δείγματα ελαιολάδου

3.6.1 Οξύτητα

Στο Διάγραμμα 20, παρουσιάζονται οι τιμές της οξύτητας των δειγμάτων ελαιολάδου και ακολούθησε η κατάταξή τους σε κατηγορίες ποιότητας βάση της συγκεκριμένης παραμέτρου (Πίνακας 22).



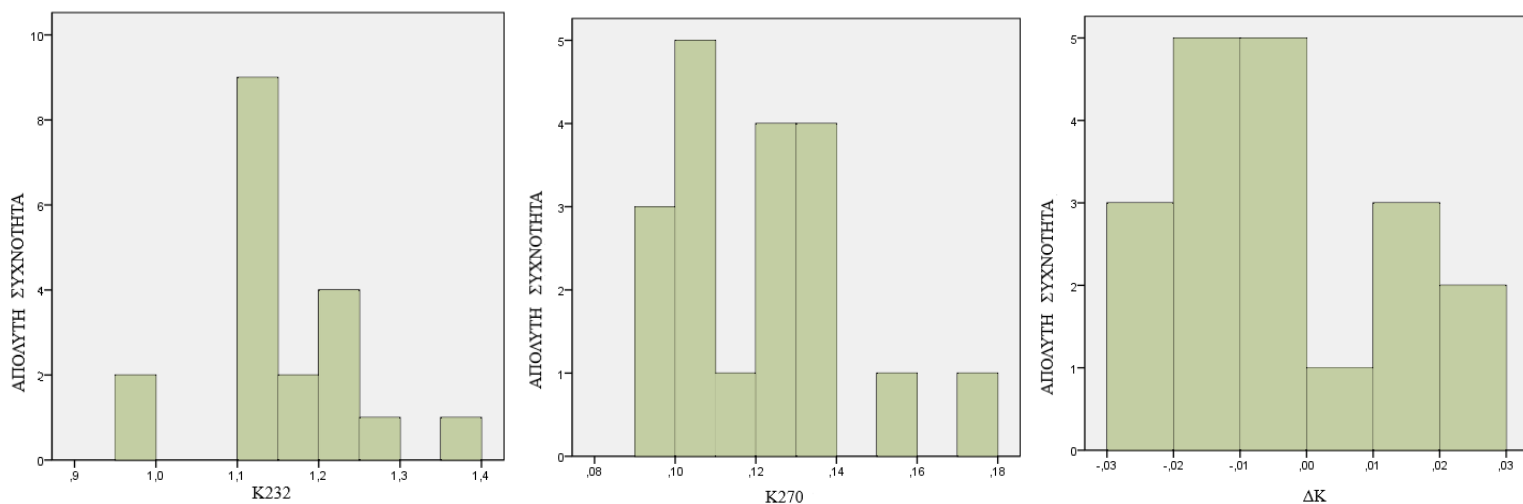
Διάγραμμα 20: Συχνότητα κατανομής της οξύτητας σε δείγματα ελαιολάδου

Πίνακας 22: Οριακές τιμές οξύτητας στο ελαιόλαδο, κατάταξή του σε κατηγορία και συχνότητα κατανομή της στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ g ελαιϊκού οξέος	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
<0,8	Εξαιρετικά Παρθένο	9	47,4
<2	Παρθένο	9	47,4
>2	Λαμπάντε	1	5,2

3.6.2 Δείκτες ποιότητας K_{232} , K_{270} , ΔK

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις του ελαιολάδου (Διάγραμμα 21, 22, 23) και αφορούσαν τους δείκτες ποιότητας (K_{232} , K_{270} , ΔK) συγκρίθηκαν με τις τιμές που ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση και κατατάχθηκαν σε κατηγορίες (Πίνακας 23).



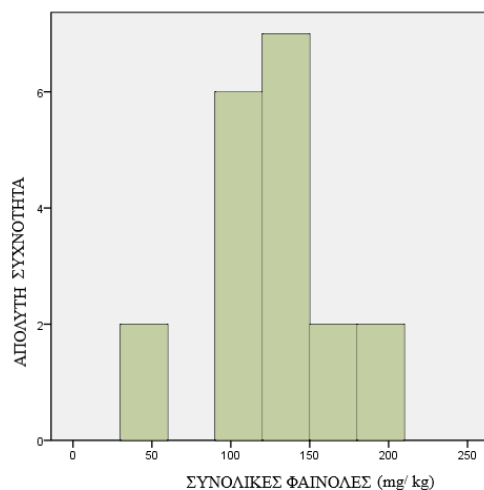
Διάγραμμα 21, 22, 23: Συχνότητα κατανομής των δεικτών: K_{232} , K_{270} και ΔK σε δείγματα ελαιολάδου

Πίνακας 23: Οριακές τιμές των δεικτών ποιότητας: K_{232} , K_{270} και ΔK στο ελαιόλαδο, κατάταξή του σε κατηγορία και συχνότητα κατανομής τους στα δείγματα

ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
K_{232}	<2,5	Εξαιρετικά Παρθένο ελαιόλαδο	19	100
	<2,6	Παρθένο ελαιόλαδο	0	0
K_{270}	<0,22	Εξαιρετικά Παρθένο ελαιόλαδο	19	100
	<0,25	Παρθένο ελαιόλαδο	0	0
ΔK	<0,01	Εξαιρετικά Παρθένο και Παρθένο ελαιόλαδο	19	100

3.6.3 Συνολικές φαινόλες

Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν μετά την ανάλυση των δειγμάτων του ελαιολάδου ως προς την περιεκτικότητά τους σε συνολικές φαινόλες (Διάγραμμα 24) συγκρίθηκαν με τις οριακές τιμές (Πίνακας 24).



Διάγραμμα 24: Συχνότητα συγκέντρωσης των συνολικών φαινολών (mg/ kg), σε δείγματα ελαιολάδου

Πίνακας 24: Οριακές τιμές συνολικών φαινολών (mg/ kg) στο ελαιόλαδο, κατάταξη του σε κατηγορίες και συχνότητα συγκέντρωσής τους στα δείγματα

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ mg/ kg	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
50- 200	Χαμηλό	18	94,7
200- 500	Μέσο	1	5,3
500- 1000	Υψηλό	0	0

3.7 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Στον Πίνακα 25, παρατηρούνται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων που μελετήθηκαν.

Πίνακας 25: Συσχετίσεις που προέκυψαν μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ
Άμμος	Ιλύς	$r^2 = -0,594, p = 0,01$
Άμμος	Άργιλος	$r^2 = -0,914, p = 0,01$
Άμμος	Ειδικό βάρος	$r^2 = 0,609, p = 0,01$
Άμμος	Φαινόμενο ειδικό βάρος	$r^2 = 0,761, p = 0,01$
Άμμος	Οργανική ουσία	$r^2 = -0,657, p = 0,01$
Άμμος	ΙΑΚ	$r^2 = -0,689, p = 0,01$
Άμμος	Υδατοϊκανότητα	$r^2 = -0,913, p = 0,01$
Υδατοϊκανότητα	ΙΑΚ	$r^2 = 0,594, p = 0,01$
Υδατοϊκανότητα	Οργανική ουσία	$r^2 = 0,690, p = 0,01$
Ανθρακικό ασβέστιο	ΙΑΚ	$r^2 = 0,822, p = 0,01$
Ανθρακικό ασβέστιο	Άργιλος	$r^2 = 0,813, p = 0,01$
Ενεργό ανθρακικό ασβέστιο	Άργιλος	$r^2 = 0,852, p = 0,01$
Οργανική ουσία	ΙΑΚ	$r^2 = 0,546, p = 0,01$
Οργανική ουσία	pH	$r^2 = -0,350, p = 0,05$
Αμμωνιακό άζωτο εδάφους	Βόριο φύλλων	$r^2 = -0,393, p = 0,05$
Αμμωνιακό άζωτο εδάφους	Φώσφορος εδάφους	$r^2 = 0,391, p = 0,05$
Νιτρικό άζωτο εδάφους	Φώσφορος εδάφους	$r^2 = 0,405, p = 0,05$
Νιτρικό άζωτο εδάφους	Βόριο φύλλων	$r^2 = -0,517, p = 0,01$
Κάλιο φύλλων	Βόριο φύλλων	$r^2 = 0,667, p = 0,01$
Οξύτητα	K ₂₇₀	$r^2 = 0,465, p = 0,05$
K ₂₃₂	K ₂₇₀	$r^2 = 0,630, p = 0,01$
ΔΚ	K ₂₇₀	$r^2 = 0,538, p = 0,05$
Συνολικές φαινόλες	Κάλιο φύλλων	$r^2 = -0,681, p = 0,01$
Συνολικές φαινόλες	Άργιλος	$r^2 = 0,509, p = 0,05$

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Συχνότητα εμφάνισης αποτελεσμάτων και σύγκριση με οριακές τιμές

Η **μηχανική ανάλυση** των εδαφικών δειγμάτων, φανέρωσε πως σε μεγαλύτερο ποσοστό τους τα δείγματα, περιείχαν την άργιλο και χαρακτηρίστηκαν ως Αργιλώδη. Τα ποσοστά της άμμου των δειγμάτων, κυμάνθηκαν από 21 έως 84, η περιεκτικότητα στο κλάσμα της ιλύος από 4 έως 32 ενώ της αργίλου, από 10 έως 50. Εδάφη με υψηλά ποσοστά αργίλου εμφάνισαν χαμηλές τιμές καλίου και βορίου στα φύλλα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με παρατηρήσεις που θέλουν τις παραπάνω παραμέτρους να συσχετίζονται θετικά (Rallo *et al.*, 2018).

Όπως φαίνεται, το **φαινόμενο ειδικό βάρος** των δειγμάτων, βρέθηκε με τις χαμηλότερες τιμές του, στα εδάφη με υψηλό ποσοστό αργίλου, που είχαν μεγάλο πορώδες, ενώ υψηλότερες τιμές παρουσίασαν εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε άμμο. Το φαινόμενο ειδικό βάρος των εδαφικών δειγμάτων παρουσίασε τιμές από 1 έως 1,3 με το 71,4% των δειγμάτων να παρουσιάζουν τιμές από 1,2 έως 1,3 (Σινάνης, 2015).

Οι τιμές της **υδατοϊκανότητας** του εδάφους παρουσιάστηκαν σε υψηλά ποσοστά, σε εδάφη με κύριο κοκκομετρικό κλάσμα, την άργιλο. Το γεγονός αυτό είναι σύμφωνο με τη δεδομένη γνώση που θέλει τα αργιλώδη εδάφη να συγκρατούν περισσότερο νερό συγκριτικά με τα αμμώδη. Η τιμές της λοιπόν, κυμάνθηκαν από 14 έως 33.

Τα δείγματα παρουσίασαν ποικίλα ποσοστά **ελεύθερου CaCO_3** . Στην πλειοψηφία τους όμως, εμφάνισαν ίχνη του άλατος, επομένως και μηδενικά ποσοστά **ενεργού CaCO_3** . Τα ποσοστά του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου είχαν εύρος τιμών από 0 έως 50. Περισσότερο από 65% των δειγμάτων εμφάνισαν τιμές κάτω από το 40. Με βάση τις οριακές τιμές, το 54,3% των δειγμάτων είναι πτωχό σε ανθρακικό σβέστιο, μόλις το 14,2% διαθέτει το ορυκτό σε επαρκή ποσότητα, ενώ το 31,4% είναι προβληματικό. Τα ποσοστά του ενεργού ανθρακικού ασβεστίου κυμάνθηκαν από 0 έως 20,1 (Σινάνης, 2015).

Όσον αφορά τις τιμές του **pH**, παρουσιάστηκαν αρκετές διάφορες μεταξύ των δειγμάτων. Οι τιμές της καταλαμβάνουν μεγάλο εύρος, από 5,39 έως 8,48. Το 22,9% των δειγμάτων πρόβαλαν τιμές από 5,5 έως 6,5, το 45,7% παρουσίασε τιμές γύρω στο 7, ενώ το 25,7% εμφάνισε τιμές πάνω από 8. Από τα παραπάνω αποτελέσματα έπεται ότι ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 2,8 %, φαίνεται να διέθετε πρόβλημα τοξικότητας, το 28,6% των

δειγμάτων είχαν όξινο pH ενώ το 40% ουδέτερο και το 28,6% αλκαλικό σύμφωνα με τις οριακές τιμές (Σινάνης, 2015).

.Μετά από τη μελέτη της **ηλεκτρικής αγωγιμότητας** στα εδαφικά δείγματα προέκυψαν τιμές από 119 έως 881 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων (68,6%), συγκεντρώνεται μεταξύ 250- 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ενώ μόλις το 25,7% από 0 έως 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι τα περισσότερα δείγματα διέθεταν ικανοποιητική ηλεκτρική αγωγιμότητα σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς.

Ερευνώντας επίσης, την περιεκτικότητα των εδαφών σε **οργανική ουσία** παρατηρήθηκε ότι τα ποσοστά της στα δείγματα, κυμάνθηκαν από 0,08 έως 4,32 %. Το 34,3% των δειγμάτων είχαν τιμές από 0 έως 0,5 ενώ το 25,7 % από 2 έως 3. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως η πλειοψηφία των εδαφικών δειγμάτων διέθετε πολύ χαμηλές περιεκτικότητες σε οργανική ουσία, ενώ μόλις το 8,6 % θεωρείται εφοδιασμένο σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς.

Η **ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων** των εδαφικών δειγμάτων απαντήθηκε από 6 έως 26. Το 31,4% των δειγμάτων παρουσίασαν τιμές από 18 έως 24 ενώ μόλις το 25,7% από 9 έως 13. Βάση των παραπάνω, συμπεραίνεται πως τα περισσότερα δείγματα διέθεταν μέση ΙΑΚ σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς.

Το **K**, στα εδαφικά δείγματα, ήταν μεταξύ 65 και 302 ppm. Περίπου το 60% των δειγμάτων περιείχε το θρεπτικό σε οριακή- επαρκή συγκέντρωση ενώ το 25,7% βρέθηκε σε χαμηλά επίπεδα σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Chapman and Pratt, 1961).

Οι συγκεντρώσεις των εδαφικών δειγμάτων σε **φώσφορο** εμφανίζονται από 2,4 έως 136,54 ppm. Το 48,6% έλαβαν τιμές από 6 έως 15 ενώ το 22,9% πάνω από 45 ppm. Σχεδόν τα μισά δείγματα λοιπόν, διέθεταν οριακές συγκεντρώσεις του μακροστοιχείου, ενώ το 20% εμφάνισε πολύ υψηλό επίπεδα σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Σινάνης, 2015).

Οι συγκεντρώσεις των εδαφικών δειγμάτων σε **άζωτο** (αμμωνιακό και νιτρικό) κυμάνθηκαν από 2 έως 30,26 mg $\text{NH}_4^+ \text{-N}/\text{kg}$ και 6,86 έως 34,36 mg $\text{NO}_3^- \text{-N}/\text{kg}$ εδάφους αντίστοιχα. Το συγκεκριμένο εύρος τιμών προδιαθέτει μια αρκετά καλή κατάσταση του εδάφους σε υπολειμματικό άζωτο. Το 60% των δειγμάτων παρουσίασαν τιμές νιτρικού αζώτου από 10 έως 19 ενώ μόλις το 37,2 % πάνω από 20 mg $\text{NO}_3^- \text{-N}/\text{kg}$ εδάφους. Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι περισσότερα από τα μισά δείγματα είχαν αρκετό υπολειμματικό νιτρικό άζωτο σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Σινάνης, 2015).

Από τα αποτελέσματα των φυτικών ιστών, σχετικά με το **κάλιο**, προκύπτει ότι τα επίπεδά του στο μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων, βρίσκονταν σε χαμηλές τιμές. Η συγκέντρωσή του στα φύλλα ελιάς, έλαβε τιμές από 0,38 έως 1,5. Το 34,3% εμφάνισε τιμές από 0,9 έως 1,2%. Επομένως, πάνω από το 50% των δειγμάτων είχαν χαμηλές συγκεντρώσεις του μακροστοιχείου σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Jones, Wolf and Mills, 1991). Γενικότερα, όπως βρέθηκε και από άλλες έρευνες (Tubehle *et al.*, 2014) τα οριακά επίπεδα των μακρο- μικροθρεπτικών εδάφους και φύλλων που βρέθηκαν μπορούν να ερμηνευτούν από το γεγονός πως οι καλλιέργειες ως επί το πλείστον βρίσκονται σε επικλινή εδάφη.

Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις των φύλλων ελιάς σε **φώσφορο** κυμάνθηκαν από 0,08 έως 0,18%. Το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων (91,4%) κατατάχθηκαν στην κατηγορία του οριακού– επαρκές επίπεδου του θρεπτικού (Jones, Wolf and Mills, 1991), είναι δηλαδή τιμές από 0,1 έως 0,3 ενώ κανένα από τα δείγματα δεν εμφάνισε τιμή μεγαλύτερη του 0,18.

Τέλος, για τα φύλλα ελιάς, προσδιορίστηκε επίσης το **B**, το οποίο βρέθηκε σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα σε οριακό– επαρκές επίπεδο (Jones, Wolf and Mills, 1991). Οι συγκεντρώσεις του ήταν από 23,12 έως 31,32%.

Για τα ελαιόλαδα, αρχικά προσδιορίστηκε η **οξύτητα**. Η ποσότητα του ελαϊκού οξέος στα δείγματα ελαιολάδου κυμαίνονταν από 0,45 έως 2,39%. Το 47,4% των δειγμάτων παρατηρήθηκαν με τιμές οξύτητας <0,8 και έτσι μπορούσαν εύκολα να καταταγούν στα Εξαιρετικά Παρθένα Ελαιόλαδα, το 47,4% τιμές <2 επομένως εντάσσονταν στα Παρθένα Ελαιόλαδα ενώ μόλις το 5,2% στο Ελαιόλαδο Λαμπάντε σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Κυριτσάκης, 2017).

Δείκτες του ελαιόλαδου για την ποιότητα, την κατάσταση συντήρησής του καθώς και τις μεταβολές που έχουν επέλθει σε αυτό μέσα από τεχνολογικές διεργασίες θεωρούνται οι τιμές **K₂₃₂**, **K₂₇₀** και **ΔΚ**. Σύμφωνα με τους παραπάνω δείκτες όλα τα δείγματα μπορούν να καταταγούν στην κατηγορία για τα Εξαιρετικά Παρθένα ελαιόλαδα. Ωστόσο ο ΔΚ βρέθηκε σε τιμές μικρότερες του ορίου για τα Εξαιρετικά Παρθένα και Παρθένα ελαιόλαδα, με εξαίρεση δυο δειγμάτων που εμφάνισαν υψηλότερη ΔΚ. Ο δείκτης K₂₃₂ κυμάνθηκε από 0,95 έως 1,35%. Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται πως όλα τα δείγματα ελαιολάδου μπορούν να καταταγούν στα εξαιρετικά Παρθένα Ελαιόλαδα σύμφωνα με τις οριακές τιμές. Βάση του διαγράμματος 22 μπορεί κανείς να δει τις τιμές που εντοπίστηκε ο δείκτης K₂₇₀ οι οποίες δεν ξεπερνούν το 0,13 συνεπώς όλα τα δείγματα μπορούν να καταταγούν στα Εξαιρετικά Παρθένα Ελαιόλαδα (Κυριτσάκης, 2017). Τέλος, ο δείκτης ΔΚ πρόβαλε σε

μεγάλο ποσοστό τιμές κάτω του 0,01 αλλά και πολλές αρνητικές τιμές γεγονός που επισημαίνει την γνησιότητα και φρεσκάδα των υπό εξέταση ελαιόλαδα. Οι παραπάνω δείκτες δεν δείχνουν να επηρεάστηκαν από την λίπανση (Marcelo *et al.*, 2010).

Τέλος, προσδιορίστηκε το **σύνολο των φαινολών** που εμπεριέχονταν στα δείγματα. Η συγκέντρωσή τους στα ελαιόλαδα βρέθηκε από 48,5 έως 205,2 mg/ kg. Το 94,7% των δειγμάτων ελαιολάδου εμφάνισαν τιμές έως 200mg/ kg. Εντοπίστηκε λοιπόν πως σχεδόν όλα τα δείγματα ελαιολάδου είχαν χαμηλή περιεκτικότητα σε συνολικές φαινόλες σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς (Gutfinger, 1981), με τις χαμηλότερες από αυτές να εντοπίζονται σε εδάφη με χαμηλά ποσοστά νιτρικού και αμμωνιακού εδαφικού αζώτου (Erel, Kerem and Ben-Gal, 2013).

4.2 Συσχετίσεις φυσικο- χημικών χαρακτηριστικών εδάφους

Μετά την στατιστική ανάλυση, βρέθηκε ισχυρά αρνητική συσχέτιση της περιεκτικότητας των εδαφών σε άμμο με την ιλύ ($r^2 = -0,594$, $p = 0,01$) και την άργιλο ($r^2 = -0,914$, $p = 0,01$), γεγονός που θεωρείται δεδομένο αφού αποτελούν μέρος του ποσοστού της κοκκομετρικής τους σύστασης. Αντίθετα, όσο αυξάνει το κλάσμα της άμμου στα δείγματα, τόσο φαίνεται να αυξάνουν το ειδικό βάρος ($r^2 = 0,609$, $p = 0,01$) και το φαινόμενο ειδικό βάρος των σωματιδίων ($r^2 = 0,761$, $p = 0,01$), λόγω της ισχυρής θετικής συσχέτισης που εμφανίζουν γεγονός που επίσης θεωρείται δεδομένο λόγω της άμεσης εξάρτησης των παραμέτρων από την μηχανική σύσταση των εδαφών. Συνοπτικά, τα αμμώδη εδάφη διαθέτουν μεγάλο ειδικό και φαινόμενο ειδικό βάρος άρα μικρό πορώδες (Καλαβρουζιώτης, 2014). Επιθυμητές για ένα έδαφος θεωρούνται τιμές κάτω του $1,5 \text{ g/ cm}^3$ ώστε να υπάρχει δυνατότητα κατάλληλου αερισμού και κυκλοφορία νερού και θρεπτικών (Hunt and Gilkes, 1992). Το ειδικό βάρος των τεμαχιδίων υπολογίστηκε για να δώσει πληροφορίες για το πορώδες του εδάφους ενώ δεν παρέχει σημαντικές πληροφορίες ως προς την ανάπτυξη των φυτών. Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε άμμο, εμφανίζει ισχυρά αρνητική συσχέτιση με την οργανική ουσία ($r^2 = -0,657$, $p = 0,01$) και την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων ($r^2 = -0,689$, $p = 0,01$) γεγονός που υποδηλώνει εδάφη φτωχά σε θρεπτικά λόγω αδυναμίας συγκράτησής τους από τα εδαφικά τεμαχίδια (Fountas *et al.*, 2011; Cerri and Magalhães, 2012; Kumar, Kisan Singh and Brijesh, 2012; Shaaban and Osman, 2016). Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι η αύξηση του ποσοστού της άμμου σε ένα εδαφικό δείγμα,

προκαλεί την μείωση της υδατοϊκανότητάς του ($r^2 = -0,913$, $p = 0,01$). Αυτά τα εδάφη χρήζουν ιδιαίτερης διαχείρισης της άρδευσης αλλά και της λίπανσης (Καλαβρουζιώτης, 2014). Θετικά συσχετίζεται επίσης, η υδατοϊκανότητα με την ΙΑΚ ($r^2 = 0,594$, $p = 0,01$) και την οργανική ουσία ($r^2 = 0,690$, $p = 0,01$). Γενικότερα, η αύξηση της οργανικής ουσίας σε ένα έδαφος συνεπάγεται με την βελτίωση της δομής, των φυσικο-χημικών του ιδιοτήτων καθώς και την αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας. Επίσης εντοπίστηκε ισχυρά θετική συσχέτιση του ανθρακικού ασβεστίου με την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων ($r^2 = 0,822$, $p = 0,01$). Η παρουσία του στα εδάφη ευνοεί τη καλή δομή τους αφού συμβάλλει στη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων (Kumar, Kisan Singh and Brijesh, 2012). Ισχυρά θετική συσχέτιση φανερώνει επίσης το ολικό ανθρακικό ασβέστιο ($r^2 = 0,813$, $p = 0,01$) και το ενεργό ανθρακικό ασβέστιο ($r^2 = 0,852$, $p = 0,01$) με την άργιλο (Shaaban and Osman, 2016). Το ανθρακικό ασβέστιο έχει τη δυνατότητα να αυξάνει τη ρυθμιστική ικανότητα των εδαφών δηλαδή τη διατήρηση του pH τους σε σταθερά επίπεδα. Θετική είναι η συσχέτιση μεταξύ της οργανικής ουσίας και της ΙΑΚ ($r^2 = 0,546$, $p = 0,01$) γεγονός που αναμένεται να παρουσιαστεί λόγω συγκράτησης των κατιόντων στα εδαφικά τεμαχίδια ως ανταλλάξιμα και διάθεσής τους στα φυτά, πράγμα που διαπιστώθηκε και από άλλες έρευνες (Rouas, Rahmani and Antari, 2016). Η ενεργός οξύτητα των δειγμάτων εμφάνισε αρνητική συσχέτιση με την οργανική ουσία ($r^2 = -0,350$, $p = 0,05$) όπως επισημαίνουν και άλλοι ερευνητές (Kumar, Kisan Singh and Brijesh, 2012) λόγω της επίδρασης του pH στη μικροβιολογική δραστηριότητα.

4.3 Συσχετίσεις θρεπτικών συστατικών

Αρχικά παρατηρείται αρνητική συσχέτιση των συγκεντρώσεων του αμμωνιακού ($r^2 = -0,393$, $p = 0,05$) και του νιτρικού αζώτου ($r^2 = -0,517$, $p = 0,01$) στο έδαφος με την περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς σε βόριο. Πιθανότατα αυτό συμβαίνει λόγω ανταγωνισμού των θρεπτικών όπως βρήκαν και άλλοι ερευνητές (Chatzissavvidis, Therios and Molassiotis, 2005). Αντίθετα θετική συσχέτιση φαίνεται να έχουν ο φώσφορος του εδάφους με το νιτρικό ($r^2 = 0,405$, $p = 0,05$) και το αμμωνιακό άζωτο ($r^2 = 0,391$, $p = 0,05$) (επιβεβαίωση συνεργιστικής δράσης μεταξύ αυτών των θρεπτικών), γεγονός που σε συνδυασμό με ένα υψηλό φορτίο παραγωγής μπορεί να επηρεάσει τη συσσώρευση αζώτου στα φύλλα και τους καρπούς και στη συνέχεια λόγω ανταγωνισμού με τις συνολικές φαινόμενες ενδεχομένως να μειώσει την περιεκτικότητά τους στους καρπούς άρα και στο ελαιόλαδο (Fernández-Escobar *et al.*, 2006;

Erel, Kerem and Ben-Gal, 2013). Όπως επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες (Fountas *et al.*, 2011), έτσι και στην παρούσα μελέτη διαφαίνεται ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του καλίου και του βορίου των φύλλων ($r^2= 0,667$, $p= 0,01$).

4.4 Συσχετίσεις παραμέτρων ποιότητας ελαιολάδου

Οι συσχετίσεις που ακολουθούν, αφορούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Ξεκινώντας με την οξύτητα, διακρίνουμε μια θετική συσχέτιση που εμφανίζει σε συνδυασμό με την σταθερά K_{270} ($r^2= 0,465$, $p= 0,05$). Ισχυρά θετική συσχέτιση φαίνεται επίσης και ανάμεσα στην σταθερά K_{270} και K_{232} ($r^2= 0,630$, $p= 0,01$). Ωστόσο η σταθερά K_{270} εμφανίζει θετική συσχέτιση και με το δείκτη ΔK ($r^2= 0,538$, $p= 0,05$). Ως δείκτες οξείδωσης του ελαιολάδου, θεωρείται αναμενόμενο το αποτέλεσμα της στατιστικά θετικής τους συσχέτισης. Γενικά, η οξείδωση και η αντίσταση στην οξείδωση των ελαίων εξαρτώνται από την σύνθεση του ελαιολάδου (σύνθεση λιπιδίων, περιεκτικότητα μικρο-συστατικών). Η σύνθεση αυτή μπορεί να επηρεαστεί από περιβαλλοντικούς παράγοντες, εντομολογικές προσβολές, αποθήκευση καρπών, αλλά και του τύπου εδάφους (Rached *et al.*, 2017).

Αξιοσημείωτη είναι δε, η αρνητική συσχέτιση που εμφανίζουν οι συνολικές φαινόλες με το κάλιο των φύλλων ($r^2= -0,681$, $p= 0,01$) που πιθανότατα εξηγείται λόγω της δράσης του καλίου σε μηχανισμούς άμυνας φυτών στις οποίες εμπλέκονται και οι ενώσεις αυτές ως δευτερογενής μεταβολίτες. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές (Erel, Kerem and Ben-Gal, 2013) δεν βρήκαν καμία συσχέτιση μεταξύ τους. Τέλος, οι συνολικές φαινόλες του ελαιολάδου συσχετίστηκαν θετικά με την άργιλο των εδαφών ($r^2= 0,509$, $p= 0,05$). Το αποτέλεσμα αυτό, συμφωνεί με άλλες έρευνες που βρήκαν ότι το περιεχόμενο του ελαιολάδου σε συνολικές φαινόλες ποικίλει ανάλογα με τον τύπο εδάφους (τις κλιματολογικές συνθήκες και τη διαδικασία εκχύλισης του ελαίου) ενώ δείχνει να εντοπίζεται σε υψηλά ποσοστά στα αργιλώδη εδάφη (Rached *et al.*, 2017).

4.5 Ενδείξεις επίδρασης πρακτικών διαχείρισης ελαιώνων και κλιματολογικών δεδομένων στην παραγωγή ελαιολάδου

Μετά από την μελέτη των χαρακτηριστικών των ελαιώνων, φαίνεται να εμφανίζονται ενδείξεις ότι οι τελευταίοι επηρεάστηκαν από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν

τα τελευταία έτη καθώς και τις πρακτικές διαχείρισης που ασκούσαν οι καλλιεργητές στο κάθε αγροτεμάχιο.

Η βασική λίπανση δείχνει να αυξάνει το βάρος των καρπών βάση της απόδοσης σε ελαιόλαδο που προέκυψε από τους ελαιώνες που δέχθηκαν λίπανση, σε σύγκριση με τους ελαιώνες που δεν λιπάνθηκαν, όπως αναφέρεται και από άλλες έρευνες (Rodrigues *et al.*, 2012; Rallo *et al.*, 2018). Επίσης φαίνεται ότι η άρδευση των ελαιώνων επηρεάζει την παραγωγή σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι η λίπανση (Ramos and Santos, 2010). Ωστόσο, επιβεβαιώνεται ότι η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται με συνδυασμό άρδευσης και κατάλληλης λίπανσης (Toplu *et al.*, 2009).

Οι μειωμένες βροχοπτώσεις τα προηγούμενα χρόνια στο νομό, οδήγησαν τους μη αρδευόμενους ελαιώνες σε μειωμένη απόδοση σε σύγκριση με τους αρδευόμενους, γεγονός που αναφέρεται και σε άλλες έρευνες (Zindar *et al.*, 2016). Οι ελαιώνες που αρδεύονταν, εμφάνισαν χαμηλή οξύτητα σε σχέση με τους ξηρικούς, γεγονός που εντοπίστηκε και από άλλους ερευνητές (Toplu *et al.*, 2009), ενώ κατά άλλους δεν βρέθηκε σχετική επίδραση (Psarras *et al.*, 2014).

Οι δείκτες ποιότητας του ελαιολάδου K_{232} , K_{270} , ΔΚ διαφοροποιούνται κατά την αποθήκευση. Όλα τα δείγματα που μελετήθηκαν, αποτελούσαν φετινή παραγωγή και γι' αυτό το λόγο δεν εμφάνισαν υψηλές τιμές των παραπάνω δεικτών γεγονός που επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες (Rallo *et al.*, 2018).

Φαίνεται πως τα υψηλότερα ποσοστά συνολικών φαινολών (με μικρές διαφορές), εμφανίζονται σε ελαιόλαδα που προήλθαν από ελαιώνες οι οποίοι δεν αρδεύονταν αλλά δέχονταν ετησίως λίπανση και κλάδεμα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από πολλούς συγγραφείς (Reca and Regarane, 2006; Kalogeropoulos and Tsimidou, 2014; Psarras *et al.*, 2014; Rallo *et al.*, 2018), όπου ανέφεραν ότι οι πρακτικές διαχείρισης (άρδευση, λίπανση, κλάδεμα) μπορούν να διαφοροποιήσουν το επίπεδο των συνολικών φαινολών. Οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν κατά την ωρίμανση των καρπών, φαίνεται να είχαν αρνητικό αντίκτυπο στην περιεκτικότητα των δειγμάτων σε συνολικές φαινόλες (Rallo *et al.*, 2018). Το υψόμετρο δεν φαίνεται να διαφοροποιεί την αύξηση των συνολικών φαινολών. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με αποτελέσματα άλλων ερευνών που δείχνουν ισχυρά θετική συσχέτιση αυτών των δύο παραμέτρων ειδικά όταν συνδυαστούν με χαμηλές θερμοκρασίες (Rouas, Rahmani and Antari, 2016; Rallo *et al.*, 2018).

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοπτικά, αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη.

- Σημαντική βρέθηκε η επίδραση της μηχανικής σύστασης και κυρίως του κλάσματος της αργίλου, στην ποιότητα του ελαιολάδου και συγκεκριμένα στη συγκέντρωσή του σε συνολικές φαινόλες
- Επιβεβαιώθηκε η συνεργιστική δράση μεταξύ εδαφικού φωσφόρου και αζώτου που μπορεί δυναμικά να επιδράσει στην μείωση της συγκέντρωσης των συνολικών φαινολών στο ελαιόλαδο
- Το κάλιο των φύλλων φαίνεται να έχει αρνητικό αντίκτυπο στη δημιουργία των φαινολών στον ελαιόκαρπο άρα και στο ελαιόλαδο
- Δέντρα που καλλιεργούνται σε επικλινή εδάφη, τείνουν να εμφανίσουν μικρή συγκέντρωση θρεπτικών σε έδαφος και φύλλα
- Η σωστή άρδευση και λίπανση σε συνδυασμό με το κλάδεμα, μπορούν να μεγιστοποιήσουν την απόδοση των δένδρων σε ελαιόλαδο και συγχρόνως να πετύχουν υψηλή συγκέντρωση σε συνολικές φαινόλες
- Η υψηλή θερμοκρασία δείχνει να επιδρά στην συγκέντρωση των συνολικών φαινολών, ενώ το υψόμετρο δεν φαίνεται να την επηρεάζει
- Άρδευόμενοι ελαιώνες, τείνουν να εμφανίσουν χαμηλότερη οξύτητα στο ελαιόλαδο σε σχέση με τους ξηρικούς

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν εμπλούτισαν την επιστημονική γνώση με δεδομένα σχετικά με τα εδάφη, τη θρεπτική κατάσταση των ελαιοδέντρων καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου στο νομό Χανίων. Η τελική ποιότητα του ελαιολάδου είναι σίγουρο ότι επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τη θρέψη του εδάφους και των δένδρων αλλά και από τις πρακτικές διαχείρισης των ελαιώνων σε συνδυασμό με τις κλιματολογικές συνθήκες. Η υψηλή ποιότητα του ελαιολάδου άρα και η αυξημένη τιμή πώλησης, επιτυγχάνεται με σωστή διαχείριση των καλλιεργητικών τεχνικών και σεβασμό στο περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bouhafa, K. *et al.* (2014) ‘Nitrogen Fertilization of Olive Orchards under Rainfed Mediterranean Conditions’, 4(8), pp. 890–901.

Bouhafa, K., Moughli, L. and Hadiddou, A. (2016) ‘Diagnosis of Soil Fertility and Nutritional Status and Characterization of Olive Orchard in Central Morocco’, 5(1), pp. 1–10. doi: 10.9734/JAERI/2016/20016.

Bouyoukos, G. J. (1962) ‘Hydrometer improved for making particle size analyses of soils’, *Agronomy J.*, pp. 464–465.

Centeno, a, García, J. M. and Gómez-del-campo, M. (2017) ‘Effects of nitrogen fertilization and nitrification inhibitor product on vegetative growth , production and oil quality in “ Arbequina ” hedgerow and “ Picual ” vase-trained orchards’, *Grasas y Aceites*, 68(December), pp. 1–13. doi: 10.3989/gya.0441171.

Cerri, D. G. P. and Magalhães, P. S. G. (2012) ‘Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield’, *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 47(4), pp. 613–620. doi: 10.1590/S0100-204X2012000400018.

Chapman, H. and Pratt, P. (1961) *Methods of analysis for soils, plants and waters*. California: University of California, Division of Agricultural Sciences.

Chatzissavvidis, C. A., Therios, I. N. and Molassiotis, A. N. (2005) ‘Seasonal variation of nutritional status of olive plants as affected by boron concentration in nutrient solution’, *Journal of Plant Nutrition*, 28(2), pp. 309–321. doi: 10.1081/PLN-200047622.

Drouineau, G. (1942) ‘Dossage rapide du calcaire actif du sol: nouvelles donnees sur la separetion et la nature des fractions calcaires’, *Ann. Agron.*, 12, pp. 441–450.

Dulja, X. *et al.* (2013) ‘Sustainability Comparison Between Organic and Conventional Systems at Farm and Field Scale: A Case Study in Olive Production Systems in Apulia Region’, pp. 19–36.

Erel, R. *et al.* (2013) ‘The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity’, *Scientia Horticulturae*. Elsevier B.V., 159, pp. 8–18. doi: 10.1016/j.scienta.2013.04.036.

Erel, R., Kerem, Z. and Ben-Gal, A. (2013) ‘Olive (*Olea europaea* L.) Tree Nitrogen

Status Is a Key Factor for Olive Oil Quality’, *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(47), pp. 11261–72. Available at: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf4031585>.

Fernández-Escobar, R. *et al.* (2006) ‘Olive oil quality decreases with nitrogen over-fertilization’, *HortScience*, 41(1), pp. 215–219.

Fernández-Escobar, R. *et al.* (2015) ‘Nutrient removal from olive trees by fruit yield and pruning’, *HortScience*, 50(3), pp. 474–478.

Fountas, S. *et al.* (2011) ‘Site-specific management in an olive tree plantation’, *Precision Agriculture*, 12(2), pp. 179–195. doi: 10.1007/s11119-010-9167-4.

Fuentes, E. *et al.* (2012) ‘Determination of Total Phenolic Content in Olive Oil Samples by UV-visible Spectrometry and Multivariate Calibration’, *Food Analytical Methods*, 5(6), pp. 1311–1319. doi: 10.1007/s12161-012-9379-5.

Gaines, T. P. and Mitchell, G. A. (1979) ‘Boron determination in plant tissue by the azomethine h method’, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 10(8), pp. 1099–1108. doi: 10.1080/00103627909366965.

Gutfinger, T. (1981) ‘Polyphenols in Olive Oils’, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58(11), pp. 966–968.

Haifa (no date) *Nutritional recommendations for olives*.

Hester, A. *et al.* (2012) *West Coast Olive Guide*. Edited by J. Scott. JCS Marketing. Available at: www.wcolive.com.

Hunt, N. and Gilkes, B. (1992) *Farm Monitoring Handbook*. University of Western Australia, Land Management Society, and National Dryland Salinity Program.

Ifoam (2005) ‘Principles of Organic Agriculture’, *Ifoam*, p. 5. doi: 10.1300/J064v21n04_06.

IOC (2015) ‘Assessment of Virgin Olive Oil’, (October).

ISO 23470 (2007) ‘ISO 23470’, *Soil quality – Determination of effective cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations using a hexammincobalt trichloride solution*.

Jimenez-Moreno, M. J. and Fernandez-Escobar, R. (2016) ‘Response of Young Olive Plants (*Olea europaea*) to Phosphorus Application’, *HortScience*, 51(9), pp. 1167–1170. doi: 10.21273/HORTSCI11032-16.

Jones, B., Wolf, B. and Mills, H. (1991) *PLANT ANALYSIS HANDBOOK*. USA: Micro-Macr.

Kalogeropoulos, N. and Tsimidou, M. (2014) ‘Antioxidants in Greek Virgin Olive Oils’, *Antioxidants*, 3(2), pp. 387–413. doi: 10.3390/antiox3020387.

Kumar, R., Kisan Singh, R. and Brijesh, Y. (2012) ‘Vertical Distribution of Physico-Chemical Properties under Different Topo-sequence in Soils of Jharkhand’, *Journal of Agricultural ...*, 12(1), pp. 63–69. Available at: <http://www.agrophysics.in/Published/2012/8-Rakesh-Kumar.pdf>.

Marcelo, M. E. *et al.* (2010) ‘Influence of nitrogen and magnesium fertilization of olive tree “Picual” on yield and olive oil quality’, *Acta Horticulturae*, 868, pp. 445–450. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.868.62.

Norman, R. J., Edberg, J. C. and Stucki, J. W. (1985) ‘Determination of nitrate in soil extracts by dual-wavelength ultraviolet spectrophotometry’, *Soil Science Society of America Journal*, 49(5), pp. 1182–1185. doi: 10.2136/sssaj1985.03615995004900050022x.

Olsen, S. R. *et al.* (1954) ‘Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate’, *Washington, D.C. : U.S. Dept. of Agriculture*, 939.

Psarras, G. *et al.* (2014) ‘Effect of Different Irrigation Regimes on Olive Tree (*Olea europaea* L ., “ Koroneiki ”) Physiology , Yield and Fruit Quality’, (February 2011). doi: 10.17660/ActaHortic.2011.888.9.

Rached, M. Ben *et al.* (2017) ‘Pedologic Factors Affecting Virgin Olive Oil Quality of “Chemlali” Olive Trees (*Olea europaea* L.)’, *Journal of Oleo Science*, 66(8), pp. 907–915. doi: 10.5650/jos.ess17066.

Rallo, L. *et al.* (2018) ‘Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors’, *Scientia Horticulturae*. Elsevier, 233(July 2017), pp. 491–509. doi: 10.1016/j.scienta.2017.12.034.

Ramos, A. F. and Santos, F. L. (2010) ‘Yield and olive oil characteristics of a low-density orchard (cv. Cordovil) subjected to different irrigation regimes’, *Agricultural Water Management*, 97(2), pp. 363–373. doi: 10.1016/j.agwat.2009.10.008.

Reca, M. A. L. A. G. and Regapane, G. I. F. (2006) ‘Phenolic and Volatile Compounds of Extra Virgin Olive Oil (*Olea europaea* L . Cv . Cornicabra) with Regard to Fruit’, pp. 7130–7136.

Rodrigues, M. Â. *et al.* (2012) ‘Fertilizer recommendations for olive based upon nutrients removed in crop and pruning’, *Scientia Horticulturae*. Elsevier B.V., 142, pp. 205–211. doi: 10.1016/j.scienta.2012.05.024.

Rouas, S., Rahmani, M. and Antari, A. El (2016) ‘Effect of geographical conditions (altitude and pedology) and age of olive plantations on the typicality of olive oil in Moulay Driss Zarhoun’, 1(3), pp. 128–137.

Russo, C. *et al.* (2016) ‘Comparison of European olive production systems’, *Sustainability (Switzerland)*, 8(8), pp. 1–11. doi: 10.3390/su8080825.

Saxton, K.E. *et al.* (1986) ‘Estimating generalized soil water characteristics from texture’, *Soil Science Society of America Journal*, 50(4), pp. 1031–1036.

Sayyad-Amin, P., Shahsavari, A. R. and Aslmoshtaghi, E. (2015) ‘Study on Foliar Application Nitrogen, Boron and Zinc on Olive Tree’, *Trakia Journal of Sciences*, 13(2), pp. 131–136. doi: 10.15547/tjs.2015.02.004.

Sgroi, F. *et al.* (2015) ‘Cost-benefit analysis: A comparison between conventional and organic olive growing in the Mediterranean Area’, *Ecological Engineering*. Elsevier B.V., 82, pp. 542–546. doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.05.043.

Shaaban, S. H. A. and Osman, I. M. S. (2016) ‘Nutritional status of soil and plant and nutrient discrimination factor of some irrigated olive orchards at the North West of Egypt’, 11(34), pp. 3232–3239. doi: 10.5897/AJAR2016.11158.

Singh, I. *et al.* (2008) ‘The effects of polyphenols in olive leaves on platelet function’, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(2), pp. 127–132. doi: 10.1016/j.numecd.2006.09.001.

Sofo, A. *et al.* (2008) ‘The olive tree: a paradigm for drought tolerance in Mediterranean climates To cite this version : The olive tree : a paradigm for drought tolerance in Mediterranean climates’.

Solomou, A. and Sfougaris, A. (2011) ‘Comparing conventional and organic olive groves in central Greece: Plant and bird diversity and abundance’, *Renewable Agriculture and Food Systems*, 26(4), pp. 297–316. doi: 10.1017/S1742170511000111.

Tekaya, M. *et al.* (2013a) ‘Effect of nutrient-based fertilisers of olive trees on olive oil quality’, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(8), pp. 2045–2052. doi: 10.1002/jsfa.6015.

Tekaya, M. *et al.* (2013b) ‘Enhancement of antioxidants in olive oil by foliar fertilization of olive Trees’, *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 90(9), pp. 1377–1386. doi: 10.1007/s11746-013-2286-0.

Toplu, C. *et al.* (2009) ‘Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. ‘Gemlik’) in different irrigation and fertilization regimes’, *African Journal of Agricultural Research*, 4(7), pp. 649–658.

Tubeileh, A. *et al.* (2014) ‘Modelling the effects of soil conditions on olive productivity in mediterranean hilly areas’, *International Journal of Agronomy*, 2014. doi: 10.1155/2014/672123.

Walkley, A. and Black, I. A. (1934) ‘An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method’, *Soil Science*, 37, pp. 29–38.

Zivdar, S. *et al.* (2016) ‘Physiological and biochemical response of olive (*Olea europaea* L.) cultivars to foliar potassium application’, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(December).

Ασημακόπουλος, Ι. (2014) *Λιπάσματα Λιπάνσεις*. 2nd edn. Αθήνα: Έμβρυο.

Βασιλακάκης, Μ. (2016) *Γενική και Ειδική Δενδροκομία*. 1st edn. Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνης.

ΕΜΥ (2018) ‘No Title’.

ΕΟΚ (1991) ‘No Title’.

Θερίος, Ι. (2015) *Ελαιοκομία*. 3rd edn. Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη.

Καλαβρουζιώτης, Ι. (2014) *Αειφορική διαχείριση εδαφικών πόρων και αποβλήτων*. 2nd edn. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.

Κυριτσάκης, Α. (2017) *Ελαιόλαδο*. 4th edn. Θεσσαλονίκη: CopyCity Publish.

Ναβροζίδης, Ε. and Ανδρεαδάκης, Σ. (2012) *Ειδική Γεωργική Εντομολογία*. Θεσσαλονίκη: CopyCity Publish.

Παναγόπουλος, Χ. (2007) *Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων & Αμπέλου*. 4th edn. Αθήνα: Σταμούλης.

Σινάνης, Κ. (2011) *Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας*. Ηράκλειο: Αυτοέκδοση.

Σινάνης, Κ. (2015) *Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας*. Ηράκλειο: Αυτοέκδοση.

Τσικαλάς, Π. (2003) *Θρέψη φυτών - Γονιμότητα εδαφών*. Ηράκλειο: Αυτοέκδοση.