



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

Πτυχιακή Διατριβή



**‘Καολίνης και βιοδιεγέρτες για μείωση της θερμικής καταπόνησης στην
ελιά ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής’**

Οικονόμου Μαρία

Επιβλέπουσα : Περσεφόνη Μαλέτσικα

Βόλος, 2024

**‘Καολίνης και βιοδιεγέρτες για μείωση της θερμικής καταπόνησης στην
ελιά ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής’**

‘Kaolin and biostimulants as heat stress alleviators in olive cv. Chondrolia Halkidikis’

Τριμελής εξεταστική επιτροπή :

Επίκ. Καθηγήτρια Περσεφόνη Μαλέτσικα (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)

Καθηγητής Νικόλαος Δαναλάτος

Αναπλ. Καθηγήτρια Ευθυμία Λεβίζου

«Εγώ η Μαρία Οικονόμου, βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής διατριβής, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας Επίκ. Καθηγήτρια Περσεφόνη Μαλέτσικα, για τη στήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας. Η τεχνογνωσία, η υπομονή και η άμεση ανταπόκρισή της ήταν καθοριστικές για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Νάνο, την κα. Ευαγγελία Παναγιωτάκη και τους υποψήφιους διδάκτορες Δενδροκομίας για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένεια μου για την αγάπη, την υποστήριξη και την κατανόηση που μου προσέφεραν όλα τα χρόνια της φοίτησής μου και συνεχίζουν να μου προσφέρουν καθημερινά.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Σημαντικότητα της ελιάς	1
1.1.1 Οικονομική σημαντικότητα της ελιάς	1
1.1.2 Διατροφική αξία της Ελιάς	2
1.1.3 Σημαντικότητα Πράσινης Ελιάς Χαλκιδικής	2
1.2 Καλλιεργητικές Τεχνικές Ελιάς Χαλκιδικής.....	3
1.2.1 Λίπανση.....	3
1.2.2 Άρδευση	3
1.2.3 Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών	3
1.3 Χαρακτηριστικά της ελιάς.....	4
1.3.1 Φυσιολογία ελαιόκαρπου	4
1.3.2 Χαρακτηριστικά των φύλλων.....	6
1.3.3 Ξηρό και ειδικό βάρος.....	7
1.3.4 Χλωροφύλλη a και b.....	7
1.4 Επίδραση θερμικής καταπόνησης και καολίνη.....	8
1.5 Καλλιέργεια Ελιάς και Κλιματική Αλλαγή	9
1.6 Καολίνης	11
1.7 Εκχυλίσματα φυκιών.....	12
1.8 Διαφυλλική εφαρμογή υδρολυμένης πρωτεΐνης (αμινοξέα).....	14
1.9 Πυριτικό ασβέστιο	15
1.10 Συνδυασμός μεθόδων.....	15
2. Υλικά και μέθοδοι.....	17
2.1 Χαρακτηριστικά των ελαιώνων	17
2.2 Μεταχειρίσεις Ελαιώνων	17
2.3 Πειραματικές επεμβάσεις Ελαιώνων	20

2.4 Μετρήσεις αγρού.....	23
2.5 Μετρήσεις εργαστηρίου	23
2.6 Στατιστική ανάλυση	28
3. Αποτελέσματα	29
3.1. Αρδευόμενος εντατικός ελαιώνας Ορμούλιας	29
3.2 Ελαιώνας Νικήτης	37
3.3 Ξερικός Ελαιώνας	39
4. Συζήτηση	42
Συμπεράσματα.....	46
Βιβλιογραφία	48

Περίληψη

Σε ελαιώνες στην Ορμύλια και Νικήτη Χαλκιδικής πραγματοποιήθηκαν μεταχειρίσεις για τη μείωση της καταπόνησης και βελτίωση της ποιότητας των καρπών σε ελαιόδεντρα ποικιλίας Χονδρολιά Χαλκιδικής. Σε έναν ξηρικό και έναν αρδευόμενο ελαιώνα εφαρμόστηκαν διαφυλλικοί ψεκασμοί καολίνη με σκοπό τη μείωση της θερμικής καταπόνησης. Καταγράφηκαν παρατηρήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των φύλλων, μετρώντας τις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, ξηράς ουσίας, καθώς και τον χρωματισμό των φύλλων παρουσία καολίνη, χρησιμοποιώντας το χρωματόμετρο Minolta. Δε βρέθηκε ξεκάθαρη σχέση των μεταβολών των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης a και b με τις μετρήσεις του πραγματικού χρώματος με το όργανο Minolta. Παρουσία καολίνη τα φύλλα είχαν πιο ανοικτόχρωμο χρώμα λόγω μερικής ανάκλασης του φωτός, αλλά υπέστησαν σκίαση. Αυτό το φαινόμενο, που παρατηρήθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις, βρέθηκε από την αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφυλλών ή την αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης b. Επιπλέον, σε έναν εντατικό, αρδευόμενο ελαιώνα εφαρμόστηκε διαφυλλικά μίγμα βιοδιεγερτών με σκοπό τη βελτίωση της λειτουργίας των φύλλων και της ποιότητας των καρπών. Συνοπτικά, τα φύλλα εμφάνισαν καλύτερη λειτουργία στις αρχές Οκτωβρίου κατά την εμπορική συγκομιδή σε σχέση με τις αρχές Ιουλίου κοντά στην εφαρμογή των βιοδιεγερτών και κατά τη θερινή θερμική καταπόνηση. Οι βιοδιεγέρτες βελτίωσαν πολλά χαρακτηριστικά εμπορικής αξίας του ελαιόκαρπου. Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά αποτέλεσαν η αύξηση του βάρους καρπού και περικαρπίου, και η αύξηση του ποσοστού εδώδιμου και ξηρού βάρους περικαρπίου. Συμπερασματικά, ο καολίνης μπορεί να μειώσει την θερμική καταπόνηση σε ξηρικές ελιές ποικιλίας Χονδρολιά Χαλκιδικής πιθανά μέσω της σκίασης των φύλλων, ενώ οι διαφυλλικά εφαρμοσθέντες βιοδιεγέρτες βελτίωσαν την εμπορική ποιότητα του ελαιόκαρπου.

Abstract

In olive groves in Ormylia and Nikiti Chalkidiki foliar treatments were applied to reduce stress and enhance fruit quality in olive trees of cultivar ‘Chondrolia Chalkidiki’. In one rainfed and one irrigated olive groves, foliar sprays of kaolin were applied to reduce heat stress. Observations were recorded regarding leaf characteristics, measuring chlorophyll concentrations, dry matter, as well as leaf color in the presence of kaolin, using the Minolta colorimeter. No clear relationship was found between changes in chlorophyll a and chlorophyll b concentrations and real color measurements with the Minolta instrument. In the presence of kaolin, leaves exhibited a lighter color due to partial light reflection but also experienced shading. This phenomenon, observed in some cases, was realized as an increase in chlorophyll concentrations or an increase in chlorophyll b concentration. Additionally, in an intensive irrigated olive grove, foliar mixtures of biostimulants were applied to improve leaf function and fruit quality. In summary, the leaves seemed to function better in early October, during commercial harvest, compared to early July, near the application of biostimulants and during the summer heat stress. The biostimulants improved many commercially valuable characteristics of the olive fruit, including increased fruit and pericarp weight, as well as increased percent edible and percent dry weight of the pericarp. In conclusion, kaolin may reduce heat stress in rainfed Chondrolia Chalkidiki olives, probably through leaf shading, while the early-summer foliar-applied biostimulants improved the commercial quality of the olive fruit.

1. Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα της ελιάς

1.1.1 Οικονομική σημαντικότητα της ελιάς

Ο ελαιόκαρπος αποτελεί το δημοφιλέστερο αγροτικό προϊόν που παράγεται στην Ελλάδα, με τη χώρα να βρίσκεται σε παραγωγή στη δεύτερη θέση παγκοσμίως μετά την Ισπανία για το έτος 2021 (Eurostat 2023). Η υψηλή ζήτηση της ελιάς σε παγκόσμιο επίπεδο οφείλεται στην ιδιαίτερη γεύση της και την υψηλή θρεπτική της αξία.

Χώρες της Ε.Ε	Παραγωγή ελιάς σε τόνους
Ισπανία	537.670
Ελλάδα	250.090
Ιταλία	89.280

Πίνακας 1. Οι τρεις ευρωπαϊκές χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ελιάς για επιτραπέζια χρήση, το 2021. Πηγή Eurostat.

Η καλλιέργεια της ελιάς έχει ξεχωριστή σημασία για την Ελλάδα, καθώς αποτελεί ένα βασικό στοιχείο της οικονομίας της χώρας, που προσφέρει εργασία και σημαντικά έσοδα σε χιλιάδες ανθρώπους κάθε χρόνο. Το 2021, η Ελλάδα παρήγαγε πάνω από 250.000 τόνους επιτραπέζιες ελιές, αξίας 371 εκατομμυρίων ευρώ, και πάνω από 912.000 τόνους ελαιόλαδο, αξίας 550 εκατομμυρίων ευρώ (Eurostat 2023). Από τη συνολική γεωργική γη του ελλαδικού χώρου που είναι 28420 χιλιάδες στρέμματα, οι ελαιώνες καλύπτουν 7531,6 χιλιάδες στρέμματα, δηλαδή το 26,54% (ΕΛΣΤΑΤ 2023)

Η Ελλάδα έχει εδραιώσει τη θέση της ως ένας σημαντικός εξαγωγέας στο διεθνές εμπόριο, τόσο των επιτραπέζιων ελιών όσο και του ελαιόλαδου. Οι εξαγωγές της χώρας το 2021 έφτασαν στα 551,4 εκατ. ευρώ και 619,3 εκατ. ευρώ, αντίστοιχα για τις μεταποιημένες ελιές και το ελαιόλαδο (Διαδίκτυο 1). Οι κύριες χώρες στις οποίες εξάγονται οι ελληνικές ελιές είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία και η Γαλλία (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2021).

1.1.2 Διατροφική αξία της Ελιάς

Η διατροφική αξία των ελαιόκαρπων είναι εξίσου σημαντική, καθώς αυτοί περιέχουν ποικίλα θρεπτικά συστατικά. Οι ελιές περιέχουν μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία προσφέρουν πολλές ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία της καρδιάς και μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών, όπως του καρκίνου και του διαβήτη (Schwingshackl and Hoffmann 2014). Ακόμη, οι ελιές αποτελούν πηγή βιταμίνης E, η οποία είναι ένα λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό που επιβραδύνει τις αλλοιώσεις των κυτταρικών μεμβρανών, διατηρεί υγιές το δέρμα και τα μάτια, ενδυναμώνει το ανοσοποιητικό σύστημα και καταπολεμά την οστεοπόρωση (Rocha et al. 2020, National Institutes of Health 2021)

Επιπλέον, το ελαιόλαδο, το οποίο προέρχεται από την μηχανική επεξεργασία των ελαιόκαρπων, προσφέρει πολλά ευεργετικά οφέλη στην υγεία. Το ελαιόλαδο είναι πλούσιο σε βιταμίνες, πολυφαινόλες, σκουαλένιο και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, με κύριο από αυτά το ελαϊκό οξύ, τα οποία φέρουν αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Waterman and Lockwood 2007, Guo et al. 2018). Το παρθένο ελαιόλαδο αποτελεί κύριο συστατικό της μεσογειακής διατροφής και θεωρείται λειτουργικό τρόφιμο λόγω των θρεπτικών του ιδιοτήτων (Flori et al. 2019). Η κατανάλωση παρθένου ελαιόλαδου βοηθάει στην αντιμετώπιση των φλεγμονών και στον περιορισμό κινδύνου ηπατικών και καρδιακών βλαβών (Bilal et al. 2021).

1.1.3 Σημαντικότητα Πράσινης Ελιάς Χαλκιδικής

Η πράσινη ελιά Χαλκιδικής καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στην Χαλκιδική και χαρακτηρίζεται από το μεγάλο μέγεθος των καρπών της που φέρουν μια προεξέχουσα θηλή στο ένα άκρο. Κύριες τοπικές ποικιλίες αποτελούν η Χονδροελιά Χαλκιδικής, η ελιά Χαλκιδικής και η Στρογγυλολιά, οι οποίες εμφανίζουν μικρές μορφολογικές διαφορές μεταξύ τους και για αυτό το λόγο οι παραγωγοί τις καλλιεργούν και τις συγκομίζουν μαζί, δίχως να βρίσκονται σε θέση να διακρίνουν τους καρπούς τους (Διαδίκτυο 2, Διαδίκτυο 3).

Η πράσινη ελιά Χαλκιδικής αποτελεί μονοκαλλιέργεια για τους περισσότερους παραγωγούς και απαιτεί πολλές ώρες εργασίας, πολύ εργατικό δυναμικό, σημαντικές εισροές και σχετικά σταθερή παραγωγή από έτος σε έτος. Ακόμη, αντιπροσωπεύει σχεδόν το 50% της συνολικής εγχώριας παραγωγής (περίπου 90–100000 τόνους), ενώ έχει έκταση 310000 στρέμματα, στα οποία υπάρχουν 5200000 δένδρα. Στην περιοχή της Ορμύλιας, Χαλκιδικής καλλιεργούνται 32000 στρέμματα από περίπου χίλιες οικογένειες (Διαδίκτυο 3, Διαδίκτυο 4, Διαδίκτυο 5).

Οι ελιές Χαλκιδικής φέρουν διπλή χρήση, καθώς από αυτές παράγεται υψηλής ποιότητας βρώσιμος ελαιόκαρπος και ελαιόλαδο (η απόδοση σε λάδι κυμαίνεται μεταξύ 14-20%). Ο επεξεργασμένος καρπός που είναι γνωστός ως βρώσιμη ελιά Χαλκιδικής έχει καταχωριστεί ως προϊόν ΠΟΠ από το 2012 και αποτελεί μία από τις πιο αναγνωρίσιμες ελιές στη διεθνή αγορά (Διαδίκτυο 4).

1.2 Καλλιεργητικές Τεχνικές Ελιάς Χαλκιδικής

1.2.1 Λίπανση

Η λίπανση των ελαιόδεντρων πραγματοποιείται σύμφωνα με εδαφολογικούς και φυλλοδιαγνωστικούς ελέγχους που εκτελούνται ανά τρία έως πέντε χρόνια. Κατά τα τέλη Φεβρουαρίου εφαρμόζεται βασική λίπανση Αζώτου, Καλίου και Φωσφόρου N-K-P (20-10-10) (2,5 kg ανά δέντρο για τα μεγάλα δέντρα και 2 kg για τα πιο νεαρά). Τον Απρίλιο πραγματοποιείται διαφυλλική λίπανση με Βόριο (1 L tn^{-1} νερού). Τους καλοκαιρινούς μήνες εφαρμόζεται καλιούχος λίπανση υπό μορφή θεικού καλίου

(1 kg ανά δέντρο). Τέλη Ιουνίου γίνεται η εφαρμογή ουρίας (1 kg ανά δέντρο) και τέλη Ιουλίου, εφόσον υπάρχει καλή καρπόδεση, εφαρμόζεται διαφυλλικό λίπασμα νιτρικού καλίου (6 kg tn^{-1} νερού). Τέλη Νοεμβρίου εφαρμόζεται λίπανση θεικού καλίου (1 kg ανά δέντρο). Ανά 3 χρόνια, τον μήνα Δεκέμβριο, προστίθενται 300 g Βόρακα σε κάθε δέντρο.

1.2.2 Άρδευση

Η άρδευση των ελαιόδεντρων πραγματοποιείται κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και μπορεί να συνεχιστεί μέχρι τη συγκομιδή (τέλη Σεπτεμβρίου) εφόσον δεν υπάρχουν αρκετές βροχοπτώσεις. Στην περιοχή της Χαλκιδικής η ποσότητα νερού που απαιτείται σε κάθε άρδευση για τις επιτραπέζιες ελιές κυμαίνεται στα 21 m^3 ανά στέμμα. Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η άρδευση με ατομικά μπεκ σε απόσταση 50 εκατοστών από τον κορμό του δέντρου και η στάγδην άρδευση.

1.2.3 Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών

Κύριοι εχθροί της ελιάς Χαλκιδικής είναι ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*), ο πυρηνотρήτης (*Prays oleae*), η μαργαρόνια (*Margaronia Palpita unionalis*) και τα ακάρεα (*Aceria oleae*), ενώ δευτερεύοντες είναι ο θρίπας (*Phloethrips Liothrips oleae*), η παρλατόρια, (*Parlatoria oleae*), η ψύλλα, (*Euphyllura phillyrae*), το λεκάνιο (*Saissetia oleae*) και ο

ρυγχίτης (*Rhynchites* ή *Coenorrhinus cribripennis*). Η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς γίνεται πρωτίστως με τη χρησιμοποίηση παγίδων και ψεκασμούς πυρεθρινοειδούς εντομοκτόνου επαφής και στομάχου την άνοιξη και το καλοκαίρι, εφόσον υπάρχει έξαρση πληθυσμού. Όμοια ή παράλληλα γίνεται και η καταπολέμηση του πυρηνοτρήτη, της μαργαρόνιας και του ρυγχίτη. Για την αντιμετώπιση των ακάρεων γίνεται εφαρμογή αμπαμεκτίνης, βρέξιμου θειαφιού ή παραφινικών ελαίων που καταπολεμούν ταυτόχρονα και άλλους εχθρούς, όπως την παρλατόρια, την ψύλλα και το λεκάνιο.

Οι κυρίες ασθένειες της ελιάς Χαλκιδικής περιλαμβάνουν το κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleagina*), το γλοιοσπόριο (*Glomerella cingulata*), τη βούλα (*Camarosporium dalmaticum*) και τη βερτισιλλίωση (*Verticillium dahliae*). Πρωτίστως, για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των ασθενειών της ελιάς εκτελούνται έγκαιρα κλαδέματα των δέντρων κάθε χρόνο. Ακόμη, για την πρόληψη προσβολών του κυκλοκονίου καθώς και του γλοιοσπορίου εφαρμόζονται ψεκασμοί κάλυψης με βορδιγάλειο πολτό 1% την άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ μετά από προσβολή γίνεται εφαρμογή μυκητοκτόνων της ομάδας των στρομπιλουρινών. Η ασθένεια της βούλας αντιμετωπίζεται επιτυχώς με τις πρακτικές κατά του δάκου. Η καταπολέμηση της βερτισιλλίωσης περιορίζεται μόνο στην καταστροφή των ασθενών δέντρων, τον περιορισμό της άρδευσης και την ηλιοαπολύμανση.

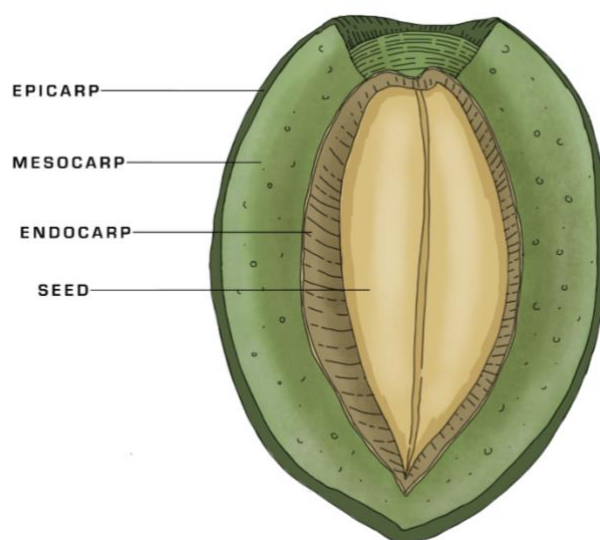
Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται συνεχής αύξηση της χρήσης βιολογικών σκευασμάτων για την προστασία και λίπανση όχι μόνο βιολογικών, αλλά και συμβατικών ελαιώνων στη Χαλκιδική. Πιο συγκεκριμένα για τον έλεγχο των εντόμων αποτελούν συχνή επιλογή το παραφινικό λάδι, ο Βάκιλος Θουριγγίας και ο καολίνης, ενώ για την θρέψη εφαρμόζονται βιοδιεγέρτες, όπως τα αμινοξέα και τα εκχυλίσματα φυκιών.

1.3 Χαρακτηριστικά της ελιάς

1.3.1 Φυσιολογία ελαιόκαρπου

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη και αποτελείται από τρία διακριτά μέρη. Το επικάρπιο (φλοιός) που αντιπροσωπεύει το 1,5-3,5% συνολικής μάζας του καρπού, το μεσοκάρπιο που αντιπροσωπεύει το 84-90% της συνολικής μάζας του καρπού και το ενδοκάρπιο που αποτελείται από ξυλώδες περίβλημα στο οποίο περιέχεται το σπέρμα. Το ενδοκάρπιο μπορεί να αποτελεί το 13-30% του βάρους του καρπού. Ειδικότερα, το μεσοκάρπιο αποτελείται από 22% έλαιο, 50% νερό, 1,6% πρωτεΐνες, 19,1% υδατάνθρακες, 5,8% κυτταρίνη και 1,5%

ανόργανα άλατα. Το ενδοκάρπιο περιέχει 2-4 g λάδι ανά 100 g (Doveri and Baldoni 2007, Ghanbari et al. 2012).



Εικόνα 1. Ανατομία του ελαιόκαρπου. Epicarp είναι το επικάρπιο ή επιδερμίδα, mesocarp είναι το μεσοκάρπιο ή σάρκα, endocarp είναι το ενδοκάρπιο και seed είναι ο σπόρος. Πηγή infoaperture.

Η ανάπτυξη του ελαιόκαρπου περνάει από τρία στάδια. Αρχικά, με τη γονιμοποίηση ξεκινάει μια ταχεία διαδικασία κυτταρικής διαίρεσης η οποία συμβάλλει στην αύξηση των ιστών της ελιάς (Zafra et al. 2017). Το ενδοκάρπιο είναι το μέρος της ελιάς που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη και μπορεί να αποτελέσει το 80% του όγκου του καρπού στο τέλος του 1^{ου} σταδίου ανάπτυξης του καρπού (Διαδίκτυο 6). Στο 2^ο στάδιο ανάπτυξης του καρπού το μεσοκάρπιο και το επικάρπιο δεν παρουσιάζουν μεγάλη αύξηση σε μέγεθος, καθώς ξυλοποιείται το ενδοκάρπιο. Αυτή η διαδικασία ολοκληρώνεται τον Ιούλιο. Έπειτα, τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο η ανάπτυξη του καρπού αυξάνεται σημαντικά με την ανάπτυξη του μεσοκαρπίου και τη συσσώρευση ελαιολάδου. Τον Οκτώβριο, σταδιακά μειώνεται η συγκέντρωση χλωροφύλλης στο επικάρπιο και αυξάνονται τα καροτενοειδή και ανθοκυάνες, ώστε το χρώμα του επικαρπίου να αρχίζει να κοκκινίζει και μαυρίζει (Θέριος 2005).

Κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης στον ελαιόκαρπο εντοπίζονται απλά σάκχαρα όπως η φρουκτόζη και η γλυκόζη, τα οποία συμβάλλουν στην κυτταρική διαίρεση και στην ανάπτυξη (Mansour and Azadeh 2007). Με την ανάπτυξη του καρπού αυξάνεται η συγκέντρωση πιο

σύνθετων υδατανθράκων όπως η κυτταρίνη η ημικυτταρίνη και η πηκτίνη (Vierhuis 2002). Αυτοί οι σύνθετοι υδατάνθρακες σχηματίζουν τα κυτταρικά τοιχώματα και σκληραίνουν στη σάρκα (Britannica 2023). Τα ποσοστά των φαινολικών ενώσεων, όπως η ελαιοευρωπαϊνή και τα παράγωγά της μειώνονται κατά την ανάπτυξη του καρπού (Fernández-Bolaños et al. 2006). Η ελαιοευρωπαϊνή προσδίδει στο ελαιόκαρπο την πικρή γεύση του και αφαιρείται κατά την επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς με προσθήκη καυστικού νατρίου και έκπλυση ή με κοινό αλάτι (Amiot et al. 1986, Θέριος 2005). Με την ωρίμανση οι καρποί μετατρέπονται από πράσινοι σε μελανοί εξαιτίας της σύνθεσης των ανθοκυανών (Roca and Mínguez-Mosquera 2001). Στο στάδιο της μελανής ωρίμανσης παρατηρείται η μεγαλύτερη συσσώρευση υδατανθράκων και οργανικών οξέων στον ελαιόκαρπο επιπρόσθετα της τεράστιας συσσώρευσης ελαιόλαδου (Karagiannis et al. 2021).

1.3.2 Χαρακτηριστικά των φύλλων

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων αποτελούνται από πολλά στοιχεία που μπορούν να μετρηθούν και να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία του φυτού. Πιο συγκεκριμένα, το ξηρό και ειδικό βάρος, η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης και των χλωροφυλλών a και b σχετίζονται με την υγεία των φύλλων, την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά, τη φωτοσυνθετική τους ικανότητα και την απόκριση τους στις καταπονήσεις.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων της ελιάς μεταβάλλονται κατά τη βλαστική περίοδο. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες τα φύλλα της ελιάς εκτίθενται σε έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Σε αυτήν την περίοδο ολοκληρώνεται η άνθηση και ξεκινάει η ανάπτυξη των ελαιόκαρπων. Τα φύλλα συμμετέχουν ενεργά στη φωτοσύνθεση προκειμένου να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια για το φυτό. Επομένως, τα φύλλα έχουν μεγάλη συγκέντρωση χλωροφύλλης και ξηρό βάρος (Solbach et al. 2021, Horne and Goldman 1994, Sirley 1929).

Κατά τους φθινοπωρινούς μήνες η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται, επομένως μειώνεται και ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης που πραγματοποιείται στα φύλλα και οι ανάγκες των φυτών σε υδατάνθρακες. Σε αυτή την περίοδο παρατηρείται και η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (Kräutler, 2014). Αυτή η μεταβολή της χλωροφύλλης οδηγεί σε μείωση του ξηρού βάρους των φύλλων της ελιάς (Regni et al. 2019, Bokari, 1983).

1.3.3 Ξηρό και ειδικό βάρος

Το ξηρό βάρος εκφράζει τη βιομάζα και τη συγκέντρωση των οργανικών και ανόργανων θρεπτικών συστατικών που περιέχονται στο φύλλο αφού έχει υποστεί ξήρανση και αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον υπολογισμό των αναγκών λίπανσης (Διαδίκτυο 9, Huang et al. 2019). Με το ειδικό βάρος πραγματοποιείται ο υπολογισμός της ποσότητας ξηράς ουσίας που περιέχεται σε μια μονάδα επιφάνειας φύλλου. Το ειδικό βάρος φύλλου εκφράζει το πάχος του φύλλου και είναι θετικά συνδεδεμένο με την φωτοσυνθετική ικανότητα, καθώς φυτά με μεγαλύτερο ειδικό βάρος φύλλου έχουν αποτελεσματικότερο φωτοσυνθετικό μηχανισμό (Takai et al. 2010, Pettigrew et al. 1993).

1.3.4 Χλωροφύλλη a και b

Οι χλωροφύλλες a και b αποτελούν τους κύριους τύπους χλωροφύλλης που συναντώνται στα ανώτερα φυτά και τα κυανοβακτήρια (Brittanica 2024). Πιο συγκεκριμένα, η χλωροφύλλη a αποτελεί τη βασική χρωστική ουσία της φωτοσύνθεσης, κατά την οποία η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική, μέσω της σύνθεσης οργανικών ενώσεων (Wang and Grimm 2021, Björn, et al. 2009). Η χλωροφύλλη a απορροφά το φως από τις πορτοκαλοκόκκινες και ιώδεις-μπλε περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και ξεκινά τη μεταφορά ηλεκτρονίων στα φωτοσυστήματα (Li et al. 2018, Ishikita et al. 2006). Η χλωροφύλλη b αποτελεί μια βοηθητική χρωστική ουσία που απορροφά κυρίως το μπλε φως και λειτουργεί συνδυαστικά με τη χλωροφύλλη a (Kume et al. 2018, Milne et al. 2015). Η ύπαρξη της στους χλωροπλάστες είναι προσαρμοστική και τα φύλλα που σκιάζονται έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b, καθώς έτσι αυξάνεται το εύρος του μήκους κύματος φωτός που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση (Kume et al. 2018, Muhidin et al. 2018, Tanaka and Tanaka 2011).

Η σχέση χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b ($Chla/b$) αποτελεί δείκτη της φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυτού (Li et al. 2018). Σε υγιή φυτά η τιμή της σχέσης $chla/b$ είναι περίπου 3:1 (Rajalakshmi and Banu 2015). Η σχέση αυτή είναι πολύ σημαντική, καθώς φανερώνει την απόκριση του φυτού στις καταπονήσεις από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Chen et al. 2010). Η σχέση $chla/b$ μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Σε πείραμα των Filimon et al. (2014) στα φύλλα του αμπελιού βρέθηκε ότι η αναλογία $chla/b$ ήταν υψηλότερη στην αρχή της βλαστικής περιόδου και μειωμένη κατά την ωρίμανση των σταφυλιών. Ακόμη, έχει αποδειχτεί ότι τα φυτά μπορούν να προσαρμόσουν την αναλογία $chla/b$ κάτω από διαφορετικές ακτινοβολίες προκειμένου να ανταποκριθούν στις αλλαγές του

φωτός (Leong and Anderson 1984). Όμως, μεγάλη απόκλιση από αυτή την τυπική τιμή φανερώνει προβλήματα στη φωτοσυνθετική ικανότητα.

Η ποσότητα της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη φωτοσυνθετική ικανότητα, την υγεία του φύλλου, και το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται (Hamblin et al. 2014). Κατά την ανάπτυξη των φυτών, σύμφωνα με τον Vogelmann (1993), τα φύλλα γίνονται παχύτερα σε υψηλότερο επίπεδο φωτισμού και έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, εφόσον φωτίζονται πλήρως. Σε φύλλα που αναπτύσσονται σε συνθήκες σκίασης η έκφραση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου είναι σημαντικά μικρότερη από ότι σε φύλλα που εκτίθενται στον ήλιο (Brougham 1960).

1.4 Επίδραση θερμικής καταπόνησης και καολίνη

Η θερμική καταπόνηση επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στη λειτουργία των φύλλων της ελιάς. Σύμφωνα με τον Wahid (2007), το θερμικό στρες οδήγησε σε σημαντική μείωση της ξηράς ουσίας φύλλου στο ζαχαροκάλαμο, ενώ από μελέτη των Haworth et al. (2018) διαπιστώθηκε ότι προκάλεσε μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας στα φύλλα των ελαιόδεντρων. Η θερμική καταπόνηση μπορεί να προκαλέσει μείωση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη και επιταχυνόμενη αποικοδόμησή της, επιφέροντας πρόωρη γήρανση των φύλλων (Rossi et al. 2017, Ristic et al. 2007).

Σε πολλές περιπτώσεις έχει αποδειχτεί ότι η διαφυλλική εφαρμογή καολίνη μπορεί να μετριάσει τις αρνητικές επιπτώσεις της θερμικής καταπόνησης και να βελτιώσει τη φυσιολογία και τις λειτουργίες των φύλλων. Πιο συγκεκριμένα, σε μελέτη των Hamdy et al. (2022) αναφέρεται ότι η διαφυλλική εφαρμογή καολίνη προκάλεσε αύξηση των φωτοσυνθετικών χρωστικών χλωροφύλλης a και χλωροφύλλης b στα φύλλα. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι η εφαρμογή καολίνη μειώνει τη στοματική αγωγιμότητα των φύλλων και αυξάνει τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης κατά το τέλος της βλαστικής περιόδου στα ελαιόδεντρα (Cirillo et al. 2021). Ο καολίνης έχει την ικανότητα να διατηρεί τα φύλλα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, γεγονός που βοηθά τη λειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού και την αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης μειώνοντας τη φωτοαναπνοή (Dinis et al. 2020).

Ωστόσο, σε ορισμένα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε αμυγδαλιές, καρυδιές και μηλιές αποδείχτηκε ότι η σκίαση που επιφέρει ο καολίνης στα φύλλα και η έντονη ανακλαστική του

ικανότητα είναι ικανή να μειώσει πολύ το διαθέσιμο φως και την απορρόφηση του από τα φύλλα μειώνοντας έτσι την παραγωγικότητά τους (Rosati et al. 2007, Le Grange et al. 2004).

1.5 Καλλιέργεια Ελιάς και Κλιματική Αλλαγή

Η καλλιέργεια της ελιάς έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις σχετικά με τη θερμοκρασία και την άρδευση. Η ετήσια καρποφορία των ελαιόδεντρων επηρεάζεται από τη θερμοκρασιακή αλληλουχία, με την άνθηση της ελιάς να ξεκινά νωρίς το καλοκαίρι (τέλη Μαΐου) σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και την περίοδο του λήθαργου να ξεκινάει σε ψυχρότερες συνθήκες το χειμώνα. Η ελιά απαιτεί έναν αριθμό ωρών χαμηλών θερμοκρασιών (10°C - 16°C) προκειμένου να διακοπεί ο λήθαργος των ανθοφόρων οφθαλμών, ενώ, εάν δεν τις καλύψει, περιορίζεται η ανθοφορία και τα άνθη είναι ατελή (Νάνος 2021).

Η ελιά θεωρείται ξηροφυτικό φυτό που δείχνει ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση, όμως παρουσιάζει θετική ανταπόκριση στην άρδευση, καθώς τα αρδευόμενα δέντρα παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες καρπών και σε καλύτερη ποιότητα. Ακόμη, με την ορθολογική άρδευση επιτυγχάνεται και ο περιορισμός του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας (Θέριος 2005).

Η κλιματική αλλαγή πρόκειται να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα (Grillakis et al. 2022). Η άνοδος της θερμοκρασίας και η αυξημένη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι οι καύσωνες και οι ξηρασίες, προβλέπεται πως θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγή πράσινων ελιών. Αρχικά, η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στην περίοδο, ένταση και διάρκεια της άνθησης της ελιάς (Bonofiglio et al. 2009). Από μελέτη του Grillakis et al (2022) που πραγματοποιήθηκε σε ποικιλία Κορωνέικη στην Κρήτη, αποδείχτηκε ότι οι αυξημένες θερμοκρασίες, που προβλέπεται ότι θα πλήξουν τη Μεσόγειο, θα οδηγήσουν στο να μην πληρούνται οι απαιτήσεις των ελαιόδεντρων σε ψύχος κάθε χρόνο επισπεύδοντας 6 έως 10 ημέρες την άνθηση και διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή απειλώντας έτσι την οικονομική βιωσιμότητα της καλλιέργειας. Ήδη τα τελευταία χρόνια παρατηρείται πως οι αυξημένες θερμοκρασίες επιταχύνουν τη διαδικασία της άνθησης και της ωρίμανσης με συχνό αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή (Denney and Mceachern 1983). Ακόμη, η έλλειψη βροχής και οι μεγάλες περίοδοι ξηρασίας που αναμένονται θα προκαλέσουν καταπόνηση στο φυτό μειώνοντας την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών (Ben-Ari et al. 2021).

Από την κλιματική αλλαγή θα επηρεαστεί ο κύκλος του νερού και οι υδάτινοι πόροι που χρησιμοποιούνται στη γεωργία, καθώς προβλέπεται πως οι θερμοκρασίες θα είναι αυξημένες

και οι βροχές θα λιγοστεύουν, ενώ ταυτόχρονα οι καλλιέργειες θα έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε άρδευση. Ειδικότερα, σε άνυδρες περιοχές η γεωργία θα αντιμετωπίσει πρωτίστως τις προκλήσεις της αυξανόμενης ανθρώπινης πίεσης στους υδάτινους πόρους (FAO 2017).

Επομένως, κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων για τη βελτίωση της χρήσης του νερού στη γεωργία. Αρχικά, συνίσταται ο έλεγχος της χρήσης νερού στις αρδευόμενες καλλιέργειες και η εφαρμογή άρδευσης ακριβείας. Από μελέτη των Wang et al. (2021) αποδείχτηκε πως η χρήση συστημάτων άρδευσης με σταγόνες είναι πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή άρδευση με αυλάκια και λεκάνες, όσον αφορά την εξοικονόμηση νερού, τη διαθεσιμότητα και την απόδοση των καλλιεργειών. Ακόμη, η χρήση πρακτικών εδαφοκάλυψης και αναμόχλευσης του εδάφους θα συμβάλει στη μείωση της απώλειας νερού μέσω της εξάτμισης και της διάβρωσης, διατηρώντας την υγρασία του εδάφους (Jabran 2019). Τέλος, κρίνεται αναγκαία η αποφυγή των συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων, τα οποία ευθύνονται για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, και η αντικατάστασή τους με βιολογικά σκευάσματα και βιοδιεγέρτες, οι οποίοι έχουν αποδειχτεί αποτελεσματικοί για τον μετριασμό των αβιοτικών, στρεσογόνων παραγόντων που έχει επιδεινώσει η κλιματική αλλαγή (FAO 2020, Bhupenchandra et al. 2022).

1.6 Καολίνης

Ο καολίνης είναι ένα λευκό πέτρωμα που αποτελείται από αργιλοπηλώδη υλικά και φέρει τον χημικό τύπο $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Αποτελείται κυρίως από το ορυκτό καολινίτη που είναι γνωστό για την εύκολη διασπορά του και τη χημική του αδράνεια. Ο καολίνης έχει pH μεταξύ 4,5 και 6,5 (Διαδίκτυο 7).

Η χρήση του καολίνη στη γεωργία παρουσιάζει ποικίλα οφέλη, ιδιαίτερα για τη θερμική καταπόνηση και τον έλεγχο εντόμων (Thomas et al. 2004). Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει η εκτεταμένη εφαρμογή του στα ελαιόδεντρα ως πιθανή λύση για τη βελτίωση της ανάπτυξης και της απόδοσης των δέντρων και τον μετριασμό της βιοτικής και αβιοτικής καταπόνησης.

Ο καολίνης όταν ψεκάζεται στα φύλλα και στα κλαδιά των ελαιόδεντρων δημιουργεί μια φυσική ασπίδα προστασίας από την υπέρυθη και υπεριώδη ακτινοβολία. Τα μικροσκοπικά του σωματίδια σχηματίζουν ένα λευκό, ανακλαστικό στρώμα στην επιφάνεια του δέντρου το οποίο ελαττώνει την απορρόφηση θερμότητας, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την ανταλλαγή αερίων κατά τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή (Glenn 2012). Ο μηχανισμός αυτός μειώνει τη θερμική καταπόνηση και την ένταση της διαπνοής, καταστάσεις που χωρίς τον καολίνη επιφέρουν απώλεια νερού και περιορισμό της ανάπτυξης ενώ φαίνεται να αυξάνει τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης (Glenn and Puterka 2005). Επίσης, η ανακλαστική ιδιότητα του καολίνη ανακουφίζει τους καρπούς της ελιάς από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία (Antonakou et al. 2005).

Το προστατευτικό επίστρωμα που δημιουργεί ο καολίνης καλύπτει τους φυτικούς ιστούς με μια διαδικασία που ονομάζεται καμουφλάζ (Glenn and Puterka 2005) η οποία απωθεί τα έντομα και τα ακάρεα εμποδίζοντας την κίνηση τους, την πρόσληψη τροφής και την ωοτοκία (Antonakou et al. 2005, Jaastad et al. 2006). Ο καολίνης βρέθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματικός στον έλεγχο του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), της ψύλλας της ελιάς (*Euphyllura olivina*), του πυρηνοτρήτη (*Prays oleae*) και του λεκανίου της ελιάς (*Saisetia oleae*) (Mozhdehi et al. 2016). Ειδικότερα, από μελέτη των Saour και Makee (2004) διαπιστώθηκε ότι ο ψεκασμός καολίνη μπορεί να μειώσει σημαντικά την προσβολή από τον δάκο της ελιάς, χωρίς ο καολίνης να προκαλεί υπολειμματικότητα και φυτοτοξικότητα.

Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης του καολίνη είναι η ανάγκη συχνών εφαρμογών, καθώς ξεπλένεται εύκολα έπειτα από βροχή, επιφέροντας επιπλέον κόστη και εργασία. Ακόμη, εξαιτίας της λευκής επίστρωσης που δημιουργεί ενδέχεται να επηρεάσει και ωφέλιμα έντομα, όπως επικονιαστές και ωφέλιμα αρθρόποδα (Karise et al. 2018). Σύμφωνα με τους Adamson

et al. (2021), παρόλο που ο καολίνης έχει μικρή τοξικότητα στις μέλισσες, δυσχεραίνει την εύρεση τροφής και γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του κατά την άνθηση.



Εικόνα 1. Το λευκό προστατευτικό επίστρωμα του καολίνης επάνω στα φύλλα των ελαιώνων της Νικήτης στην παρούσα διατριβή.

1.7 Εκχυλίσματα φυκιών

Τα εκχυλίσματα φυκιών αποτελούν μια δημοφιλή κατηγορία βιοδιεγερτών, λόγω της ικανότητας τους να προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και να μειώνουν τις καταπονήσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα εκχυλίσματα φυκιών στην γεωργία προέρχονται από διάφορα είδη καφέ φυκιών όπως το *Ascophyllum nodosum*, το *Fucus spp.*, το *Laminaria spp.* και το *Turbinaria sp.* (Hong et al. 2007, Ugarte et al. 2006)

Τα καφέ φύκια έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, οι οποίες παράγονται σε καταστάσεις καταπόνησης για να προστατεύσουν τα κύτταρα και τα κυτταρικά συστατικά (Nakamura et al. 1995). Οι φαινολικές ενώσεις έχουν αντιοξειδωτική δράση και υπάρχουν σε αφθονία στο *Ascophyllum nodosum* (Audibert et al. 2010, Peñalver et al. 2020). Ακόμη, τα εκχυλίσματα φυκιών περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, μέταλλα, πολυσακχαρίτες, ιχνοστοιχεία και αυξητικές ορμόνες όπως αυξίνες, κυτοκινίνες και

γιββεριλίνες, που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και του ριζικού συστήματος (Sridhar et al. 2010, Stirk et al. 2014, Sasikala et al. 2016). Σε έρευνα των Salah et al. (2017) αποδείχτηκε ότι οι πολυσακχαρίτες των φυκιών ενεργοποιούν τον μεταβολισμό των φαινολών οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη μυκηλίων του *Verticillium dahliae*, μετριάζοντας την ένταση και τη συχνότητα του μαρασμού/αποπληξίας της ελιάς. Στα εκχυλίσματα φυκιών εντοπίζονται και αναστολείς ανάπτυξης, όπως το αμπισικό οξύ (ABA), καθώς και βεταΐνες που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της ωσμωτικής καταπόνησης και αυξάνουν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερες αποδόσεις καλλιέργειας (Blunden et al. 1996, McNeil et al. 1999). Οι Agarwal et al. (2021) υποστηρίζουν ότι ορισμένα εκχυλίσματα φυκιών φέρουν την ιδιότητα βιο-εκκινήτων που ενισχύουν την άμυνα των φυτών έναντι παθογόνων, ρυθμίζοντας βιοχημικούς και μοριακούς μηχανισμούς.

Η εφαρμογή των εκχυλισμάτων φυκιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως με διαφυλλικούς ψεκασμούς, με διαβροχή του εδάφους, θεραπεία σπόρου και ως μετασυλλεκτική θεραπεία των καρπών (Khan et al. 2009). Από μελέτη των Battacharyya et al. (2015) διαπιστώθηκε μάλιστα ότι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί είναι ακόμη πιο αποτελεσματικοί όταν πραγματοποιούνται νωρίς το πρωί, όταν τα στομάτια των φυτών είναι ανοιχτά.

Τα οφέλη της διαφυλλικής εφαρμογής των εκχυλισμάτων φυκιών είναι ποικίλα. Αρχικά, προσέδωσε αντοχή στην αλατότητα, στην ξηρασία, στην υψηλή θερμοκρασία και σε ρυπογόνους παράγοντες. Ακόμη, βελτίωσε την ανάπτυξη των βλαστών και ριζών και επέφερε ταχύτερη ανθοφορία, αύξηση της παραγωγής και ομοιόμορφη ωρίμανση των καρπών (Khan et al. 2009). Η διαφυλλική εφαρμογή εκχυλισμάτων φυκιών αύξησε επίσης την πρόσληψη αζώτου (N), φωσφόρου (P), καλίου (K) και θείου (S) (Rathore et al. 2008). Πιο συγκεκριμένα, στα φύλλα ελιάς αύξησε τις συγκεντρώσεις σιδήρου (Fe) και χαλκού (Cu), ενώ μείωσε τις συγκεντρώσεις μαγγανίου (Mn) (Chouliaras et al. 2009).

Από μελέτη των Chen et al. (2023) διαπιστώθηκε ότι τα εκχυλίσματα φυκιών έκαναν πιο ανθεκτικές τις ρίζες του ζαχαροκάλαμου σε συνθήκες ξηρασίας, ενώ ταυτόχρονα έκαναν το έδαφος πιο γόνιμο αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα του σε θρεπτικά συστατικά.

Σε πείραμα των Chouliaras et al. (2009) σε ποικιλία Κορωνέικης ελιάς βρέθηκε ότι η διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών συνδυαστικά με εδαφική λίπανση με άζωτο (NH_4NO_3) και βόρακα αύξησε την παραγωγικότητα, την πρώιμη ωρίμανση των ελαιόκαρπων και την περιεκτικότητα τους σε λάδι. Επιπλέον, η εφαρμογή μείωσε τις ποσότητες παλμιτολεϊκού, στεατικού και λινολεϊκού οξέος στο ελαιόλαδο, ενώ αύξησε τις συγκεντρώσεις λινολενικού και ελαϊκού οξέος. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα φυκιών αποτελούν μια καλή λύση για την ενίσχυση της άμυνας των φύλλων της ελιάς έναντι ενός ευρέος φάσματος παθογόνων

μυκήτων και βακτηρίων (Cluzet et al. 2004, Aitouguinane et al. 2022). Επομένως, τα εκχυλίσματα φυκιών μπορούν δυνητικά να συνεισφέρουν στον έλεγχο του κυκλοκόνιου που αποτελεί μια από τις κύριες ασθένειες που πλήττουν την ελιά και οφείλεται στον μύκητα *Spilocaea oleaginea*.

1.8 Διαφυλλική εφαρμογή υδρολυμένης πρωτεΐνης (αμινοξέα)

Η υδρολυμένη πρωτεΐνη είναι ένας φυτικός βιοδιεγέρτης που μπορεί να εφαρμοστεί είτε με διαφυλλικούς ψεκασμούς είτε στο έδαφος κοντά στις ρίζες των φυτών. Προκύπτει από συνδυασμούς πολυπεπτιδίων, ολιγοπεπτιδίων και αμινοξέων που προέρχονται από πηγές πρωτεϊνών με μερική υδρόλυση (Cavani et al. 2017). Η διαφυλλική εφαρμογή της υδρολυμένης πρωτεΐνης προσφέρει πολλές ευεργετικές ιδιότητες στα φυτά και τα προστατεύει από αβιοτικούς παράγοντες που προκαλούν καταπόνηση.

Σύμφωνα με μελέτη των Colla et al. (2017) η εφαρμογή της υδρολυμένης πρωτεΐνης έχει την ικανότητα να διεγείρει τον μεταβολισμό του άνθρακα και του αζώτου, να παρεμβαίνει στην ορμονική δραστηριότητα και να ενισχύει την αποτελεσματικότητα απορρόφησης θρεπτικών ουσιών από τα φυτά. Ακόμη, τα αμινοξέα που υπάρχουν στην υδρολυμένη πρωτεΐνη αποτελούν τροφή για τα ωφέλιμα μικρόβια που συμμετέχουν στην καταπολέμηση της βιοτικής και αβιοτικής καταπόνησης.

Τα υδρολύματα πρωτεϊνών σχηματίζουν σύμπλοκα μεταλλικών θρεπτικών συστατικών και αποτρέπουν την αδιαλυτοποίησή τους, γεγονός που ενισχύει τη διαθεσιμότητα του σιδήρου (Fe), του μαγγανίου (Mn) και του ψευδαργύρου (Zn) σε αλκαλικά εδάφη (Cerdán et al. 2009). Όταν εφαρμόζονται στο έδαφος διεγείρουν την ανάπτυξη της ρίζας και συμμετέχουν στην απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, αυξάνοντας την απόδοση της καλλιέργειας (Santi et al. 2017). Από μελέτη του Botta (2013) έχει αποδειχθεί ότι τα υδρολύματα πρωτεϊνών συμβάλλουν στην ενίσχυση της αντοχής των καλλιεργειών στην αβιοτική καταπόνηση (θερμική καταπόνηση, αλατότητα, ξηρασία και συνθήκες χαμηλού φωτισμού) δρώντας ως ωσμωλύτες και ρυθμιστές της γονιδιακής έκφρασης. Τα υδρολύματα πρωτεϊνών μπορούν επίσης να βελτιώσουν την ποιότητα των φρούτων και των λαχανικών αυξάνοντας τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα και τα επίπεδα χλωροφύλλης και καροτενοειδών στα φύλλα και καρπούς (Botta 2013).

1.9 Πυριτικό ασβέστιο

Το πυριτικό ασβέστιο είναι μια λευκή σκόνη με χημικό τύπο Ca_2SiO_4 που χρησιμοποιείται συνήθως για τη ρύθμιση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους (Διαδίκτυο 8, Lu et al. 2017). Η εφαρμογή πυριτικού ασβεστίου στο έδαφος μπορεί να βελτιώσει το pH, να ανακουφίσει από την τοξικότητα του αλουμινίου (Al), καθώς και να αυξήσει σημαντικά τις ποσότητες των ανταλλάξιμων κατιόντων ασβεστίου (Ca) και πυριτίου (Si) (Elisa et al. 2016). Το πυριτικό ασβέστιο αυξάνει τη διαθεσιμότητα του προστιθέμενου φωσφόρου (P) στο έδαφος και βελτιώνει την αντοχή σε ανισορροπία ψευδαργύρου (Zn) (Paradisone et al. 2022, Harnoto 2008). Σε μελέτη των Lu et al. (2017) βρέθηκε επίσης, ότι το πυριτικό ασβέστιο στο έδαφος μπορεί να μειώσει την τοξικότητα από το κάδμιο (Cd), ένα χημικό στοιχείο που μοιάζει με τον ψευδάργυρο, ωστόσο, προκαλεί τοξικότητα στα φυτά και τον άνθρωπο. Το κάδμιο προστίθεται σε μικρές ποσότητες στο έδαφος από φωσφορικά λιπάσματα και αστικά απόβλητα (Grant and Sheppard 2008).

Επιπλέον, το διαφυλλικό πυριτικό ασβέστιο είναι χρήσιμο στα φυτά, καθώς προάγει την ανάπτυξη τους και συμβάλλει στο μετριασμό των βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων (Heckman et al. 2003). Σύμφωνα με τους Bokhtiar et al. (2011) η εφαρμογή πυριτικού ασβεστίου στα ζαχαροκάλαμα αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη, την υγρασία στους ιστούς των φύλλων και την απόδοση ξηρής ουσίας. Ωστόσο, η συνεχής εφαρμογή των πυριτικών οδήγησε σε μείωση της περιεκτικότητας σε σίδηρο (Fe), χαλκό (Cu), ψευδάργυρο (Zn) και μαγγάνιο (Mn) στους ιστούς των φύλλων. Επομένως, η λίπανση με πυριτικό ασβέστιο θα πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένες δόσεις σύμφωνα με τις ανάγκες κάθε καλλιέργειας. Οι Almeida et al. (2008) απέδειξαν ότι το πυριτικό ασβέστιο σε συνδυασμό με ένα οργανικό ορυκτό λίπασμα μείωσε τον πληθυσμό του θρίπα (*Thrips palmi* Karny) και τη ζημιά που προκλήθηκε από τις νύμφες, ενισχύοντας την αντοχή της μελιτζάνας σε αυτό το έντομο.

1.10 Συνδυασμός μεθόδων

Ο συνδυασμός των ευεργετικών ιδιοτήτων που προσφέρουν τα εναλλακτικά βιολογικά σκευάσματα μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό όπλο για την επίτευξη μιας βιώσιμης και αποδοτικής καλλιέργειας και την αντιμετώπιση των ολοένα αυξανόμενων προκλήσεων που αντιμετωπίζει η σύγχρονη γεωργία με την ταχεία μείωση των διαθέσιμων χημικών σκευασμάτων. Σε πείραμα των Cabo et al. (2019), που πραγματοποιήθηκε σε φουντουκίες,

βρέθηκε ότι ο διαφυλλικός ψεκασμός καολίνη και εκχυλίσματος φυκιών του είδους *Ascophyllum nodosum* ελάττωσε τη θερμική καταπόνηση και τη διαρροή ηλεκτρολυτών. Ταυτόχρονα, αύξησε την περιεκτικότητα σε νερό και την καθαρή αφομοίωση CO₂ από τα φυτά. Ακόμη, βρέθηκε ότι ο συνδυασμός καολίνη με εκχυλίσματα φυκιών μπορεί να ενισχύσει την αντοχή των δέντρων στην κλιματική αλλαγή, χωρίς να επηρεάζει την ποιότητα των καρπών (Cabo et al. 2020). Η διαφυλλική εφαρμογή υδρολυμένων πρωτεϊνών σε συνδυασμό με εκχυλίσματα φυκιών επέφερε θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα και την απόδοση της καλλιέργειας σπανακιού και σόγιας, καθώς συμμετείχε στη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης και αύξησε το ποσοστό των φαινολών και ασκορβικού οξέος στα φυτά.

Επομένως, η συνδυαστική εφαρμογή εναλλακτικών βιολογικών σκευασμάτων μπορεί να αποτελέσει μια καλή τεχνική για τη βελτίωση της απόδοσης των ελαιώνων και τη μείωση των καταπονήσεων με αποτέλεσμα και τη βελτίωση της ποιότητας του ελαιόκαρπου.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Χαρακτηριστικά των ελαιώνων

Τα πειράματα διεξήχθησαν σε τρεις διαφορετικούς ελαιώνες, εκ των οποίων οι δύο βρίσκονται στην Ορμύλια Χαλκιδικής (περιοχές Κουκουβάγια και Καραβάς) και διακρίνονται σε εντατικό αρδευόμενο και ξερικό, ενώ ο τρίτος βρίσκεται στη Νικήτη Χαλκιδικής όπου δε πραγματοποιείται καμία καλλιεργητική εργασία. Πιο συγκεκριμένα, ο αρδευόμενος εντατικός ελαιώνας είναι 39 ετών (έτος φύτευσης 1983), είναι περίπου 4 στρέμματα και η πυκνότητα φύτευσης του είναι 25 δένδρα ανά στρέμμα, με αποστάσεις φύτευσης 6x6 m. Ο ξερικός ελαιώνας είναι περίπου 80 ετών, είναι 3 στρέμματα, έχει πυκνότητα φύτευσης 30 δέντρα ανά στρέμμα με αποστάσεις φύτευσης 5x5 m, και η παραγωγικότητά του είναι πολύ χαμηλή. Τέλος, ο ελαιώνας στη Νικήτη είναι 13 ετών, είναι ένα στρέμμα με 25 δέντρα, με αποστάσεις φύτευσης 6x6 m, και απέχει 40 m από τη θάλασσα. Οι δύο πρώτοι αγροί συνορεύουν με γειτονικούς ελαιώνες, ενώ ο τελευταίος βρίσκεται κοντά σε οικία.

Όλοι οι ελαιώνες έχουν διαμόρφωση κύπελλο και είναι αυτόρριζοι με την ποικιλία Χονδρολιά Χαλκιδικής.

Η άρδευση του εντατικού ελαιώνα και του ελαιώνα της Νικήτης επιτυγχάνεται με τη χρήση καρφωτών μπέκ που είναι τοποθετημένα σε μισό μέτρο απόσταση από τον κορμό των δέντρων. Η παροχή τους είναι 150 L h⁻¹. Ο εντατικός ελαιώνας αρδεύεται 4 ώρες και 30 λεπτά ανά εβδομάδα, ενώ ο ελαιώνας στη Νικήτη 2 ώρες ανά 15 ημέρες.

Οι αποδόσεις του εντατικού ελαιώνα είναι περίπου 60 kg ανά δέντρο ετησίως, ενώ οι άλλοι δύο αγροί έχουν μη εμπορικές αποδόσεις.

2.2 Μεταχειρίσεις Ελαιώνων

Ακολουθούν οι καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονταν ήδη στους ελαιώνες, πριν τη διεξαγωγή του πειράματος.

i. Εντατικός αρδευόμενος Ελαιώνας

Πίνακας 2.1 Μεταχειρίσεις Εντατικού αρδευόμενου Ελαιώνα.

Μέσα Οκτωβρίου

Ψεκάσμος με οξυχλωριούχο χαλκό Cuprozin 35WP
(220-300g 100 L⁻¹ ψεκαστικού υγρού) και χαλκούχο

	μυκητοκτόνο σκεύασμα Cimoter 20WG (265-590 g 100 L ⁻¹ νερό) μετά τη συγκομιδή.
Μέσα Νοεμβρίου	Ψεκασμός με βορδιγάλειο πολτό PoLiglia Caffaro 20WP (10 kg tn ⁻¹).
Τέλη Ιανουαρίου- Αρχές Φεβρουαρίου	Βασική λίπανση με σύνθετο λίπασμα Complefert Magni-bor (20-5-10(+18)+2MgO+0,5B) 2,5 kg ανά δέντρο στα μεγάλα δέντρα και 1,5-2 kg στα μικρά. Η λίπανση πραγματοποιείται με το χέρι.
Μέσα Μαρτίου	Κλάδεμα με πριόνι ή κλαδευτήρι.
Απρίλιος	Μετά το κλάδεμα γίνεται χρήση παρελκόμενου σπαστήρα για τα κλαδιά. Στη συνέχεια, γίνεται κάλυψη των ελαιόδεντρων με χαλκούχο μυκητοκτόνο σκεύασμα Cimoter 20WG (265-525 g 100 L ⁻¹ νερό) και ακαρεοκτόνο παραφινικό λάδι Insectoil key EC (50-150 L στρ ⁻¹) Αντιμετώπιση ζιζανίων με χορτοκοπτικά μηχανήματα.
Μέσα Απριλίου	Διαφυλλικός ψεκασμός Βορίου με Suprafix Boramide (150 ml 100 L ⁻¹ ψεκαστικού υγρού). Ψεκασμοί με εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα Vertimec pro 1,8SC (150 L στρ ⁻¹) και KAISO Sorbie 5EG 250 (15-20gr 100 L ⁻¹ νερό) για την αντιμετώπιση της παραμόρφωσης.
Κατά την ανθοφορία	Επανάληψη ψεκασμού για την παραμόρφωση και προσθήκη διαφυλλικού λιπάσματος ιχνοστοιχείων Molbor (1 L 1000 L ⁻¹). Εφόσον δεν υπάρχει έντονη ανθοφορία προστίθεται και καρποδετικό λίπασμα.
Όταν ο καρπός έχει αποκτήσει μικρό μέγεθος	Επαναληπτικός ψεκασμός για την παραμόρφωση (εφόσον υπάρχει) και προσθήκη πυρεθρινοειδούς εντομοκτόνου Zipry 10CS (150-200 L στρ ⁻¹) για την πρόληψη εμφάνισης δάκου.

Καλοκαίρι	Εάν βρεθεί δάκος στις δακοπαγίδες γίνεται ψεκασμός με διασυστηματικό εντομοκτόνο ACET 200SL.
Τέλη Ιουνίου-Αρχές Ιουλίου	Πότισμα 1 φορά ανά εβδομάδα έως τη συγκομιδή.
Μέσα Ιουλίου έως το πρώτο 10ήμερο Αυγούστου	Κλάδεμα για απομάκρυνση λαίμαργων βλαστών. Γίνονται 2 εφαρμογές με διαφυλλικό λίπασμα νιτρικού καλίου MuLi-K (6 kg tn ⁻¹ νερού).

Οι ψεκασμοί πραγματοποιούνται με τουρμπίνα και η λίπανση με το χέρι.

ii. *Ελαιώνας Νικήτης*

Πίνακας 2.2 Μεταχειρίσεις Ελαιώνα Νικήτης.

Τέλη Δεκεμβρίου-Αρχές Ιανουαρίου	Βασική λίπανση με σύνθετο λίπασμα Complefert Magni-bor (20-5-10(+18)+2MgO+0,5B) 2 kg ανά δέντρο με το χέρι.
Αρχές Μαρτίου	Κλάδεμα και κάψιμο των κλαδιών. Έπειτα, ψεκασμός με χαλκούχο μυκητοκτόνο σκεύασμα Cimoter 20WG (265-525g 100 L ⁻¹ νερό).
Καλοκαίρι	Ψεκασμός για τον δάκο (εφόσον υπάρχει) με διασυστηματικό εντομοκτόνο ACET 200SL. Γίνονται 2-3 ποτίσματα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
Τέλη Οκτωβρίου	Μετά τη συγκομιδή πραγματοποιείται ψεκασμός με βορδιγάλειο πολτό PoLiglia Caffaro 20WP (10 kg tn ⁻¹).

iii. Ξηρικός ελαιώνας

Πίνακας 2.3 Μεταχειρίσεις Ξηρικού ελαιώνα.

Τέλη Δεκεμβρίου-Αρχές Ιανουαρίου	Βασική λίπανση σύνθετο λίπασμα Complefert Magni-bor (20-5-10(+18)+2MgO+0,5B) 2 kg ανά δέντρο με το χέρι.
Αρχές Μαρτίου	Κλάδεμα και κάψιμο των κλαδιών. Έπειτα, πραγματοποιείται ψεκασμός με χαλκούχο μυκητοκτόνο σκεύασμα Cimoter 20WG (265-525g 100 L ⁻¹ νερό).
Καλοκαίρι	Ψεκασμός για τον δάκο (εφόσον υπάρχει) με διασυστηματικό εντομοκτόνο ACET 200SL.
Τέλη Οκτωβρίου	Μετά τη συγκομιδή πραγματοποιείται ψεκασμός με βορδιγάλειο πολτό PoLiglia Caffaro 20WP (10 kg tn ⁻¹).

2.3 Πειραματικές επεμβάσεις Ελαιώνων

i. *Εντατικός αρδευόμενος ελαιώνας*

Στον εντατικό αρδευόμενο ελαιώνα πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή ενός μίγματος πυριτίου-ασβεστίου, φυκιών και αμινοξέων σε 5 πειραματικά δέντρα. Στα υπόλοιπα δέντρα μάρτυρες συνεχίστηκε η εφαρμογή σκευασμάτων κατά του κυκλοκόνιου.

Πιο συγκεκριμένα, οι πειραματικές επεμβάσεις ξεκίνησαν στις 30 Μαρτίου 2021.

Οι ψεκασμοί των πειραματικών δέντρων υλοποιήθηκαν με τη χρήση ψεκαστήρα.

Τα μαύρα πλαστικά δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των φύλλων κάλυπταν τα δέντρα κατά το ήμισυ και παρέμειναν στρωμένα στο έδαφος για 2 μήνες.

Μάρτιος 2021 (30 Μαρτίου 2021).

1^{ος} ψεκασμός των πειραματικών δένδρων.

Απρίλιος 2021.

- Αρχές Απριλίου. Τοποθέτηση μαύρου πλαστικού διχτυού κάτω από 3 πειραματικά δέντρα και κάτω από 3 δέντρα του μάρτυρα.
- 7 Απριλίου. Συγκομιδή πεσμένων φύλλων κι εκτίμηση του λόγου πτώσης κάθε φύλλου.

iii. 27 Απριλίου. Πραγματοποίηση 2^{ου} ψεκασμού του μίγματος.

Μάιος 2021.

- i. Αρχές Μαΐου. Αναβολή συγκομιδής πεσμένων φύλλων λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.
- ii. 10 Μαΐου. Συγκομιδή πεσμένων φύλλων κι εκτίμηση του λόγου πτώσης.
- iii. 17 Μαΐου. Πραγματοποίηση 3^{ου} ψεκασμού του μίγματος.

Ιούνιος 2021

- i. 6 Ιουνίου. Συγκομιδή πεσμένων φύλλων κι εκτίμηση του λόγου πτώσης.
- ii. 20 Ιουνίου. Πραγματοποίηση 4^{ου} και τελευταίου ψεκασμού.
- iii. 30 Ιουνίου. Συλλογή δειγμάτων φύλλων από τα πειραματικά δέντρα και τα δέντρα μάρτυρες για μετρήσεις στο εργαστήριο.



Εικόνα 2.2.1 : Στρώσιμο πλαστικών

ii. Ξερικός ελαιώνας

Στον ξερικό ελαιώνα πραγματοποιήθηκαν δύο ψεκασμοί με καολίνη (εμπορικό σκεύασμα Surround) σε 5 δέντρα.

Οι ψεκασμοί εκτελέστηκαν με τη χρήση ψεκαστήρα.

Ο πρώτος ψεκασμός έλαβε χώρα στις 20 Ιουνίου 2021, με καολίνη 5%, ενώ ακολούθησε 2^{ος} ψεκασμός στις 17 Ιουλίου με καολίνη 2,5%.

iii. Ελαιώνας Νικήτης

Οι μεταχειρίσεις στον ελαιώνα της Νικήτης είναι όμοιες με του ξερικού ελαιώνα, όπως αναφέρονται παραπάνω, με τη μόνη διαφορά να είναι στις ημερομηνίες ψεκασμών.

Ο πρώτος ψεκασμός συνέβη στις 6 Μαΐου 2021, με καολίνη 5%, ενώ ακολούθησε 2^{ος} ψεκασμός στις 5 Ιουλίου με καολίνη 2,5%.

Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος είναι τα εξής:

Πίνακας 2.4 Γεωργικά σκευάσματα.

Ετικέτα	Δόση σε 100 λίτρα νερού
Gravital Force	2 kg
Εκχύλισμα φυκιών (AXEKELP)	400 g
Αμινοξέα (Amino-16)	400 g
Surround	5% και 2,5%, δηλαδή 5 L και 2,5 L.

Επεξήγηση σκευασμάτων του πίνακα 2.1

- Το Gravital Force που χρησιμοποιήθηκε για τον διαφυλλικό ψεκασμό αποτελεί ένα ισόρροπο μίγμα Διοξειδίου του Πυριτίου (SiO₂): 35,0% (β/ο) και Οξειδίου του Ασβεστίου (CaO): 35,0% (β/ο).
- Το AXEKELP αποτελεί έναν υγρό βιοδιεγέρτη ο οποίος εμπεριέχει εκχυλίσματα φυκιών του είδους *Ascophyllum nodosum*. Ακόμη, στα συστατικά του περιλαμβάνονται φυσικές ορμόνες, όπως κυτοκινίνες, αυξίνες, γιββερελλίνες, 18 αμινοξέα, καθώς και πολλά θρεπτικά συστατικά (N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn, B, Mo, Cu). Τέλος, περιέχει προβιταμίνη Α, βιταμίνες Β1, Β2, Β12, C, D, E, παντοθειικό οξύ, νιασίνη, και φολικό οξύ.
- Το Amino-16 πρόκειται για ένα βιολογικό λίπασμα 16 αμινοξέων, με σύνθεση 33% οργανικής ουσίας, 11,3% ελευθέρων-L αμινοξέων και 3% αζώτου. Το pH του είναι 3.

- Το Surround αποτελεί ένα σκεύασμα καολίνη το οποίο βασίζεται στο aluminium silicate (calcined kaolin) 95%.

2.4 Μετρήσεις αγρού

Στον αρδευόμενο ελαιώνα μετρήθηκε ο αριθμός των πεσμένων φύλλων στο πλαστικό δίχτυ, καθώς και πόσα από αυτά έπεσαν εξαιτίας του κυκλοκονίου ή γήρατος. Στον ελαιώνα της Νικήτης μετρήθηκε το πάχος των βλαστών στην βάση κάθε επιλεγμένου κλάδου.

2.5 Μετρήσεις εργαστηρίου

Οι μετρήσεις εργαστηρίου υλοποιήθηκαν τον Ιούλιο, τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2021.

- Στις 30/06/2021 ληφθήκαν δείγματα φύλλων από τον αρδευόμενο ελαιώνα και εξετάστηκαν στις 2/07/2021

Πιο συγκεκριμένα συλλέγονταν 18 υγιή ετήσια φύλλα από κάθε δέντρο-επανάληψη, αποθηκεύονταν σε σακουλάκια για περίπου 2-3 μέρες στο ψυγείο και έπειτα μεταφέρονταν στο εργαστήριο για μετρήσεις.

Χαρακτηριστικά φύλλων.

1. Ξηρά ουσία φύλλου (ΞΟ) %

Ο υπολογισμός της ξηράς ουσίας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας όπου, κόπηκαν 18 δίσκοι ελάσματος φύλλου 5,8 mm με τη βοήθεια διακορευτή. Αρχικά υπολογίστηκε το βάρος των κενών πετρί. Έπειτα, οι δίσκοι τοποθετήθηκαν πάνω στα πετρί και ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας 4 δεκαδικών για να ληφθεί το νωπό βάρος τους (NB). Μετά τη ζύγιση ακολούθησε η διαδικασία της αποξήρανσης τους σε φούρνο στους 80°C για 24 ώρες και τέλος, έγινε η καταγραφή της ξηράς ουσίας των δίσκων (ΞΟ). Ο υπολογισμός του ποσοστού % ΞΟ του φύλλου έγινε με τον τύπο $\% \text{ ΞΟ} = [(ΞΒ)/(NB)] \times 100$.

2. Χλωροφύλλη φύλλου

Η συγκέντρωσης της χλωροφύλλης υπολογίστηκε τη μέθοδο Winternans and Mots (1965), σύμφωνα με την οποία, αρχικά, κόπηκαν 6 δίσκοι ελάσματος φύλλου διαμέτρου 5,8 mm και υπολογίστηκε το βάρος τους. Έπειτα, τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες με βιδωτό πώμα που περιείχαν 15 mL αιθανόλης 95%. Αφού βιδώθηκαν τα πώματα τους, τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 80° C (Εικ. 2.4.1) έως ότου τα ελάσματα να έχουν αποχρωματιστεί εντελώς, διαδικασία που διαρκούσε περίπου 1 ώρα. Στη συνέχεια, παρέμειναν σε σκοτεινό μέρος μέχρι να κρυώσουν και κατόπιν αναδεύτηκαν με τη χρήση Vortex. Τέλος, ένα μικρό μέρος του διαλύματος τοποθετήθηκε σε κρυσταλλική κυψελίδα για να πραγματοποιηθεί μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο στα 665 και 649 nm (Εικ. 2.4.2).

Η τιμή της χλωροφύλλης α και β υπολογίστηκε βάσει των παρακάτω τύπων:

Χλωροφύλλη α: $13,7 * A_{665} - 5,76 * A_{649}$

Χλωροφύλλη β: $25,8 * A_{649} - 7,6 * A_{665}$

Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε mg χλωροφύλλης / g ξηρού βάρους με τη βοήθεια του τύπου: $15 * \text{χλωροφύλλη α} / (1000 * \text{ξηρό βάρος 6 δίσκων σε g})$ και σε mg χλωροφύλλης / m² επιφάνειας φύλλου με κατάλληλη αναγωγή από την επιφάνεια των έξι δίσκων διαμέτρου 6 mm.



Εικόνα 2.4.1 : Υδατόλουτρο για τον αποχρωματισμό των ελασμάτων φύλλων



Εικόνα 2.4.2 Τοποθέτηση των κρυσταλλικών κυψελίδων στο φασματοφωτόμετρο

3. Χρώμα φύλλου

Για τη μέτρηση του χρώματος των φύλλων χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan). Η μέτρηση του χρώματος έγινε βάσει το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Η παράμετρος L^* έχει κλίμακα από το 0-100, όπου $L^*=0$ είναι το μαύρο και $L^*=100$ το άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το L^* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού. Τα a^* και b^* είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο L^* . Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0,0) για το a^* και το b^* , αντίστοιχα. Αν το a^* είναι κοντά στο μηδέν το χρώμα γίνεται από πράσινο (λίγο κάτω από το μηδέν) σε λευκό (μηδέν) σε κίτρινο (λίγο πάνω από το μηδέν)

Τα φύλλα (18) της κάθε επανάληψης τοποθετούνταν κοντά το ένα στο άλλο, μέσα σε ένα τριβλίο. Στη συνέχεια λαμβάνονταν οι τιμές L^* , a^* , b^* . Εάν υπήρχαν λευκά υπολείμματα καολίνη επάνω στα φύλλα, τότε αυτά σκουπίζονταν καλά πριν πραγματοποιηθεί η μέτρηση (Εικ. 2.4.3).



Εικόνα 2.4.3 : Μέτρηση χρώματος φύλλων

- Στις 09/09/2021 λήφθηκαν δείγματα από τον ξερικό ελαιώνα και τον ελαιώνα της Νικήτης και εξετάσθηκαν στις 14/09/2021.

Πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες ακριβώς μετρήσεις των χαρακτηριστικών των φύλλων όπως περιγράφηκαν για τον εντατικό αρδευόμενο ελαιώνα ανωτέρω.

- Στις 10/10/2021 λήφθηκαν δείγματα φύλλων και καρπών από τον αρδευόμενο ελαιώνα στην εμπορική συγκομιδή και εξετάσθηκαν στις 13/10/2021.

Μετρήθηκαν ξανά τα χαρακτηριστικά των φύλλων όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως, αλλά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

Μέτρηση ποιότητας των καρπών

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας των καρπών ελιάς μετρήθηκε το νωπό βάρος, καθώς και η ξηρά ουσία του περικαρπίου και των πυρήνων. Επιπλέον, υπολογίστηκε το χρώμα του φλοιού των καρπών.



Εικόνα 2.4.4 : Ελιές Πειράματος και Μάρτυρα

1. Βάρος καρπών (νωπό)

Εκτελέσθηκαν 6 επαναλήψεις για 10 καρπούς ανά επανάληψη. Το βάρος τους υπολογίστηκε με την ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με ακρίβεια δύο δεκαδικών (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).

2. Ξηρά ουσία περικαρπίου %

Για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας αρχικά, έγινε η ζύγιση του νωπού βάρους της σάρκας 6 καρπών κάθε επανάληψης. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο 80 °C μέχρι να αποξηραθούν κι έπειτα ζυγίστηκε το ξηρό βάρος τους. Τέλος, υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας.

3. Νωπό βάρος σάρκας και πυρήνων

Πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός της σάρκας και των πυρήνων από τους καρπούς (Εικ. 2.4.5) και η ζύγιση τους πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων Kern (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).



Εικόνα 2.4.5 : Εκπυρήνωση ελιών πριν το ζύγισμα νωπής σάρκας και πυρήνων

4. Ξηρά ουσία πυρήνων %

Για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας των πυρήνων ζυγίστηκε το νωπό βάρος 6 πυρήνων κάθε επανάληψης. Έπειτα αποξηράθηκαν στο φούρνο στους 80 °C και ζυγίστηκε το ξηρό βάρος τους. Τέλος, υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας.

5. Χρώμα φλοιού καρπών

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού εκτελέστηκε με το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan), και πραγματοποιήθηκε

σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Για τη μέτρηση του χρώματος τοποθετήθηκαν 6 καρποί της κάθε επανάληψης σε ένα τριβλείο και λήφθηκαν τρεις τιμές της παραμέτρου φωτεινότητας L^* και των παραμέτρων a^* και b^* .

2.6 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SPSS (SPSS 26.0) για έναν παράγοντα, τη μεταχείριση. Στα φύλλα του εντατικού αρδευόμενου ελαιώνα διενεργήθηκε στατιστική ανάλυση με δύο παράγοντες, τη μεταχείριση και την εποχή δειγματοληψίας φύλλων. Οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με τον υπολογισμό της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς κατά Tukey για 5% πιθανότητα λάθους.

3. Αποτελέσματα

3.1. Αρδευόμενος εντατικός ελαιώνας Ορμύλιας

Στον αρδευόμενο εντατικό ελαιώνα της Ορμύλιας δεν παρατηρήθηκε σημαντική πτώση των φύλλων την άνοιξη. Παρόλα αυτά, σημειώθηκε μεγαλύτερος αριθμός πεσμένων φύλλων στα δέντρα του μάρτυρα από ότι στα πειραματικά δέντρα και στις τρεις ημερομηνίες, με τη μεγαλύτερη πτώση να συμβαίνει στις 6 Ιουνίου 2021 (Πίν. 3.1.1). Σε όλες σχεδόν τις ημερομηνίες η πτώση των φύλλων οφειλόταν πρωτίστως την ασθένεια του κυκλοκονίου, αν και είχε μειωθεί σημαντικά κατά την τελευταία μέτρηση στα πειραματικά δέντρα. Τέλος, από τη συλλογή των φύλλων έγινε αντιληπτό ότι στις δύο πρώτες ημερομηνίες συλλογής δεν υπήρχε μεγάλος αριθμός γερασμένων φύλλων ούτε στα πειραματικά, ούτε στα δέντρα του μάρτυρα, ενώ στην τελευταία μέτρηση ο αριθμός των γερασμένων φύλλων σχεδόν διπλασιάστηκε (Πίν.3.1.1).

Πίνακας 3.1.1 Αριθμός φύλλων που έπεσαν στο πλαστικό δίκτυ, κάτω από τα πειραματικά δέντρα και τα δέντρα-μάρτυρες στον εντατικό αρδευόμενο ελαιώνα την Άνοιξη του 2021, σε τρεις ημερομηνίες. Τα φύλλα είναι χωρισμένα σε φύλλα με συμπτώματα κυκλοκονίου και γερασμένα φύλλα χωρίς συμπτώματα. Επίσης, υπολογίστηκε και το ποσοστό των πεσμένων ασθενών φύλλων.

Ημερομηνία	Επέμβαση	Συνολικά Φύλλα (#)	Ασθενή (#)	Γερασμένα (#)	Ασθενή (%)
7 Απριλίου	Πειραματικά	46	34	12	74
	Μάρτυρας	67	48	19	72
10 Μαΐου	Πειραματικά	45	36	9	80
	Μάρτυρας	73	58	15	79
6 Ιουνίου	Πειραματικά	47	20	27	43
	Μάρτυρας	83	50	33	60

Παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων αυξήθηκε από τον Ιούλιο στον Οκτώβριο και στα δέντρα όπου πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί βιοδιεγερτών, δηλαδή στα πειραματικά δέντρα, αλλά και στα δέντρα όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμία επέμβαση, δηλαδή στα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.2). Και τους δύο μήνες τα φύλλα των πειραματικών δέντρων εμφάνισαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από ότι τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1.2).

Το ειδικό βάρος των φύλλων μειώθηκε για τα δέντρα των δύο μεταχειρίσεων, από τον Ιούλιο στον Οκτώβριο (Πίν. 3.1.2). Επίσης, βρέθηκε ότι και τον Ιούλιο, αλλά και τον Οκτώβριο, τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μικρότερο ειδικό βάρος από τα φύλλα των δέντρων μάρτυρα (Πίν. 3.1.2).

Πίνακας 3.1.2. Μέτρηση Ξηράς ουσίας φύλλου (%) και Ειδικού Βάρους φύλλου στα δέντρα του εντατικού αρδευόμενου ελαιώνα της Ορμύλιας, στις αρχές Ιουλίου και μέσα Οκτωβρίου. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα πειραματικά δέντρα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών επιπλέον των φροντίδων του παραγωγού. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά

Ημερομηνία	Μέτρηση	Ξηρά ουσία φύλλου (%)	Ειδικό Βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	48,3c	17,3b
	Βιοδιεγέρτες	47,2d	15,8c
13 Οκτωβρίου 2021	Μάρτυρας	53,8a	20,6a
	Βιοδιεγέρτες	50,6b	17,3b
Σημαντικότητα			
Εποχής		***	***
Μεταχείρισης		***	***

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου μειώθηκε τον Οκτώβριο σε σχέση με τον Ιούλιο και για τα δέντρα του μάρτυρα, αλλά και για τα πειραματικά

δέντρα (Πίν. 3.1.3). Τον Ιούλιο τα πειραματικά δέντρα είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα δέντρα μάρτυρα, ενώ τον Οκτώβριο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου (Πίν. 3.1.3).

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στα δέντρα του αρδευόμενου ελαιώνα μειώθηκε τον Οκτώβριο συγκριτικά με τον Ιούλιο και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.1.3). Επίσης, τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα τον μήνα Ιούλιο, ενώ τον Οκτώβριο η συγκέντρωση της χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου δεν διέφερε μεταξύ των πειραματικών δέντρων και των μαρτύρων (Πίν. 3.1.3). Συνολικά, όμως, βρέθηκε ότι τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μειώθηκε από τον Ιούλιο στον Οκτώβριο (Πίν. 3.1.3). Τον Ιούλιο τα πειραματικά δέντρα είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα δέντρα του μάρτυρα. Τον Οκτώβριο τα πειραματικά δέντρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου με τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Συνολικά παρατηρήθηκε ότι τα πειραματικά δέντρα είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Η τιμή της σχέσης χλωροφύλλης *a* προς χλωροφύλλης *b* παρουσίασε αύξηση από τον Ιούλιο στον Οκτώβριο ομοίως για τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και τα φύλλα των δέντρων μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Τον Ιούλιο παρατηρήθηκε ότι τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μικρότερη τιμή της σχέσης χλωροφύλλης *a* προς χλωροφύλλης *b*, ενώ τον Οκτώβριο παρατηρήθηκε το αντίθετο (Πίν. 3.1.3). Συνολικά, όμως, η τιμή της σχέσης χλωροφύλλης *a* προς χλωροφύλλης *b* δε διέφερε σημαντικά στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.1.3).

Πίνακας 3.1.3 Μέτρηση χλωροφύλλης *a*, χλωροφύλλης *b* και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου καθώς και της σχέσης χλωροφύλλης *a* προς χλωροφύλλης *b* στα δέντρα του αρδευόμενου ελαιώνα της Ορμύλιας. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο

παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τις αρχές Ιουλίου και μέσα Οκτωβρίου. Συν. Χλωροφύλλη: συνολική χλωροφύλλη, χλωρα/χλωrb: χλωροφύλλη a/ χλωροφύλλη b. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωρ. a (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ. b (mg g ⁻¹ DM)	Συν. Χλωρ. (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ a/ Χλωρ b
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	2,46b	0,98b	3,44b	3,44b
	Βιοδιεγέρτες	3,06a	1,16a	4,22a	2,62c
13 Οκτ 2021	Μάρτυρας	1,47c	0,46c	1,94c	3,20a
	Βιοδιεγέρτες	1,48c	0,47c	1,93c	3,12b
Σημαντικότητα					
Εποχής		***	***	***	***
Μεταχείρισης		***	***	***	NS

Σημειώθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των φύλλων σε χλωροφύλλη a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Ιούλιο προς τον Οκτώβριο και για τα πειραματικά δέντρα αλλά και για τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.4). Ειδικότερα, τον Ιούλιο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τον Οκτώβριο τα φύλλα του μάρτυρα παρουσίασαν μεγαλύτερη τιμή. Στο σύνολο, οι τιμές της συγκέντρωσης των φύλλων σε χλωροφύλλη a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των πειραματικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1.4).

Η τιμή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δε μεταβλήθηκε από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο (Πίν. 3.1.4). Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από ότι εκείνα του μάρτυρα τον Ιούλιο, ενώ τον Οκτώβριο παρατηρήθηκε το αντίθετο. Συνολικά, τα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων παρουσίασαν παρόμοιες τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στις δύο ημερομηνίες (Πίν. 3.1.4).

Στα φύλλα των πειραματικών δέντρων αλλά και των δέντρων του μάρτυρα η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου παρουσίασε αύξηση τον Οκτώβριο συγκριτικά με τον Ιούλιο (Πίν. 3.1.4). Πιο συγκεκριμένα, τον Ιούλιο παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή στη συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα πειραματικά δέντρα από ότι στα δέντρα του μάρτυρα, ενώ, αντιθέτως τον Οκτώβριο η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου των πειραματικών δέντρων ήταν μικρότερη από αυτή των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1.4). Συνολικά η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα φύλλα του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από ότι στα πειραματικά δέντρα (Πίν. 3.1.4).

Πίνακας 3.1.4. Μέτρηση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b καθώς και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα δέντρα του αρδευόμενου ελαιώνα της Ορμύλιας. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τις αρχές Ιουλίου και μέσα Οκτωβρίου. Συν. Χλωρ.: συνολική χλωροφύλλη. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωροφύλλη a (mg m ⁻²)	Χλωροφύλλη b (mg m ⁻²)	Συν. Χλωρ. (mg m ⁻²)
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	486d	193b	680d
	Βιοδιεγέρτες	521c	199a	720c
13 Οκτωβρίου 2021	Μάρτυρας	635a	199a	835a
	Βιοδιεγέρτες	588b	188c	776b
Σημαντικότητα				
Εποχής		***	NS	***
Μεταχείρισης		NS	NS	*

Η τιμή του χρώματος φύλλου L* μειώθηκε από τον Ιούλιο προς τον Οκτώβριο και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.1.5). Και τους δύο μήνες, η τιμή του χρώματος φύλλου L* των πειραματικών δέντρων ήταν μικρότερη από αυτή των δέντρων του μάρτυρα, δηλαδή τα φύλλα φαίνονταν πιο σκουρόχρωμα (Πίν. 3.1.5).

Η τιμή του χρώματος φύλλου a* ήταν μεγαλύτερη τον Οκτώβριο συγκριτικά με τον Ιούλιο και για τα πειραματικά δέντρα, αλλά και για τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.5). Γεγονός που σημαίνει ότι τα φύλλα ήταν λιγότερο πράσινα. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε ότι τον Ιούλιο η τιμή του χρώματος φύλλου a* των πειραματικών δένδρων ήταν μεγαλύτερη από των δέντρων του μάρτυρα, ενώ τον Οκτώβριο συνέβη το αντίθετο. Συνολικά, όμως, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ της τιμής του χρώματος φύλλου a* μεταξύ των πειραματικών δέντρων και των δέντρων μάρτυρα (Πίν. 3.1.5).

Παρατηρήθηκε ότι στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων η τιμή του χρώματος φύλλου b* μειώθηκε από τον Ιούλιο προς τον Οκτώβριο (Πίν. 3.1.5). Τον Ιούλιο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν χαμηλότερη τιμή φύλλου b* από τα φύλλα των μαρτύρων, ενώ τον Οκτώβριο είχαν παρόμοια τιμή (Πίν. 3.1.5).

Πίνακας 3.1.5. Χαρακτηριστικά χρώματος φύλλων ελιάς στον εντατικό αρδευόμενο ελαιώνα της Ορμύλιας, στις αρχές Ιουλίου και μέσα Οκτωβρίου μεταξύ των μαρτύρων και των δέντρων στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χρώμα φύλλου L*	Χρώμα φύλλου a*	Χρώμα φύλλου b*
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	39,6a	-11,2d	14,8a
	Βιοδιεγέρτες	38,4b	-10,6c	13,6b
13 Οκτωβρίου 2021	Μάρτυρας	37,9b	-6,9a	12,5c
	Βιοδιεγέρτες	36,9c	-7,6b	12,9c
Σημαντικότητα				
Εποχής		***	***	***
Μεταχείρισης		**	NS	*

Μετρήσεις Ελαιόκαρπου

Το Νοέμβριο σημειώθηκε ότι οι ελαιόκαρποι των πειραματικών δέντρων και του μάρτυρα παρουσίασαν παρόμοια τιμή χρώματος φλοιού καρπού L^* (Πίν. 3.1.6). Τα πειραματικά δέντρα είχαν μεγαλύτερη τιμή χρώματος φλοιού καρπού a^* από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1.6). Τέλος και οι δύο μεταχειρίσεις εμφάνισαν παρόμοια τιμή για το χρώμα φλοιού καρπού b^* (Πίν. 3.1.6).

Πίνακας 3.1.6 Μέτρηση χρώματος φλοιού καρπού L^* , a^* και b^* στα δέντρα του εντατικού ελαιώνα της Ορμύλιας στα τέλη Νοεμβρίου. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. $N=6$. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χρώμα φλοιού καρπού L^*	Χρώμα φλοιού καρπού a^*	Χρώμα φλοιού καρπού b^*
24 Νοεμβρίου 2021	Μάρτυρας	63,2a	-14,6b	35,9a
	Βιοδιεγέρτες	62,9a	-14,0a	35,6
Σημαντικότητα		NS	**	NS

Το βάρος των ελαιόκαρπων που ωρίμασαν στα πειραματικά δέντρα ήταν 7% μεγαλύτερο από το βάρος των ελαιόκαρπων που ωρίμασαν στα δέντρα του μάρτυρα την περίοδο του Νοεμβρίου (Πίν. 3.1.7). Αντίστοιχα, οι καρποί των πειραματικών δέντρων είχαν 5% μικρότερο βάρος πυρήνα από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.7).

Πίνακας 3.1.7. Μέτρηση βάρους καρπών από 10 ελαιόκαρπους και βάρους πυρήνα, στα δέντρα του εντατικού ελαιώνα της Ορμύλιας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τέλη Νοεμβρίου 2021. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών πέραν των επεμβάσεων του

παραγωγού. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Βάρος καρπού (g)	Βάρος πυρήνα (g)
24 Νοεμβρίου 2021	Μάρτυρας	9,9b	1,42a
	Βιοδιεγέρτες	10,6a	1,35b
Σημαντικότητα		***	**

Από τις μετρήσεις βρέθηκε ότι οι ελαιόκαρποι των πειραματικών δέντρων είχαν μεγαλύτερο ποσοστό περικαρπίου, ξηράς ουσίας πυρήνα και περικαρπίου από τους ελαιόκαρπους του μάρτυρα (Πίνακας. 3.1.8).

Πίνακας 3.1.8 Μέτρηση περικαρπίου (%), Ξηράς Ουσίας πυρήνα (%) και Ξηράς Ουσίας περικαρπίου (%) των ελαιόκαρπων στους ελαιώνες της Ορμύλια το Νοέμβριο 2021. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Βιοδιεγέρτες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί βιοδιεγερτών πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Ως Ξ.Ο αναφέρεται η Ξηρά Ουσία. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Ποσοστό περικαρπίου (%)	Ξ.Ο πυρήνα (%)	Ξ.Ο Περικαρπίου (%)
24 Νοε 2021	Μάρτυρας	85,5b	71,7b	31,5b
	Βιοδιεγέρτες	87,3a	72,5a	33,2a
Σημαντικότητα		***	***	***

3.2 Ελαιώνας Νικήτης

Στον ελαιώνα της Νικήτης τα φύλλα των δέντρων όπου πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί καολίνη, δηλαδή των πειραματικών δέντρων εμφάνισαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα φύλλα των δέντρων όπου δε πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις το μήνα Νοέμβριο (Πίν. 3.2.1). Από τις μετρήσεις βρέθηκε επίσης, ότι το ειδικό βάρος των φύλλων των πειραματικών δέντρων ήταν μεγαλύτερο από εκείνο του μάρτυρα (Πίν. 3.2.1).

Πίνακας 3.2.1. Μέτρηση Ξηράς ουσίας φύλλου (%) και Ειδικού Βάρους φύλλου στα δέντρα του ελαιώνα της Νικήτης το Νοέμβριο 2021. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα πειραματικά δέντρα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί καολίνη επιπλέον των φροντίδων του παραγωγού. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά

Ημερομηνία	Μέτρηση	Ξηρά ουσία φύλλου (%)	Ειδικό Βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)
17 Νοεμβρίου 2021	Μάρτυρας	52,2a	18,3b
	Καολίνης	51,1b	19,4a
Σημαντικότητα		*	**

Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα παρουσίασαν παρόμοια τιμή στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου, στη τιμή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου, στη τιμή της συγκέντρωσης συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, καθώς και στη τιμή της σχέσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b (Πίν. 3.2.2)

Πίνακας 3.2.2 Μέτρηση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου καθώς και της σχέσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b στα δέντρα του ελαιώνα της Νικήτης. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί καολίνη πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Νοεμβρίου

2021. Συν. Χλωροφύλλη: συνολική χλωροφύλλη, χλωρα/χλωrb: χλωροφύλλη a/ χλωροφύλλη b. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωρ. a (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ. b (mg g ⁻¹ DM)	Συν. Χλωρ. (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ a/ Χλωρ b
17 Νοε 2021	Μάρτυρας	2,76	0,89	3,66	3,09
	Καολίνης	2,71	0,88	3,59	3,08
Σημαντικότητα		NS	NS	NS	NS

Το Νοέμβριο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα, και εμφάνισαν ελαφρώς μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (Πίν. 3.2.3). Ακόμη, σημειώθηκε ότι η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου των πειραματικών δέντρων ήταν υψηλότερη από αυτή των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3)

Πίνακας 3.2.3. Μέτρηση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b, καθώς και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στον ελαιώνα της Νικήτης Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί καολίνη πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Νοεμβρίου 2021. Συν. Χλωρ.: συνολική χλωροφύλλη. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωροφύλλη a (mg m ⁻²)	Χλωροφύλλη b (mg m ⁻²)	Συν. Χλωρ. (mg m ⁻²)
17 Νοε 2021	Μάρτυρας	570b	185	755b
	Καολίνης	598a	191	789a
Σημαντικότητα		***	*	***

Η τιμή του χρώματος φύλλου L* των πειραματικών δέντρων ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των δέντρων του μάρτυρα τον Νοέμβριο, δηλαδή τα φύλλα ήταν πιο ανοιχτόχρωμα (Πίν. 3.2.4).

Ακόμα, σημειώθηκε ότι η τιμή του χρώματος φύλλου a^* των πειραματικών δένδρων ήταν μεγαλύτερη από των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Ωστόσο, η τιμή του χρώματος φύλλου b^* των πειραματικών δέντρων ήταν μικρότερη από ότι εκείνη του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4).

Πίνακας 3.2.4. Χαρακτηριστικά χρώματος φύλλων ελιάς στον ελαιώνα της Νικήτης το Νοέμβριο, μεταξύ των μαρτύρων και των δέντρων στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί καολίνη. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χρώμα φύλλου L^*	Χρώμα φύλλου a^*	Χρώμα φύλλου b^*
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	37,4b	-8,97b	13,9a
	Καολίνης	39,7a	-6,87a	10,5b
Σημαντικότητα		***	***	***

3.3 Ξερικός Ελαιώνας

Στον ξερικό ελαιώνα τα φύλλα των δέντρων όπου πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί καολίνη εμφάνισαν μεγαλύτερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ το ειδικό βάρος των φύλλων των πειραματικών δέντρων ήταν μικρότερο από το ειδικό βάρος των φύλλων του μάρτυρα (Πίν. 3.3.1)

Πίνακας 3.3.1. Μέτρηση Ξηράς ουσίας φύλλου (%) και Ειδικού Βάρους φύλλου στα δέντρα του του ξερικού ελαιώνα το Νοέμβριο 2021. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα πειραματικά δέντρα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί καολίνη επιπλέον των φροντίδων του παραγωγού. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά

Ημερομηνία	Μέτρηση	Ξηρά ουσία φύλλου (%)	Ειδικό Βάρος φύλλου (mgcm^{-2})
17 Νοεμβρίου 2021	Μάρτυρας	64,8b	52,2a
	Καολίνης	67,4a	51,1b
Σημαντικότητα		***	*

Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα παρουσίασαν παρόμοια συγκέντρωση της χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου (Πίν. 3.3.2). Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση της χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου (Πίν. 3.3.2). Η συνολική συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου των πειραματικών δέντρων ήταν μεγαλύτερη από αυτή των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3.2). Τέλος, σημειώθηκε ότι τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μικρότερη τιμή της σχέσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.3.2).

Πίνακας 3.3.2 Μέτρηση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου καθώς και της σχέσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b στα δέντρα του ξερικού ελαιώνα το Νοέμβριο 2021. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί καολίνη πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Νοεμβρίου 2021. Συν. Χλωροφύλλη: συνολική χλωροφύλλη, χλωρα/χλωrb: χλωροφύλλη a/ χλωροφύλλη b. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωρ. a (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ. b (mg g ⁻¹ DM)	Συν. Χλωρ. (mg g ⁻¹ DM)	Χλωρ a/ Χλωρ b
17 Νοε 2021	Μάρτυρας	1,60a	0,50b	2,09b	3,21a
	Καολίνης	1,65a	0,57a	2,22a	2,88b
Σημαντικότητα		NS	*	*	***

Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν μικρότερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα το μήνα Νοέμβριο (Πίν. 3.3.3). Ωστόσο, εμφάνισαν μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (Πίν. 3.3.3). Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και του μάρτυρα εμφάνισαν παρόμοια συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (Πίν. 3.3.3).

Πίνακας 3.3.3. Μέτρηση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b καθώς και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στον ξερικό ελαιώνα. Ως Μάρτυρες χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν επιπλέον επεμβάσεις πέραν αυτών που εφαρμόζει ο παραγωγός και ως Καολίνης χαρακτηρίστηκαν τα δέντρα στα οποία εφαρμόστηκαν οι ψεκασμοί καολίνη πέραν των επεμβάσεων του παραγωγού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Νοεμβρίου 2021. Συν. Χλωρ.: συνολική χλωροφύλλη. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χλωροφύλλη a (mg m ⁻²)	Χλωροφύλλη b (mg m ⁻²)	Συν. Χλωρ. (mg m ⁻²)
17 Νοε 2021	Μάρτυρας	410a	128b	538a
	Καολίνης	391b	136a	527a
Σημαντικότητα		*	*	NS

Σημειώθηκε ότι η τιμή του χρώματος φύλλου L* των πειραματικών δέντρων ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των δέντρων του μάρτυρα τον Νοέμβριο. (Πίν. 3.3.4). Τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και του μάρτυρα εμφάνισαν παρόμοια τιμή του χρώματος φύλλου a* και του χρώματος φύλλου b* (Πίν. 3.3.4)

Πίνακας 3.3.4. Χαρακτηριστικά χρώματος φύλλων ελιάς στον ξερικό ελαιώνα το Νοέμβριο, μεταξύ των μαρτύρων και των δέντρων στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί καολίνη. N=6. Μέσοι όροι ανά στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερομηνία	Μέτρηση	Χρώμα φύλλου L*	Χρώμα φύλλου a*	Χρώμα φύλλου b*
2 Ιουλίου 2021	Μάρτυρας	46,1b	-11,9a	22,7a
	Καολίνης	48,6a	-11,7a	22,9a
Σημαντικότητα		***	NS	NS

4. Συζήτηση

Το χρώμα των φύλλων των φυτών στις επιστημονικές μελέτες περιγράφεται με την ανθρώπινη αίσθηση και με βάση χρωματομετρικές αρχές με τη χρήση χρωματομέτρων (Kasajima, 2019). Το χρωματόμετρο Konica Minolta περιγράφει το χρώμα χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους L^* , a^* και b^* που αποτελούν μέρος του χρωματικού χώρου CIELAB. Αυτές οι παράμετροι αντιπροσωπεύουν τη φωτεινότητα (L^*), τη θέση μεταξύ κόκκινου και πράσινου (a^*) και τη θέση μεταξύ κίτρινου και μπλε (b^*) (Pujari et al. 2010). Η χλωροφύλλη ευθύνεται για το πράσινο χρώμα που παρατηρείται στους φυτικούς ιστούς των φύλλων και είναι ορατή στο ανθρώπινο μάτι. Τα φύλλα με μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης εμφανίζονται πιο έντονα πράσινα από εκείνα με λιγότερη συγκέντρωση (Sevic et al. 2013). Κατά τη μέτρηση του χρώματος των φύλλων, τα φύλλα με μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης αναμένεται να έχουν μια μεσαία έως χαμηλή τιμή L^* , υποδηλώνοντας ότι είναι σχετικά σκούρα, αρνητική τιμή a^* , υποδεικνύοντας το πράσινο χρώμα των φύλλων, και αρνητική τιμή b^* , υποδεικνύοντας μια θέση στον άξονα προς το μπλε χρώμα (Pujari et al. 2010).

Στον ξηρικό ελαιώνα βρέθηκε χαμηλή τιμή της σχέσης $chl a/b$, αλλά αυξημένη τιμή της παραμέτρου L^* , γεγονός που σημαίνει ότι ο καολίνης σκίασε τα φύλλα παρότι τα έκανε πιο ανοιχτόχρωμα. Η παράμετρος χρώματος a^* δε μεταβλήθηκε μαζί με τις αλλαγές στη συγκέντρωση χλωροφυλλών. Επομένως, είναι πολύ πιθανό το ανοιχτό χρώμα στα φύλλα του ξηρικού ελαιώνα να οφείλεται στην έντονη ανάκλαση και στη λευκή επίστρωση που δημιουργεί ο καολίνης και όχι σε βελτιωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα (Jifon and Sylvertsen 2003).

Στον ελαιώνα της Νικήτης, ο καολίνης φαίνεται ότι ήταν περισσότερο αποτελεσματικός, καθώς βελτίωσε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και βελτίωσε το ειδικό βάρος του φύλλου. Δηλαδή συνέβαλε στην καλύτερη λειτουργία του φύλλου. Η αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφυλλών παρατηρείται συχνά μετά από εφαρμογή καολίνης, καθώς διατηρεί τα φύλλα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και συμβάλει στην καλή λειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού (Hamdy et al. 2022, Dinis et al. 2020). Επίσης ο καολίνης μπορεί να αυξήσει το ειδικό βάρος φύλλου, καθώς αυξάνει και τη βιομάζα του (Segura-Monroy et al. 2015, Fawwaz et al. 2021).

Βέβαια, η αυξημένη συγκέντρωση χλωροφυλλών που μετρήθηκε θα μπορούσε να υποδηλώνει τη σκίαση του φύλλου. Ωστόσο, η σχέση $chl a/b$ δεν επηρεάστηκε. Η σχέση αυτή αποτελεί σημαντικό δείκτη της φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυτού και η μείωσή της εκφράζει τη

σκίαση των φύλλων (Li et al. 2018). Καθώς αυτό δε συνέβη στα φύλλα του ελαιώνα της Νικήτης, τα φύλλα δε σκιάστηκαν και παρουσίασαν καλύτερη λειτουργία.

Είναι φανερό ότι η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής του καολίνη στα ελαιόδεντρα εξαρτάται και από την αλληλεπίδραση με άλλους παράγοντες, όπως την υγεία και την ηλικία των φυτών, τις καλλιεργητικές τεχνικές, και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δύο ελαιώνων είναι πως ο ελαιώνας στη Νικήτη αποτελεί έναν αρδευόμενο ελαιώνα, ενώ στον ξηρικό ελαιώνα η άρδευση είναι περιορισμένη. Από πείραμα των Rosati et al. (2006) έχει αποδειχτεί ότι τα φυτά που αρδεύονται συστηματικά μπορεί να παρουσιάσουν βελτιωμένες φυσιολογικές αποκρίσεις στην εφαρμογή καολίνη, μια εκ των οποίων μπορεί να είναι η καλύτερη λειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού. Από την άλλη πλευρά, στους ξηρικούς ελαιώνες, όπου η υδατική καταπόνηση είναι μεγαλύτερη, οι θεραπευτικές και βελτιωτικές ιδιότητες του καολίνη ενδέχεται να μην είναι τόσο εμφανείς. Επίσης, ο ελαιώνας στη Νικήτη βρίσκεται σε απόσταση 40 μέτρων από τη θάλασσα, δηλαδή σε ήπιο κλίμα, ενώ ο ξηρικός ελαιώνας βρίσκεται σε ορεινή περιοχή στην Ορμύλια, όπου οι θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι υψηλότερες. Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι ο ξηρικός ελαιώνας είναι περισσότερο καταπονημένος από τον ελαιώνα στη Νικήτη. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας μπορεί να είναι η ηλικιακή διαφορά των ελαιώνων. Ο ξηρικός ελαιώνας είναι 80 ετών, ενώ ο ελαιώνας στη Νικήτη είναι μόλις 12 ετών. Τα μεγαλύτερα δέντρα διαθέτουν χαμηλότερο μεταβολικό ρυθμό από ότι τα νεαρά δέντρα (Issartel and Coiffard, 2011). Όλοι αυτοί οι παράγοντες ενδέχεται να επηρέασαν τη δράση του καολίνη στους δύο ελαιώνες.

Τον Ιούνιο, ο ψεκασμός βιοδιεγερτών, δηλαδή ενός μίγματος πυριτίου-ασβεστίου, φυκιών και αμινοξέων, βελτίωσε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών, αλλά δεν βελτίωσε το ειδικό βάρος των φύλλων στον ελαιώνα της Ορμύλιας. Όσον αφορά τα καροτενοειδή, αυτά αυξήθηκαν λίγο, αλλά δεν επηρεάστηκαν ουσιαστικά. Έχει βρεθεί ότι οι φυτοορμόνες που περιέχονται στα εκχυλίσματα φυκιών (όπως το αμπισικό οξύ και οι κυτοκινίνες) όντως αυξάνουν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και σε καροτενοειδή στα φυτά (Tay et al. 1985, Barickman et al. 2014, Liu et al. 2017).

Από τα αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι παρά την υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών τα φύλλα δεν παρουσίασαν καλύτερη λειτουργία από τα φύλλα του μάρτυρα. Παρότι τα φύλλα βρέθηκαν πιο σκούρου χρώματος και με μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης, είχαν λιγότερο πράσινο χρώμα. Το γεγονός αυτό είναι ασυνήθιστο, καθώς η αύξηση της

χλωροφύλλης a θα έπρεπε να συμβάλλει στη μετατόπιση του χρώματος προς το πράσινο τμήμα του φάσματος, με αποτέλεσμα τη χαμηλότερη τιμή της παραμέτρου a^* . Είναι πιθανό η συγκέντρωση κάποιων άλλων χρωστικών ενώσεων, όπως τα καροτενοειδή να επηρέασαν την παράμετρο a^* (Pandurangaiah et al. 2020).

Τον Οκτώβριο οι βιοδιεγέρτες μείωσαν την παραγωγικότητα των φύλλων και τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα πειραματικά δέντρα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι εφαρμογή βιοδιεγερτών μπορεί να προκαλέσει ισχυρότερη μετατόπιση θρεπτικών συστατικών προς τους καρπούς, με πιθανή μείωση της παραγωγικότητας των φύλλων σε σύγκριση με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Ahmad et al. 2020). Είναι γνωστό ότι οι κυτοκίνινες που περιέχονται στα εκχυλίσματα φυκιών συμμετέχουν στην κινητοποίηση των θρεπτικών ουσιών από τα φύλλα στους καρπούς (Giron et al. 2013, McIntyre et al. 2021). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι κατά τους φθινοπωρινούς μήνες συντελείται και αποικοδόμηση μέρους της χλωροφύλλης (Kräutler, 2014).

Οι τιμές των παραμέτρων χρώματος φύλλου που μετρήθηκαν με το χρωματόμετρο Minolta ήταν επίσης ασυνήθιστες. Στα φύλλα που έγινε εφαρμογή βιοδιεγερτών η παράμετρος a^* μειώθηκε, έδειξε δηλαδή πιο πράσινο χρώμα φύλλου, παρόλο που μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Οι βιοδιεγέρτες δεν επηρέασαν ουσιαστικά τις τιμές L^* και b^* .

Συγκριτικά με τις δύο εποχές, τον Οκτώβριο τα φύλλα έγιναν πιο μεστά, αν και οι συγκεντρώσεις χλωροφυλλών ανά μονάδα ξηράς ουσίας μειώθηκαν, επειδή αυξήθηκε η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου αυξήθηκαν (όχι η χλωροφύλλη b) σε σχέση με τα φύλλα τον Ιούλιο του 2021. Άρα τα φύλλα ήταν πιο παραγωγικά τον Οκτώβριο από ότι τον Ιούλιο.

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, η έκθεση των φύλλων στην ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη και τα φύλλα φωτοσυνθέτουν εντονότερα, άρα αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης και ξηρό βάρος από ότι το φθινόπωρο (Lewandowska et al. 1977). Επομένως, οι κλιματικές συνθήκες θα έπρεπε να επιφέρουν το αντίθετο αποτέλεσμα. Ωστόσο, είναι πολύ πιθανό ότι η εφαρμογή των βιοδιεγερτών λειτούργησε καλύτερα τον Οκτώβριο από ότι τον Ιούλιο. Αυτό περιγράφεται και σε πείραμα των Almadi et al. (2020) όπου στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου διαπιστώθηκε ότι ελαιόδεντρα που είχαν δεχθεί εφαρμογή βιοδιεγέρτη υδρολυμένης πρωτεΐνης παρουσίασαν μεγαλύτερη ανάπτυξη και ενισχυμένη

φωτοσύνθεση, λόγω της διαρκούς και άμεσης επίδρασης του βιοδιεγέρτη από την Άνοιξη μέχρι το Φθινόπωρο.

Η εφαρμογή των βιοδιεγερτών επέφερε πολύ θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα των καρπών. Οι βιοδιεγέρτες φαίνεται να μείωσαν ελαφρά το πράσινο χρώμα φλοιού των καρπών, αλλά έκαναν μεγαλύτερους τους καρπούς με μικρότερο πυρήνα και μεγαλύτερη συσσώρευση ξηράς ουσίας στον πυρήνα και στη σάρκα. Δηλαδή, οι βιοδιεγέρτες δημιούργησαν καλύτερης ποιότητας ελιές από αυτές του μάρτυρα.

Σε αρκετές μελέτες έχει βρεθεί ότι τα εκχυλίσματα φυκιών βελτιώνουν την ποιότητα και το μέγεθος των καρπών σε ελιές, μηλιές, φραουλιές, καθώς και στο ακτινίδιο (Chouliaras et al. 1997, Chouliaras et al. 2009, Roussos et al. 2009, Mousavi et al. 2024). Τα εκχυλίσματα φυκιών περιέχουν ρυθμιστές ανάπτυξης (γιββεριλίνες, αυξίνες, κυτοκινίνες) που σε συνδυασμό με την υδρολυμένη πρωτεΐνη (αμινοξέα) επηρεάζουν την κυτταρική διαίρεση και συμβάλλουν στην αύξηση του μεγέθους των καρπών (Schaller et al. 2014, Sowmya et al. 2023). Μεγαλύτερη συσσώρευση ξηράς ουσίας παρατηρήθηκε και σε πείραμα των Chouliaras et al. (2009) όπου εφαρμόστηκαν εκχυλίσματα φυκιών σε ποικιλία Κορωνέϊκη. Αυτό συμβαίνει καθώς τα εκχυλίσματα φυκιών, εκτός από τις φυτοορμόνες που συμβάλλουν στην αύξηση της βιομάζας, περιέχουν πολλά μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά όπως άζωτο, φώσφορο, κάλιο και ιχνοστοιχεία (Manimaran et al. 2018). Επιπλέον, στην αύξηση της ξηράς ουσίας πιθανόν να επέδρασε και το μίγμα πυριτίου-ασβεστίου (Bokhtiar et al. 2011).

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή καολίνη στα ελαιόδεντρα ποικιλίας Χονδρολιά Χαλκιδικής παρουσίασε διαφορετικές επιδράσεις ανάμεσα στον ξηρικό και αρδευόμενο ελαιώνα. Ο καολίνης δημιούργησε πιο ανοιχτόχρωμα φύλλα στον ξηρικό ελαιώνα, γεγονός που αποδόθηκε στην έντονη ανακλαστική του ιδιότητα. Ωστόσο, επέφερε σκίαση με αρνητικές συνέπειες στα φύλλα του ελαιώνα.

Η εφαρμογή καολίνη έδειξε πιο θετικά αποτελέσματα στον αρδευόμενο ελαιώνα της Νικήτης, συμβάλλοντας στη βελτιωμένη λειτουργία των φύλλων, αυξάνοντας τη συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και ενισχύοντας το ειδικό βάρος των φύλλων.

Η διαφυλλική εφαρμογή ενός μίγματος βιοδιεγερτών (πυρίτιο-ασβέστιο, εκχυλίσματα φυκιών και αμινοξέα) στον αρδευόμενο εντατικό ελαιώνα ποικιλίας Χονδρολιά Χαλκιδικής δε βελτίωσε τη λειτουργία των φύλλων όπως αναμενόταν τον Ιούλιο. Συνοπτικά, ενώ οι βιοδιεγέρτες αύξησαν τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, δε φαίνεται να βελτίωσαν το ειδικό βάρος των φύλλων.

Τον Οκτώβριο, οι βιοδιεγέρτες οδήγησαν σε μειωμένη παραγωγικότητα των φύλλων, πιθανώς λόγω της μετακίνησης θρεπτικών συστατικών προς τους καρπούς. Ωστόσο, επηρέασαν θετικά πολλά εμπορικά χαρακτηριστικά των καρπών της ελιάς. Τα οφέλη περιλάμβαναν το αυξημένο βάρος καρπού και περικαρπίου, καθώς και αύξηση του ποσοστού εδώδιμου και ξηρού βάρους περικαρπίου, συμβάλλοντας στη συνολική βελτίωση της εμπορικής ποιότητας των ελαιόκαρπων.

Από το πείραμα δε βρέθηκε ξεκάθαρη σχέση των μεταβολών των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης a και b με τις μετρήσεις του πραγματικού χρώματος με το όργανο Minolta και σε πολλές περιπτώσεις οι μετρήσεις ήταν μη αναμενόμενες.

Συμπερασματικά, ο καολίνης και οι βιοδιεγέρτες μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό εργαλείο για τη θρέψη και τη βελτίωση των λειτουργιών των φύλλων της ελιάς, καθώς και για τη βελτίωση της εμπορικής ποιότητας του ελαιόκαρπου. Λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων τους, η συνδυαστική τους χρήση έχει ήδη ξεκινήσει σε αρκετούς εντατικούς ελαιώνες της Χαλκιδικής.

Θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθεί περισσότερο ο βέλτιστος χρόνος και η δοσολογία του σκευάσματος καολίνη, λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες και τις ποικιλίες ελιάς, έτσι ώστε να αποφευχθεί η επιζήμια σκίαση των φύλλων, ειδικά στους

ξηρικούς ελαιώνες. Επίσης, απαιτείται περαιτέρω μελέτη των μηχανισμών πίσω από την επίδραση των βιοδιεγερτών στη λειτουργία των φύλλων, με στόχο την ολοκληρωμένη κατανόησή τους.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). 2023. Ετήσια γεωργική στατιστική έρευνα: Έτη 2020 και 2021. Πειραιάς.

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

Νάνος, Γ. 2021. Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα Ελαιοκομία.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Adamson, N.L., May, E., Code, A., Lee-Mäder Morris, E.S., Vaughan, M. 2021 (2018). Organic Pesticides: Minimizing Risks to Bees and Other Agriculturally Beneficial Insects, The Xerces Society for Invertebrate, Portland, OR. pp 20.

Agarwal, P.K., Dangariya, M., Agarwal, P. 2021. Seaweed extracts: Potential biodegradable, environmentally friendly resources for regulating plant defense. *Algal Research*, 58:102363.

Aitouguinane, M., Alaoui-Talibi, Z.E., Rchid, H., Fendri, I., Abdelkafi, S., El-Hadj, M.D.O., Boual, Z., Dubessay, P., Michaud, P., Traïkia, M., Pierre, G., El Modafar, C., Delattre, C. 2022. Polysaccharides from Moroccan green and brown seaweed and their derivatives stimulate natural defenses in olive tree leaves. *Applied Sciences*, 12:8842.

Almadi, L., Paoletti, A., Cinosi, N., Daher, E., Rosati, A., Di Vaio, C., Famiani, F. 2020. A biostimulant based on protein hydrolysates promotes the growth of young olive trees. *Agriculture*, 10:618.

Almeida, G., Pratisoli, D., Zanuncio, J., Vicentini, V., Holtz, A., Serrão, J. 2008. Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce phytophagy by Thrips palmi Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplants (*Solanum melongena* L.). *Interciencia*, 33:835-838.

Amiot, M.J., Fleuriet, A., Macheix, J. 1986. Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34:823–826.

Amjad Bashir, M., Rehim, A., Raza, Q.-U.-A., Muhammad Ali Raza, H., Zhai, L., Liu, H., Wang, H. 2021. Biostimulants as plant growth stimulators in modernized agriculture and

environmental sustainability, in: Ahmad, F., Sultan, M. (Eds.), Technology in Agriculture. IntechOpen.

Antonakou, M., Arapogiannis, T.H., Roussos, P. 2005. Surround® (kaolin 95% w/w) wp crop protectant: a new broad spectrum crop protectant against insects, sun burn and heat stress on many crops. In: International Symposium on Organic Agriculture in Mediterranean: Problems and Perspectives. Crete, Greece. pp 9-11.

Audibert, L., Fauchon, M., Blanc, N., Hauchard, D., Ar Gall, E. 2010. Phenolic compounds in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*: distribution and radical-scavenging activities. *Phytochemical Analysis*, 21:399–405.

Barickman, T.C., Kopsell, D.A., Sams, C.E., 2014. Absciscic acid increases carotenoid and chlorophyll concentrations in leaves and fruit of two tomato genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 139:261–266.

Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., Prithiviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196:39–48.

Ben Salah, I., Aghrouss, S., Douira, A., Aissam, S., El Alaoui-Talibi, Z., Filali-Maltouf, A., El Modafar, C. 2018. Seaweed polysaccharides as bio-elicitors of natural defenses in olive trees against verticillium wilt of olive. *Journal of Plant Interactions*, 13:248–255.

Ben-Ari, G., Biton, I., Many, Y., Namdar, D., Samach, A. 2021. Elevated temperatures negatively affect olive productive cycle and oil quality. *Agronomy*, 11:1492.

Bhupenchandra, I., Chongtham, S.K., Devi, E.L., R., R., Choudhary, A.K., Salam, M.D., Sahoo, M.R., Bhutia, T.L., Devi, S.H., Thounaojam, A.S., Behera, C., M. N., Harish., Kumar, A., Dasgupta, M., Devi, Y.P., Singh, D., Bhagowati, S., Devi, C.P., Singh, H.R., Khaba, C.I. 2022. Role of biostimulants in mitigating the effects of climate change on crop performance. *Frontiers in Plant Science*, 13:967665.

Bilal, R.M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M.R., Alagawany, M., Hassan, F., Elnesr, S.S., Elwan, H.A.M., Qiu, H., Lin, Q. 2021. Olive oil: Nutritional applications, beneficial health aspects and its prospective application in poultry production. *Frontiers in Pharmacology*, 12:723040.

Björn, L.O., Papageorgiou, G.C., Blankenship, R.E. et al. 2009. A viewpoint: Why chlorophyll a? *Photosynthesis Research*, 99:85–98. Bokari U.G. 1983. Chlorophyll, dry matter, and

photosynthetic conversion-efficiency relationships in warm-season grasses. *Journal of Range Management*, 36(4):145-152.

Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y.-W. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 8:535–543.

Bokhtiar, S.M., Huang, H.-R., Li, Y.-R. 2012. Response of sugarcane to calcium silicate on yield, gas exchange characteristics, leaf nutrient concentrations, and soil properties in two different soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:1363–1381.

Botta, A. 2013 Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: An approach to their mode of action. *Acta Horticulturae*, pp 29–35.

Brougham, R. W. 1960. The relationship between the critical leaf area, total chlorophyll content, and maximum growth-rate of some pasture and crop plants. *Annals of Botany*, 24(96):463–474.

Cabo, S., Aires, A., Carvalho, R., Vilela, A., Pascual-Seva, N., Silva, A.P., Gonçalves, B. 2021. Kaolin, *Ascophyllum nodosum* and salicylic acid mitigate effects of summer stress improving hazelnut quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101:459–475.

Cabo, S., Morais, M.C., Aires, A., Carvalho, R., Pascual-Seva, N., Silva, A.P., Gonçalves, B. 2020. Kaolin and seaweed-based extracts can be used as middle and long-term strategy to mitigate negative effects of climate change in physiological performance of hazelnut tree. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206:28–42.

Cavani, L., Margon, A., Sciubba, L., Ciavatta, C., Marzadori, C. 2017. What we talk about when we talk about protein hydrolyzate-based biostimulants? *AIMS Agriculture and Food*, 2:221-232.

Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Oliver, M., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J.J. 2009. Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. *Acta Horticulturae*, 830:481–488.

Chen, D., Li, Z., Yang, J., Zhou, W., Wu, Q., Shen, H., Ao, J. 2023. Seaweed extract enhances drought resistance in sugarcane via modulating root configuration and soil physicochemical properties. *Industrial Crops and Products*, 194:116321.

Chen, W.M., Jin, N., Shi, Y., Su, Y.Q., Fei, B.J., Li, W., Qiao, D.R., Cao, Y. 2010. Coordinate expression of light-harvesting chlorophyll a/b gene family of photosystem II and chlorophyll a

oxygenase gene regulated by salt-induced phosphorylation in *Dunaliella salina*. *Photosynthesis*, 48:355–360.

Chouliaras, V., Gerasopoulos, D., Lionakis, S. 1997. Effects of seaweed extract on fruit growth, weight and maturation of “Hayward” kiwifruit. *Acta Horti*, 485–492.

Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I., Tsabolatidou, E. 2009. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki: Effect of seaweed extract on olive tree nutritional status and productivity. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 89:984–988.

Cirillo, A., Conti, S., Graziani, G., El-Nakhel, C., Roupael, Y., Ritieni, A., Di Vaio, C. 2021. mitigation of high-temperature damage by application of kaolin and pinolene on young olive trees (*Olea europaea* l.): a preliminary experiment to assess biometric, eco-physiological and nutraceutical parameters. *Agronomy*, 11:1884.

Cluzet, S., Torregrosa, C., Jacquet, C., Lafitte, C., Fournier, J., Mercier, L., Salamagne, S., Briand, X., Esquerre-Tugaye, M.-T., Dumas, B. 2004. Gene expression profiling and protection of *Medicago truncatula* against a fungal infection in response to an elicitor from green algae *Ulva* spp. *Plant, Cell and Environment*, 27:917–928.

Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R., Roupael, Y. 2017. Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Frontiers in Plant Science*, 8:2202.

Denney, J., and Mceachern, G. 1983. An analysis of several climatic temperature variables dealing with olive reproduction. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108:578-581.

Dinis, L., Bernardo, S., Matos, C., Malheiro, A., Flores, R., Alves, S., Costa, C., Rocha, S., Correia, C., Luzio, A., & Moutinho-Pereira, J. 2020. Overview of kaolin outcomes from vine to wine: cerceal white variety case study. *Agronomy*, 10(9):1042.

Doveri, S., and Baldoni, L. 2007. Olive. In: Kole, C. (Ed.), *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Elisa, A.A., Ninomiya, S., Shamsuddin, J., Roslan, I. 2016. Alleviating aluminum toxicity in an acid sulfate soil from Peninsular Malaysia by calcium silicate application. *Solid Earth*, 7:367–374.

Encyclopaedia Britannica. 2023. Pectin. <https://www.britannica.com/science/pectin>

Encyclopedia Britannica. 2024. Chlorophyll. <https://www.britannica.com/science/chlorophyll>

Engel, D. 2021. Bioestimulantes “hidrolizado de proteína” e “extrato de algas” podem modular o metabolismo de nitrogênio em soja? Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Ertani, A., Pizzeghello, D., Francioso, O., Sambo, P., Sanchez-Cortes, S., Nardi, S. 2014. *Capsicum chinensis* L. growth and nutraceutical properties are enhanced by biostimulants in a long-term period: chemical and metabolomic approaches. *Frontiers in Plant Science*, 5:00375.

FAO 2017. Water for Sustainable Food and Agriculture, A report produced for the G20 Presidency of Germany. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

FAO 2020. Emissions due to Agriculture. Global, Regional and Country Trends 2000–2018. FAOSTAT Analytical Brief Series No 18. Rome

Fawwaz, H.F., Lathifatunnisa, S., Hemelda, N.M., Yuniati, R. 2021. Kaolin application to increase lettuce (*Lactuca sativa*) growth under suboptimal watering condition. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 948:012087.

Fernández-Bolaños, J., Rodríguez, G., Rodríguez, R., Guillén, R., Jiménez, A. 2006. Extraction of interesting organic compounds from olive oil waste. *Grasas e Aceites*, 57:95–106.

Filimon, V.R., Filimon, R., Rotaru, L. 2014. Characterization of some *Vitis vinifera* L. indigenous varieties by analysis of leaf photosynthetic pigments. *Bulletin UASVM Horticulture*, 71:246–255.

Flori, L., Donnini, S., Calderone, V., Zinnai, A., Taglieri, I., Venturi, F., Testai, L. 2019. The nutraceutical value of olive oil and its bioactive constituents on the cardiovascular system. Focusing on main strategies to slow down its quality decay during production and storage. *Nutrients*, 11(9):1962.

Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K.M., Gilani, A.-H., Saari, N. 2012. Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)—A review. *IJMS* 13:3291–3340.

- Giron, D., Frago, E., Glevarec, G., Pieterse, C.M.J., Dicke, M. 2013. Cytokinins as key regulators in plant-microbe-insect interactions: connecting plant growth and defense. *Functional Ecology*, 27:599–609.
- Glenn M. and Puterka GJ. 2005. Particle films: A new technology for Agriculture. *Horticultural Reviews*, pp 1-42.
- Glenn, D.M. 2012. The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 47:710–711.
- Grant, C.A. and Sheppard, S.C. 2008. Fertilizer impacts on cadmium availability in agricultural soils and crops. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 14:210–228.
- Grillakis, M.G., Kapetanakis, E.G., Goumenaki, E. 2022. Climate change implications for olive flowering in Crete, Greece: projections based on historical data. *Climatic Change*, 175:7.
- Guo, Z., Jia, X., Zheng, Z., Lu, X., Zheng, Y., Zheng, B., Xiao, J. 2018. Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.): a review. *Phytochemistry Reviews*, 17:1091-1110.
- Hamblin, J., Stefanova, K., & Angessa, T. 2014. Variation in chlorophyll content per unit leaf area in spring wheat and implications for selection in segregating material. *PLoS ONE*, 9:1245.
- Hamdy, A.E., Abdel-Aziz, H.F., El-khamissi, H., AlJwaizea, N.I., El-Yazied, A.A., Selim, S., Tawfik, M.M., AlHarbi, K., Ali, M.S.M., Elkelish, A. 2022. Kaolin improves photosynthetic pigments and antioxidant content and decreases sunburn of mangoes: field study. *Agronomy*, 12:1535.
- Hartono, A. 2008. The effect of calcium silicate on the phosphorus sorption characteristics of andisol. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 10(1):14-19.
- Haworth, M., Marino, G., Brunetti, C., Killi, D., De Carlo, A., & Centritto, M. 2018. The impact of heat stress and water deficit on the photosynthetic and stomatal physiology of olive (*Olea europaea* l.)-a case study of the 2017 heat wave. *Plants*, 7(4):76.
- Heckman, J.R., Johnston, S., Cowgill, W. 2003. Pumpkin yield and disease response to amending soil with silicon. *HortScience*. 38(4):552-554.

- Hong, D.D., Hien, H.M., Son, P.N. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology*, 19:817–826.
- Horne A.J. and Goldman C.R. 1994. *Limnology*. 2nd ed. McGraw-Hill.
- Huang, W., Ratkowsky, D., Hui, C., Wang, P., Su, J., Shi, P. 2019. Leaf fresh weight versus dry weight: which is better for describing the scaling relationship between leaf biomass and leaf area for broad-leaved plants? *Forests*, 10:256.
- Ishikita, H., Saenger, W., Biesiadka, J., Loll, B., & Knapp, E. W. 2006. How photosynthetic reaction centers control oxidation power in chlorophyll pairs P680, P700, and P870. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(26):9855–9860.
- Issartel, J. and Coiffard, C. 2011. Extreme longevity in trees: live slow, die old? *Oecologia*, 165:1–5.
- Jaastad, G.; Røen, D.; Hovland, B. and Opedal, O. 2006. Kaolin as a possible treatment against lepidopteran larvae and mites in organic fruit production. In: Boos, Markus (Ed.) *Ecofruit - 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference at Weinsberg/Germany, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO), Weinsberg, Germany*, pp. 31-35.
- Jabran, K. 2019. Mulches for soil and water conservation. In: *Role of Mulching in Pest Management and Agricultural Sustainability*. SpringerBriefs in Plant Science. Springer, Cham.
- Karagiannis, E., Michailidis, M., Skodra, C., Stamatakis, G., Dasenaki, M., Ganopoulos, I., Samiotaki, M., Thomaidis, N., Molassiotis, A., Tanou, G. 2021. Proteo-metabolomic journey across olive drupe development and maturation. *Food Chemistry*, 363:130339.
- Karise, R., Raimets, R., Dreyersdorff, G., Mänd, M. 2018. Using respiratory physiology techniques in assessments of pesticide effects. *Julius-Kühn-Archiv Nr*, 462:61–66.
- Kasajima, I. 2019. Measuring plant colors. *Plant Biotechnology*, 36:63–75.
- Khan, W., Usha, A., Rayirath, P., Sowmyalakshmi, A., Ae, S., Jithesh, M., Prasanth, A., Ae, R., Mark, D., Ae, H., Critchley, A., Craigie, J., Jeff, A., Ae, N., Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28:386-399.

- Kräutler, B. 2014. Phyllobilins – the abundant bilin-type tetrapyrrolic catabolites of the green plant pigment chlorophyll. *Chemical Society Reviews*, 43:6227–6238.
- Kume, A., Akitsu, T., Nasahara, K.N. 2018. Why is chlorophyll b only used in light-harvesting systems? *Journal of Plant Research*, 131:961–972.
- Laila, F., Hagagg, M., Maklad, M., Raslan, M. 2019. Effect of kaolin and calcium carbonate on yield quantity and quality of Kalamata and Manzanillo olive trees. *Middle East Journal of Agriculture Research* 7:1186-1194.
- Le Grange, M., Wand, S.J.E., Theron, K.I. 2004. Effect of kaolin applications on apple fruit quality and gas exchange of apple leaves. *Acta Horticulturae*, 636:545–550.
- Leong, T.A. and Anderson, J.M. 1984. Adaptation of the thylakoid membranes of pea chloroplasts to light intensities. I. Study on the distribution of chlorophyll-protein complexes. *Photosynthesis Research*, 5:105-115.
- Lewandowska, M., Jarvis, P.G. 1977. Changes in chlorophyll and carotenoid content, specific leaf area and dry weight fraction in sitka spruce, in response to shading and season. *New Phytologist*, 79:247–256.
- Li, Y., He, N., Hou, J., Xu, L., Liu, C., Zhang, J., Wang, Q., Zhang, X., Wu, X. 2018. Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6:64.
- Liu, X., Li, Y., Zhong, S. 2017. Interplay between light and plant hormones in the control of *Arabidopsis* seedling chlorophyll biosynthesis. *Frontiers in Plant Science*, 8:1433.
- Lu, H., Li, Z., Wu, J., Shen, Y., Li, Y., Zou, B., Tang, Y., Zhuang, P. 2017. Influences of calcium silicate on chemical forms and subcellular distribution of cadmium in *Amaranthus hypochondriacus* L. *Scientific reports*, 7:40583.
- Manimaran, P., Lakshmi, J., Sekar, Raja P. 2018. Influence of foliar application of seaweed extract and plant growth regulators on growth and physiological attributes of *Jasminum sambac*. *Environment and Ecology*, 36:262 -264.
- Mansour S.N. and Niroomand, A. 2007. Carbohydrate content and it's roles in alternate bearing in olive. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10:2744-2747.

- McIntyre, K.E., Bush, D.R., Argueso, C.T. 2021. Cytokinin regulation of source-sink relationships in plant-pathogen interactions. *Frontiers in Plant Science*, 12:677585.
- McNeil, S.D., Nuccio, M.L., Hanson, A.D. 1999. Betaines and related osmoprotectants. Targets for metabolic engineering of stress resistance. *Plant Physiology*, 120(4):945–949.
- Milne, B.F., Toker, Y., Rubio, A., Nielsen, S.B. 2015. Unraveling the intrinsic color of chlorophyll. *Angewandte Chemie*, 54:2170–2173.
- Mousavi, S.M., Jafari, A., Shirmardi, M. 2024. The effect of seaweed foliar application on yield and quality of apple cv. ‘Golden Delicious.’ *Scientia Horticulturae*, 323:112529.
- Mozhdehi, M., Kayhanian, A., Ahmadi, S. 2016. Application of kaolin clay for control of key pests of olive. 22nd Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.
- Muhidin, Syam'un, E., Kaimuddin, Musa, Y., Sadimantara, G.R., Usman, Leomo, S., Rakian, T.C. 2018. The effect of shade on chlorophyll and anthocyanin content of upland red rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122:012030.
- Nakamura, T., Nagayama, K., Uchida, K., Tanaka, R. 1996. Antioxidant activity of phlorotannins Isolated from the brown alga *Eisenia bicyclis*. *Fisheries Science*, 62:923–926.
- Pandurangaiah, S. Sadashiva A.T., Shivashankar K.S., Sudhakar Rao D.V., Ravishanka K.V. 2020. Carotenoid content in cherry tomatoes correlated to the color space values L*, a*, b*: A non-destructive method of estimation. *Journal of Horticultural Sciences*, 15(1):27-34.
- Paradisone, V., Navarro-León, E., Albacete, A., Ruiz, J.M., Esposito, S., Blasco, B. 2022. Improvement of the physiological response of barley plants to both Zinc deficiency and toxicity by the application of calcium silicate. *Plant Science*, 319:111259.
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., González-Núñez, M. 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*, 83:121–133.
- Peñalver, R., Lorenzo, J.M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., Nieto, G. 2020. Seaweeds as a functional ingredient for a healthy diet. *Marine Drugs*, 18:301.
- Pettigrew, W.T., Heitholt, J.J., Vaughn, K.C. 1993. Gas exchange differences and comparative anatomy among cotton leaf-type isolines. *Crop Science*, 33:1295–1299.

- Pujari, J., Pushpalatha, S.N., Padmashree, D. 2010. Content-based image retrieval using color and shape descriptors. Presented at the 2010 International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP), IEEE, Chennai, India, pp. 239–242.
- Rajalakshmi K. and Banu N. 2015. Extraction and estimation of chlorophyll from medicinal plants. *International Journal of Science and Research*, 4(11):209-212.
- Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T., Patolia, J.S. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*, 75:351–355.
- Regni, L., Del Pino, A.M., Mousavi, S., Palmerini, C.A., Baldoni, L., Mariotti, R., Mairech, H., Gardi, T., D’Amato, R., Proietti, P. 2019. Behavior of four olive cultivars during salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 10:867.
- Ristic, Z., Bukovnik, U., Prasad, P.V.V. 2007. Correlation between heat stability of thylakoid membranes and loss of chlorophyll in winter wheat under heat stress. *Crop Science*, 47:2067–2073.
- Roca, M., Mínguez-Mosquera, M.I. 2001. Changes in chloroplast pigments of olive varieties during fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49:832–839.
- Rocha, J., Borges, N., Pinho, O. 2020. Table olives and health: A review. *Journal of Nutritional Science*, 9: e57.
- Rosati, A., Metcalf, S.G., Buchner, R.P., Fulton, A.E., Lampinen, B.D. 2006. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Annals of Botany*, 98:267–275.
- Rosati, A., Metcalf, S.G., Buchner, R.P., Fulton, A.E., Lampinen, B.D. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Annals of Botany*, 99:255–263.
- Rossi, S., Burgess, P., Jespersen, D., Huang, B. 2017. Heat-induced leaf senescence associated with chlorophyll metabolism in bentgrass lines differing in heat tolerance. *Crop Science*, 57:376.

- Rouphael, Y., Giordano, M., Cardarelli, M., Cozzolino, E., Mori, M., Kyriacou, M., Bonini, P., Colla, G. 2018. Plant- and seaweed-based extracts increase yield but differentially modulate nutritional quality of greenhouse spinach through biostimulant action. *Agronomy*, 8(126):15.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.-K., Damvakaris, T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae*, 119:138–146.
- Santi, C., Zamboni, A., Varanini, Z., Pandolfini, T. 2017. Growth stimulatory effects and genome-wide transcriptional changes produced by protein hydrolysates in maize seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 8:433.
- Saour, G. and Makee, H. 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology*, 128:28–31.
- Sasikala, M., Indumathi, E., Radhika, S., Sasireka, R. 2016. Effect of seaweed extract (*Sargassum tenerrimum*) on seed germination and growth of tomato plant (*Solanum lycopersicum*). *International Journal of ChemTech Research*, 9:285-293.
- Schaller, G.E., Street, I.H., Kieber, J.J. 2014. Cytokinin and the cell cycle. *Current Opinion in Plant Biology*, 21:7–15.
- Schwingshackl, L. and Hoffmann, G. 2014. Adherence to Mediterranean diet and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *International Journal of Cancer*, 135(8):1884–1897.
- Segura-Monroy S., Uribe-Vallejo A., Ramirez-Godoy A., Restrepo-Diaz, H. 2015. Effect of kaolin application on growth, water use efficiency, and leaf epidermis characteristics of *Physalis peruviana* L. seedlings under two irrigation regimes. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 17:1585-1596.
- Sevik, H., Karakas, H., Karaca, U. 2013. Color – chlorophyll relationship of some indoor ornamental plants. *International Journal of Engineering Sciences and Research Technology*, 2:1706-1712.
- Shamya Arokia Rajan, M., Thriunavukkarasu, R., Joseph, J., Aruni, W. 2020. Effect of seaweed on seed germination and biochemical constituents of *Capsicum annum*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29:101761.

Shirley, H.L. 1929. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *American Journal of Botany*, 16:354–390.

Solbach, J.A., Fricke, A., Stützel, H. 2021. Seasonal efficiency of supplemental led lighting on growth and photomorphogenesis of sweet basil. *Frontiers in Plant Science*, 12:609975.

Sowmya R.S., Warke, V.G., Mahajan, G.B., Annapure, U.S. 2023. Effect of amino acids on growth, elemental content, functional groups, and essential oils composition on hydroponically cultivated coriander under different conditions. *Industrial Crops and Products*, 197:116577.

Sridhar, S. and Rengasamy, R. 2010. Significance of seaweed liquid fertilizers for minimizing chemical fertilizers and improving yield of *Arachis hypogaea* under field trial. *Recent Research in Science and Technology*, 2:73-80.

Stirk, W.A., Tarkowská, D., Turečová, V., Strnad, M., van Staden, J. 2014. Absciscic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from *Ecklonia maxima*. *Journal of Applied Phycology*, 26:561–567.

Syvvertsen, J.P. 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of 'Ruby Red' grapefruit leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128:107–112.

Takai, T., Kondo, M., Yano, M., Yamamoto, T. 2010. A quantitative trait locus for chlorophyll content and its association with leaf photosynthesis in rice. *Rice*, 3:172–180.

Tanaka, R. and Tanaka, A. 2011. Chlorophyll cycle regulates the construction and destruction of the light-harvesting complexes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*, 1807:968–976.

Tay, S.A.B., Macleod, J.K., Palni, L.M.S., Letham, D.S. 1985. Detection of cytokinins in a seaweed extract. *Phytochemistry*, 24:2611–2614.

Thomas, A.L., Muller, M.E., Dodson, B.R., Ellersieck, M.R., Kaps, M. 2004. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. *Journal of the American Pomological Society*, 58:42-51.

Tsouvaltzis, P., Koukounaras, A., Siomos, A.S. 2014. Application of amino acids improves lettuce crop uniformity and inhibits nitrate accumulation induced by the supplemental inorganic nitrogen fertilization. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16:951–955.

Ugarte, R.A., Sharp, G., Moore, B. 2006. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. *Journal of Applied Phycology*, 18:351–359.

Vierhuis, E. 2002. Structural characteristics of polysaccharides from olive fruit cell walls in relation to ripening and processing. *Carbohydrate Polymers*, 51:135-148.

Vogelmann, T.C. 1993. Plant tissue optics. *Annual Review of Plant Biology*, 44:231–251.

Wahid, A. 2007. Physiological implications of metabolite biosynthesis for net assimilation and heat-stress tolerance of sugarcane (*Saccharum officinarum*) sprouts. *Journal of Plant Research*, 120:219–228.

Wang, P., and Grimm, B. 2021. Connecting chlorophyll metabolism with accumulation of the photosynthetic apparatus. *Trends in Plant Science*, 26:484-495.

Wang, Y., Li, S., Cui, Y., Qin, S., Guo, H., Yang, D., Wang, C. 2021. Effect of drip irrigation on soil water balance and water use efficiency of maize in Northwest China. *Water*, 13(2): 217.

Waterman, E. and Lockwood, B. 2007. Active components and clinical applications of olive oil. *Alternative Medicine Review*, 12(4):331–342.

Zafra, A., Carmona, R., Traverso, J., Hancock, J., Goldman, M., Claros, M., Hiscock, S., Alché, J. 2017. Identification and functional annotation of genes differentially expressed in the reproductive tissues of the olive tree (*Olea europaea* L.) through the generation of subtractive libraries. *Frontiers in Plant Science*, 8:1576.

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

Διαδίκτυο 1

Ανακτήθηκε 20/7/2023

<https://www.internationaloliveoil.org/export-figures-of-table-olives-in-the-eu-27-part-1/>

Διαδίκτυο 2

Ανακτήθηκε 20/7/2023

<https://fitoriakonstantinou.gr/index.php/info/varieties/olive/130-xalkidikis>

Διαδίκτυο 3

Ανακτήθηκε 20/7/2023

<https://blog.gaiolives.com/kallergeia-elias-sti-xalkidiki/>

Διαδίκτυο 4

Ανακτήθηκε 20/7/2023

<https://sithoniaolives.gr/en/chalkidiki-olives>

Διαδίκτυο 5

Ανακτήθηκε 21/7/2023

<https://www.pemete.gr/epitrapezia-elia/agora-tis-elias/>

Διαδίκτυο 6

Ανακτήθηκε 21/7/2023

<https://www.cultifort.com/en/fruiting-production-ripening-olive/>

Διαδίκτυο 7

Ανακτήθηκε 21/7/2023

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Kaolin#section=pH&fullscreen=true>

Διαδίκτυο 8

Ανακτήθηκε 21/7/2023

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Solex#section=Molecular-Formula&fullscreen=true>

Διαδίκτυο 9

Ανακτήθηκε 22/1/2024

<https://hortamericas.com/blog/fresh-weight-vs-dry-weight/>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ανακτήθηκε 25/7/2023

https://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Oporokipeytika/epitr_elia_ellada.pdf

Eurostat. 2022. Eurostat Database: GDP at market prices, current prices, annual data.

Ανακτήθηκε 25/7/2023

<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00122/default/table?lang=en>.

Info Aperture. 2021. Anatomy of Food.

Ανακτήθηκε 25/7/2023

<https://www.infoaperture.com/experiments/2021/6/2/anatomy-of-food>

NIH Office of Dietary Supplements. 2022. Vitamin E - Fact Sheet for Consumers. Ανακτήθηκε 25/7/2023

<https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-Consumer/>