



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΔΑΚΟΥ
ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

ΦΡΥΔΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΜ: 531056



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Θεσσαλονίκη, Μάιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Νικόλαου Φρύδα που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΔΑΚΟΥ ΤΗΣ
ΕΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

ΦΡΥΔΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΜ: 531056

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής

Νικόλαος Παπαδόπουλος

Καθηγητής, ΠΜΣ «Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας»,
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Θεσσαλονίκη, Μάιος 2026

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη στη μνήμη του πατέρα μου, Δημήτρη, ο οποίος έφυγε από τη ζωή λίγους μήνες πριν από την έναρξη της εκπόνησής της. Η έμπνευση, οι αξίες και η αμέριστη υποστήριξή του αποτελούν για εμένα πολύτιμα εφόδια και διαχρονική πηγή δύναμης, που με συνόδευσαν και με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια του παρόντος έργου.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στη μητέρα μου, Αλεξάνδρα, καθώς και στη σύντροφό μου, Κατερίνα, για την αμέριστη υποστήριξη, την υπομονή και την κατανόησή τους στις δύσκολες στιγμές αυτού του απαιτητικού εγχειρήματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω σε όλους τους ελαιοπαραγωγούς που παραχώρησαν τους ελαιώνες τους για τη διεξαγωγή του πειραματικού σκέλους της διατριβής μου, καθώς και σε εκείνους που αφιέρωσαν τον χρόνο τους για να απαντήσουν στα ερωτηματολόγια, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην υλοποίηση και την ολοκλήρωση της έρευνάς μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Νικόλαο Παπαδόπουλο, για την εξαιρετικά πολύτιμη καθοδήγηση, την επιστημονική του στήριξη και τη διαρκή του διαθεσιμότητα καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής.

Σας ευχαριστώ.

Περίληψη

Η ελιά (*Olea europaea* L.) αποτελεί βασική καλλιέργεια της Μεσογείου και ιδιαίτερα της Ελλάδας, με σημαντική οικονομική και κοινωνική αξία. Κύριος εχθρός της ελαιοκαλλιέργειας είναι ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*), ο οποίος προκαλεί σοβαρές ποσοτικές και ποιοτικές απώλειες στην παραγωγή. Η δυναμική πληθυσμιακών του δάκου της ελιάς επηρεάζεται από κλιματικούς παράγοντες, το στάδιο ανάπτυξης των καρπών και τις καλλιεργητικές πρακτικές, παρουσιάζοντας έντονη χωρική και χρονική μεταβλητότητα.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυναμικής των πληθυσμών του δάκου της ελιάς και της σχέσης της με την προσβολή των καρπών σε ελαιώνες διαφορετικού τύπου διαχείρισης (εγκαταλελειμμένος, βιολογικός και συμβατικός) στη Χαλκιδική. Η μελέτη βασίστηκε σε δεδομένα από παγίδες παρακολούθησης πληθυσμών, δειγματοληψίες καρπών και ερωτηματολόγια που απευθύνθηκαν σε τοπικούς ελαιοπαραγωγούς κατά την περίοδο Ιουνίου–Οκτωβρίου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας παρουσίασε τις υψηλότερες συλλήψεις δάκου και τα μεγαλύτερα ποσοστά προσβολής, λειτουργώντας ως σημαντικό καταφύγιο πληθυσμών. Στον βιολογικό ελαιώνα καταγράφηκαν μέτρια επίπεδα προσβολής, ενώ στον συμβατικό ελαιώνα η δραστηριότητα του εντόμου παρέμεινε χαμηλή, επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών δακοκτονίας. Η δυναμική των πληθυσμών επηρεάστηκε έντονα από τις κλιματικές συνθήκες, με τις ξηρές περιόδους να συνδέονται με μειωμένη δραστηριότητα και τις φθινοπωρινές με αυξημένες συλλήψεις.

Συνολικά, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης των εγκαταλελειμμένων ελαιώνων στις στρατηγικές διαχείρισης και αναδεικνύουν τη συμβολή της συστηματικής παρακολούθησης των πληθυσμών και των σύγχρονων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων στη στοχευμένη και βιώσιμη αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς.

Λέξεις-κλειδιά: ελιά, δάκος της ελιάς, συμβατικός ελαιώνας, βιολογικός ελαιώνας, εγκαταλελειμμένος ελαιώνας, πληθυσμιακή δυναμική, ερωτηματολόγια, Χαλκιδική

Abstract

Olive (*Olea europaea* L.) is a key crop in the Mediterranean countries, particularly in Greece, with significant economic and social importance. Its main pest is the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*), which causes substantial quantitative and qualitative losses. The population dynamics of the pest are strongly influenced by climatic factors, fruit maturation stage, and cultivation practices, showing high spatial and temporal variability.

The aim of the current Master's thesis was to investigate the population dynamics of the olive fruit fly and its relationship with fruit infestation in olive groves under different management systems (abandoned, organic, and conventional) in the region of Halkidiki, Greece. The study was based on data collected from adult monitoring traps, fruit sampling, and questionnaires addressed to local olive growers from June to October 2025.

Results showed that the abandoned olive grove exhibited the highest adult olive fruit fly captures and fruit infestation rates, functioning as an important population reservoir. Moderate infestation levels were recorded in the organic grove, while activity remained low in the conventional grove, confirming the effectiveness of the applied control practices. Population dynamics were strongly affected by climatic conditions, with dry periods associated with reduced activity and autumn conditions with increased captures.

Overall, the findings highlight the importance of integrating abandoned olive groves into management strategies and demonstrate the contribution of systematic population monitoring and decision support systems to targeted, timely, and sustainable olive fruit fly management.

Keywords: olive, olive fruit fly, conventional orchard, organic orchard, abandoned orchard, population dynamics, questionnaires, Halkidiki

1 Περιεχόμενα

1 Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή	1
1.1 Ιστορική αναδρομή σχετικά με την καλλιέργεια της ελιάς	1
1.2 Ταξινόμηση μορφολογικά χαρακτηριστικά και καλλιεργητικές απαιτήσεις της ελιάς	2
1.3 Ελαιοκαλλιέργεια : Από την παγκόσμια εικόνα στην τοπική πραγματικότητα της Χαλκιδικής	3
1.4 Οι κυριότεροι εχθροί της ελιάς	6
1.4.1 Ο δάκος της ελιάς - <i>Bactrocera oleae</i>	7
1.4.2 Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς - <i>Prays oleae</i>	7
1.4.3 Η παρλατόρια της ελιάς - <i>Parlatoria oleae</i>	9
1.4.4 Το λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς - <i>Saissetia oleae</i>	10
1.5 Ο δάκος της ελιάς	11
1.5.1 Συστηματική κατάταξη	11
1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	12
1.5.3 Βιολογία και οικολογία	14
1.5.4 Οικονομική σημασία	18
1.5.5 Γεωγραφική εξάπλωση και εξελικτική ιστορία	21
1.5.6 Δυναμική πληθυσμών	23
1.5.7 Παρακολούθηση πληθυσμών	25
1.6 Η Αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς	27
1.6.1 Γενικά	27
1.6.2 Καλλιεργητικές πρακτικές	29
1.6.3 Χημική καταπολέμηση	29
1.6.4 Βιολογικές μέθοδοι	31
1.6.5 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι	34
1.6.6 Τεχνικές προσέλκυσης και θανάτωσης	36
1.6.7 Νέες τεχνολογίες	40
1.7 Σκοπός της μελέτης	42
2 Κεφάλαιο 2^ο : Πειραματική διαδικασία	45
2.1 Περιοχή Μελέτης	45
2.2 Παρακολούθηση Πληθυσμών	50
2.2.1 Τύπος παγίδας	50

2.2.2	Ελκυστικό που χρησιμοποιήθηκε	51
2.2.3	Εγκατάσταση και παρακολούθηση παγίδων.....	52
2.2.4	Δειγματοληψία καρπών	54
2.2.5	Ερωτηματολόγιο	56
2.3	Ανάλυση Δεδομένων.....	59
2.3.1	Παγίδες.....	59
2.3.2	Στατιστική ανάλυση.....	60
2.3.3	Δειγματοληψία καρπών	61
2.3.4	Ερωτηματολόγια	62
3	Κεφάλαιο 3^ο : Αποτελέσματα	64
3.1	Κλιματικά δεδομένα.....	64
3.2	Δυναμική πληθυσμών	73
3.3	Ερωτηματολόγια	83
4	Κεφάλαιο 4^ο : Συζήτηση	94
4.1	Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς.....	94
4.2	Προσβολή του ελαιόκαρπου	96
4.3	Η άποψη των παραγωγών	97
4.4	Συμπεράσματα	98
5	Κεφάλαιο 5^ο : Βιβλιογραφία	100

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1.1 Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής ελιάς ανά γεωγραφική περιοχή	5
Εικόνα 1.2 Αρσενικό και θηλυκό άτομο του δάκου της ελιάς (<i>Bactrocera oleae</i>), με τον ωοθέτη του θηλυκού να είναι εμφανής. (φωτογραφία του συγγραφέα)	12
Εικόνα 1.3 Προνύμφη 3 ^{ης} ηλικίας του <i>Bactrocera oleae</i> στο μεσοκάρπιο καρπού ελιάς ποικιλίας Χαλκιδικής, προκαλώντας εκτεταμένη υποβάθμιση του ιστού. (φωτογραφία του συγγραφέα).....	13
Εικόνα 1.4 Εμφανής οπή ωοτοκίας από ενήλικο θηλυκό του δάκου της ελιάς (<i>Bactrocera oleae</i>) πάνω στον καρπό της ελιάς. (φωτογραφία από το συγγραφέα).....	15
Εικόνα 1.5 Βιολογικός κύκλος του δάκου της ελιάς.....	16
Εικόνα 1.6 Ελαιόκαρπος προσβεβλημένος από προνύμφη του δάκου της ελιάς (<i>Bactrocera oleae</i>), με χαρακτηριστικά ορύγματα στο μεσοκάρπιο. (φωτογραφία του συγγραφέα).....	20
Εικόνα 1.7 Γεωγραφική κατανομή του δάκου της ελιάς (Πηγή: EPPO).....	21
Εικόνα 1.8 Παράγοντες που επηρεάζουν τον πληθυσμό του δάκου της ελιάς (φωτογραφία του συγγραφέα)	24
Εικόνα 1.9 Προκλήσεις στρατηγικής διαχείρισης (φωτογραφία του συγγραφέα)	28
Εικόνα 2.1 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας	46
Εικόνα 2.2 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή Παραλία Διονυσίου (Πηγή υποβάθρου : Google Earth)	48
Εικόνα 2.3 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή του Παρθενώνα στο Νέο Μαρμαρά (Πηγή υποβάθρου : Google Earth)	49
Εικόνα 2.4 Παγίδα McPhail· διακρίνονται το άνω διαφανές τμήμα («καμπάνα»), η κίτρινη βάση με την κωνική οπή εισόδου και ο περιέκτης ελκυστικού. (φωτογραφία του συγγραφέα)	50
Εικόνα 2.5 Ηλεκτρονικός ζυγός με ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων (φωτογραφία του συγγραφέα).....	51
Εικόνα 2.6 Ογκομετρικός κύλινδρος με ακρίβεια 100 ml (φωτογραφία του συγγραφέα).....	52
Εικόνα 2.7 Ουροσυλλέκτης για τη συλλογή των ενήλικων ατόμων του δάκου (φωτογραφία του συγγραφέα).....	53
Εικόνα 2.8 Στερεοσκόπιο Motic ST-36 (φωτογραφία του συγγραφέα).....	54

Εικόνα 2.9 Πεσμένοι καρποί κάτω από την κόμη ενός επιλεγμένου δέντρου στον “εγκαταλελειμμένο” ελαιώνα του Παρθενώνα, κατά τη δειγματοληψία της 5/10/2025. (φωτογραφία του συγγραφέα).....	56
Εικόνα 2.10 Ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε σε ελαιοπαραγωγούς της Χαλκιδικής.....	58
Εικόνα 2.11 Δίκτυο παγίδων στους τρεις ελαιώνες (Πηγή : Google Earth)	59
Εικόνα 2.12 Παγίδα τοποθετημένη σε δέντρο ελιάς στην περιοχή του Παρθενώνα (φωτογραφία του συγγραφέα).....	60

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 3.1 Ηλικία, περιοχή δραστηριοποίησης, καλλιεργούμενες ποικιλίες και έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια της ελιάς των συμμετεχόντων παραγωγών.....	84
Πίνακας 3.2 Χρήση παραγωγής, καλλιεργούμενη έκταση, μέση στρεμματική απόδοση και τιμές πώλησης ελαιόλαδου και βρώσιμων ελιών των συμμετεχόντων παραγωγών.....	86
Πίνακας 3.3 Ετήσιο κόστος εργατικών, καυσίμων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς.....	89

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 3.1 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) θερμοκρασίας στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον βιολογικό ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.open-meteo.gr).....	65
Διάγραμμα 3.2 Ημερήσια διακύμανση της σχετικής υγρασίας (%) στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.open-meteo.gr)	66
Διάγραμμα 3.3 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.open-meteo.gr).....	67
Διάγραμμα 3.4 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) θερμοκρασίας στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον συμβατικό ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.open-meteo.gr)	68
Διάγραμμα 3.5 Ημερήσια διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας (RH%) στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025.....	69
Διάγραμμα 3.6 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.open-meteo.gr).....	70
Διάγραμμα 3.7 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) θερμοκρασίας στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.meteo.gr)	71
Διάγραμμα 3.8 Ημερήσια διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας (RH%) στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.meteo.gr).....	72
Διάγραμμα 3.9 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.meteo.gr).....	73
Διάγραμμα 3.10 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).	74
Διάγραμμα 3.11 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή του Παρθενώνα. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).	75

Διάγραμμα 3.12 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή του Παρθενώνα. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).	76
Διάγραμμα 3.13 Μέσος όρος ($\pm$ SE) του συνολικού αριθμού συλλήψεων δάκου στους τρεις τύπους ελαιώνα. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).	77
Διάγραμμα 3.14 Μέσος όρος ($\pm$ SE) του συνολικού αριθμού συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου στους τρεις τύπους ελαιώνα. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).	78
Διάγραμμα 3.15 Διασπορά ποσοστού προσβολής καρπών (%) στους ελαιώνες της μελέτης.....	79
Διάγραμμα 3.16 Μέσος όρος ($\pm$ SE) ζωντανών προνυμφών και προσβεβλημένων καρπών ανά ελαιώνα σε δείγμα 100 καρπών. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).	80
Διάγραμμα 3.17 Εξέλιξη του αριθμού προσβεβλημένων πεσμένων καρπών από τον δάκο της ελιάς γύρω από την κόμη των δέντρων στους τρεις ελαιώνες της μελέτης κατά την περίοδο 7/9/2025–19/10/2025	81
Διάγραμμα 3.18 Μέσος όρος ($\pm$ SE) πεσμένων και προσβεβλημένων πεσμένων καρπών ανά ελαιώνα. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).	82
Διάγραμμα 3.19 Κατανομή σημαντικότερων εντομολογικών εχθρών της ελιάς σύμφωνα με τους παραγωγούς.....	87
Διάγραμμα 3.20 Κατανομή των παραγωγών ανά εύρος κόστους παραγωγής για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς	90
Διάγραμμα 3.21 Κατανομή των παραγωγών ανά ποσοστό καταπολέμησης του δάκου της ελιάς....	91
Διάγραμμα 3.22 Κατανομή των παραγωγών ανά κλάση ετήσιων ωρών ενασχόλησης με την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς.....	92
Διάγραμμα 3.23 Ενδιαφέρον παραγωγών ελιάς στη Χαλκιδική για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, για τη βελτίωση της αντιμετώπισης του δάκου και τη μείωση του κόστους καταπολέμησης.	93

1 Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή σχετικά με την καλλιέργεια της ελιάς

Η ελιά (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *europaea*) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα φυτικά είδη της Μεσογειακής λεκάνης. Μέχρι τον 5ο αιώνα π.Χ. η καλλιέργειά της είχε ήδη εξαπλωθεί εκτεταμένα, επηρεάζοντας βαθιά το αγροτικό τοπίο του νότιου Λεβάντ, που περιλαμβάνει τη σύγχρονη Συρία, τον Λίβανο, το Ισραήλ, την Παλαιστίνη και τη δυτική Ιορδανία (Zohary et al., 2012). Αρχαιολογικά ευρήματα υποδεικνύουν ότι ήδη από την πρώιμη εποχή του χαλκού (4000–3000 π.Χ.) υπήρχε εκτεταμένο εμπόριο επιτραπέζιων ελιών και ελαιολάδου (Zohary et al., 2012; Langgut et al., 2019). Επιπλέον, ναυάγια της ύστερης εποχής του χαλκού και γραπτές πηγές αποκαλύπτουν τον διαμεσογειακό χαρακτήρα του εμπορίου αυτού ήδη από τα τέλη της 2ης χιλιετίας π.Χ. Στον ελληνορωμαϊκό κόσμο η ελιά απέκτησε έντονο συμβολικό φορτίο, συνδεδεμένη με τη νίκη, τη σοφία και την ευημερία (Therios, 2009). Η ακριβής γεωγραφική προέλευση και ο χρόνος έναρξης της καλλιέργειας της ελιάς εξακολουθούν να αποτελούν αντικείμενο επιστημονικής συζήτησης. Σύμφωνα με υψηλής ανάλυσης παλυνολογικά δεδομένα από διάφορες περιοχές της Μεσογείου, η αρχική καλλιέργεια φαίνεται να ξεκίνησε στον νότιο Λεβάντ περίπου πριν από 6.500 χρόνια, ενώ μια δεύτερη, ευρείας κλίμακας φάση εμφανίζεται στο Αιγαίο (Κρήτη) γύρω στις αρχές/μέσα του 6000 π.Χ. Από αυτούς τους δύο πυρήνες, η καλλιέργεια εξαπλώθηκε σταδιακά σε ολόκληρη τη Μεσόγειο: στον βόρειο Λεβάντ πριν από περίπου 4.800 χρόνια, στην Ανατολία πριν από 3.200 χρόνια, στη βόρεια Ιταλία πριν από 3.400 χρόνια και στην Ιβηρική Χερσόνησο στα μέσα έως τέλη του 3000 π.Χ. (Langgut et al., 2019). Αρχαιοβοτανικά ευρήματα στην Ελλάδα υποδεικνύουν την παρουσία ελιάς ήδη από τη Νεολιθική εποχή (4.000–2.700 π.Χ.), με ενδοκάρπια (κουκούτσια ελιάς) να εντοπίζονται σε διάφορες περιοχές, όπως στη Λάρισα (Σουφλί Μαγούλας), στη Μαγνησία (Διμήνι) και στη Μάνη (Runnells & Hansen, 1986). Επιπλέον, στην ανατολική Κρήτη, συγκεκριμένα στον Βάλτο Κουρεμένου, βρέθηκαν ενδείξεις ελιάς από το τέλος της Νεολιθικής περιόδου (2.780–2.525 π.Χ.) (Cañellas-Boltà et al., 2018).

1.2 Ταξινόμηση μορφολογικά χαρακτηριστικά και καλλιεργητικές απαιτήσεις της ελιάς

Σύμφωνα με την επικρατέστερη επιστημονική άποψη, η καλλιέργεια της ελιάς προέκυψε μέσα από την επιλογή φυσικών πληθυσμών της άγριας *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*, με τη διαδικασία της εξημέρωσης να βασίζεται στη διάδοση φυτών που εμφάνιζαν ευνοϊκά χαρακτηριστικά, όπως μεγαλύτερο μέγεθος καρπού, αυξημένη περιεκτικότητα σε έλαιο και υψηλότερη παραγωγικότητα (Zohary & Spiegel-Roy, 1975; Zohary et al., 2012). Η εξέλιξη της καλλιέργειας συνδέθηκε στενά με την εφαρμογή της τεχνικής του εμβολιασμού (Zohary et al., 2012), αν και η ικανότητα της ελιάς να πολλαπλασιάζεται βλαστικά μέσω ριζοβολίας τμημάτων του κορμού υποδηλώνει ότι η συστηματική καλλιέργειά της μπορεί να είχε ξεκινήσει ακόμη και πριν από τη διάδοση της τεχνικής αυτής (Foxhall, 2007). Οι άγριοι πληθυσμοί της ελιάς διαφοροποιούνται μορφολογικά από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες, καθώς εμφανίζουν μικρότερους καρπούς, ενδεχομένως χαμηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο, μεγαλύτερη μορφολογική ποικιλότητα και έντονα θαμνώδη ανάπτυξη (Galili et al., 2021; Terral et al., 2021). Η μακροχρόνια συνύπαρξη άγριων και καλλιεργούμενων πληθυσμών ευνόησε τον υβριδισμό μεταξύ τους, δημιουργώντας αμφιβολίες σχετικά με το κατά πόσο οι σημερινοί αυτοφυείς πληθυσμοί αποτελούν πραγματικούς απογόνους της var. *sylvestris*. Ως αποτέλεσμα, η γενετική τους δομή ενδέχεται να έχει υποστεί σημαντικές μεταβολές εξαιτίας της γειτνίασης με καλλιεργούμενους ελαιώνες (Barazani et al., 2016).

Η ελιά (*Olea europaea* L.) κατατάσσεται στο βασίλειο Plantae, στο υποβασίλειο Tracheobionta και στην υπερδιαίρεση Spermatophyta. Ανήκει στην κλάση Magnoliopsida και στην υποτάξη Asteridae, ενώ ταξινομείται στην τάξη Scrophulariales ή Lamiales και στην οικογένεια Oleaceae. Το γένος είναι *Olea* και το είδος *Olea europaea* (Besnard et al., 2007). Μορφολογικά, πρόκειται για αειθαλές δέντρο που συνήθως φτάνει σε ύψος έως 10 μέτρα, με κορμό παχύ και συχνά στρεβλωμένο. Τα φύλλα της είναι λεία, λογχοειδή, δερματώδη, με ασημόλευκη κάτω επιφάνεια, μήκους 5–10 εκατοστών και πλάτους 1–3 εκατοστών. Τα άνθη είναι μικρά, ερμαφρόδιτα και λευκά, ενώ ο καρπός είναι ωοειδής, μικρός, και κατά την ωρίμανση αποκτά μαύρο-ιώδες χρώμα,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

με μήκος 1–2,5 εκατοστά. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες συνήθως παράγουν μεγαλύτερους καρπούς σε σύγκριση με τους άγριους πληθυσμούς (Hashmi et al., 2015).

Η ελιά είναι ιδιαίτερα προσαρμοστική και μπορεί να αναπτυχθεί σε ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών, ευδοκιμώντας σε θερμοκρασίες μεταξύ 15 και 40 °C (Tsantili et al., 2017). Αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια, χαμηλή υγρασία και ψυχρούς χειμώνες, ενώ η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών απαιτεί περίοδο ψύχους διάρκειας τουλάχιστον δύο μηνών. Το είδος παρουσιάζει αυξημένη ανθεκτικότητα στην ξηρασία και μπορεί να καλλιεργηθεί επιτυχώς σε περιοχές με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 900–1000 mm (Akhavani et al., 2022). Αν και μπορεί να αναπτυχθεί ακόμη και σε ξηρά ή ασβεστούχα εδάφη, τα αμμώδη και αργιλώδη εδάφη που διαθέτουν επαρκή συγκέντρωση βασικών θρεπτικών στοιχείων, όπως φώσφορος, άζωτο και κάλιο, θεωρούνται ιδανικά για την ανάπτυξή της. Επιπλέον, ευδοκιμεί σε εδάφη με pH μικρότερο από 8,5 και μπορεί να αντέξει την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων βορίου χωρίς την εμφάνιση φαινομένων τοξικότητας (Tsantili et al., 2017). Αντιθέτως, οι περιοχές μεγάλου υψομέτρου θεωρούνται ακατάλληλες λόγω του αυξημένου κινδύνου παγετού.

Η ελιά είναι μονοϊκό φυτό και επικονιάζεται κυρίως μέσω του ανέμου. Γενετικά φέρει διπλό σύνολο χρωμοσωμάτων, με $2n = 46$ (Kumar et al., 2011). Η υψηλή συχνότητα σταυροεπικονίασης, σε συνδυασμό με την αρχαιότητα του είδους, έχει συμβάλει στη μεγάλη γενετική ποικιλομορφία που παρατηρείται σήμερα. Η ποικιλομορφία αυτή προσφέρει εξελικτικά και προσαρμοστικά πλεονεκτήματα, ωστόσο καθιστά πιο δύσκολη τη διαχείριση και την ακριβή ταυτοποίηση των καλλιεργούμενων ποικιλιών (Al Ruqaie, Al Khalifah & Shanavaskhan, 2016).

1.3 Ελαιοκαλλιέργεια : Από την παγκόσμια εικόνα στην τοπική πραγματικότητα της Χαλκιδικής

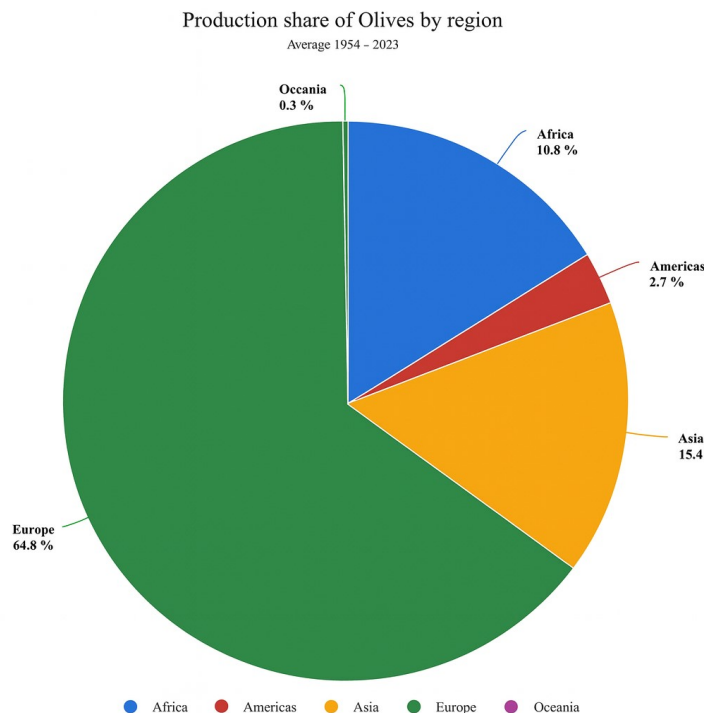
Περισσότερες από 2.600 ποικιλίες ελιάς καλλιεργούνται παγκοσμίως, πολλές από τις οποίες είναι παραδοσιακές ή αρχαίες και εμφανίζουν περιορισμένη παρουσία στη σύγχρονη ελαιοκαλλιέργεια. Οι ποικιλίες αυτές διαθέτουν διαφορετικά γενετικά χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν ποικίλη ανταπόκριση σε βιοτικούς και αβιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

(Therios, 2009). Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιοκομίας (IOC, 2022) η καλλιέργεια της ελιάς σήμερα συναντάται σε 67 χώρες και στις πέντε ηπείρους, ενώ η κατανάλωση προϊόντων ελιάς επεκτείνεται σε 179 χώρες. Σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν καταγραφεί περίπου 11.594.987 εκτάρια ελαιώνων. Από τη συνολική παραγωγή ελιάς, το 13,39% προορίζεται για βρώσιμες ελιές, ενώ το 86,61% χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιόλαδου. Η Ευρώπη διαθέτει τη μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή ελιάς παγκοσμίως. Ωστόσο, η παραγωγικότητα εμφανίζεται υψηλότερη στην Ωκεανία τόσο για τις βρώσιμες ελιές όσο και για το ελαιόλαδο, ενώ ακολουθεί η Αμερική για τις βρώσιμες ελιές και η Ευρώπη για το ελαιόλαδο (IOC, 2022).

Η συνολική επιφάνεια που καλλιεργείται με ελαιώνες έχει τετραπλασιαστεί από το 1961, όταν ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) ξεκίνησε τη συστηματική και αξιόπιστη καταγραφή σχετικών στατιστικών δεδομένων (Sánchez-Martínez & Garrido-Almonacid, 2018). Η παγκόσμια παραγωγή ελαιόλαδου έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιοκομίας (IOC), η παραγωγή έχει τριπλασιαστεί τα τελευταία 60 χρόνια, φτάνοντας στους 2,76 εκατομμύρια τόνους κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022/23. Για το έτος 2023/24, οι εκτιμήσεις του IOC δείχνουν πτώση κατά περίπου 7%, σε 2,564 εκατ. τόνους, ενώ για την περίοδο 2024/25 προβλέπεται σημαντική ανάκαμψη, με παραγωγή που μπορεί να φτάσει τα 3,375,5 εκατ. τόνους (αύξηση ~32%).

Η Εικόνα 1.1 παρουσιάζει το ποσοστό παραγωγής ελιάς ανά γεωγραφική περιοχή σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με τα δεδομένα του FAOSTAT (REFERENCE). Όπως φαίνεται, η Μεσογειακή λεκάνη κυριαρχεί στην παραγωγή, συγκεντρώνοντας το συντριπτικό ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής ελιάς. Οι υπόλοιπες περιοχές, όπως η Ασία, η Αμερική και η Ωκεανία, συμμετέχουν με σημαντικά μικρότερα μερίδια, γεγονός που υπογραμμίζει τον καίριο ρόλο του μεσογειακού κλίματος και των παραδοσιακών καλλιεργητικών πρακτικών στην ανάπτυξη της ελιάς.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής**Εικόνα 1.1 Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής ελιάς ανά γεωγραφική περιοχή****Πηγή: FAO (1954–2023)**

Ο κύριος όγκος της παραγωγής συγκεντρώνεται κυρίως σε λίγες Μεσογειακές χώρες, με την Ισπανία, την Ιταλία, την Ελλάδα και την Πορτογαλία να αποτελούν τους σημαντικότερους παραγωγούς ελαιόλαδου διεθνώς. Για την καλλιεργητική σεζόν 2023/24, σύμφωνα με τα στοιχεία του International Olive Council (IOC), η Ισπανία παραμένει ο μεγαλύτερος παραγωγός με περίπου 854 χιλ. τόνους, ακολουθούμενη από την Ιταλία με 328,5 χιλ. τόνους. Στην τρίτη θέση βρίσκεται η Ελλάδα με περίπου 175–200 χιλ. τόνους, ενώ ακολουθεί η Πορτογαλία με περίπου 160,9 χιλ. τόνους. Η Ελλάδα, σύμφωνα με τα ετήσια οριστικά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, παρουσιάζει τα τελευταία τρία ημερολογιακά έτη (2021–2023) μια ήπια πτωτική πορεία στην παραγωγή ελαιόλαδου: 255,7 χιλ. τόνοι το 2021, 248,3 χιλ. τόνοι το 2022 και 228,9 χιλ. τόνοι το 2023. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεγάλες ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα παραμένει σταθερά ανάμεσα στους τρεις μεγαλύτερους παραγωγούς, αν και η παραγωγή της

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

είναι σημαντικά μικρότερη από εκείνη της Ισπανίας και κοντά στα επίπεδα της Ιταλίας σε ορισμένα έτη. Οι διαφορές αυτές οφείλονται τόσο στη μεγάλη κλίμακα των ισπανικών και ιταλικών ελαιώνων όσο και στις έντονες ετήσιες διακυμάνσεις της παραγωγής που επηρεάζουν όλες τις Μεσογειακές χώρες τόσο λόγω κλιματικών συνθηκών όσο και στρεμματικής παραγωγικότητας.

Η ελαιοκαλλιέργεια στη Χαλκιδική καταλαμβάνει περίπου 360.000 στρέμματα, από τα οποία 225.000 στρέμματα προορίζονται για επιτραπέζιες ελιές και 135.000 στρέμματα για παραγωγή ελαιολάδου. Η κύρια ποικιλία της περιοχής είναι η Χονδρολιά Χαλκιδικής, ενώ καλλιεργείται και η ποικιλία «Χαλκιδικής», οι οποίες απαιτούν σημαντικό αριθμό χειμερινών «ψυχρών ωρών» (~900 ώρες κάτω από 7,2 °C) για ικανοποιητική ανθοφορία. Η μέση ετήσια παραγωγή ελαιόλαδου φτάνει περίπου τους 7.000 τόνους, με μεγάλο μέρος αυτής να προορίζεται για εξαγωγές. Η ακαρπία αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα προβλήματα της ελαιοκαλλιέργειας στην περιοχή, με αποκορύφωμα τη σεζόν 2023 όπου ξεπέρασε το 90%, επιφέροντας οικονομική ζημία που υπολογίζεται σε περίπου 161 εκατ. ευρώ για τους παραγωγούς («Χαλκιδική: Καταστροφική η ακαρπία στις ελιές – Ζημιά 161 εκατ. ευρώ», 2023). Επιπλέον, υπολογίζεται ότι πάνω από 60.000 άτομα στην περιοχή ασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με την καλλιέργεια, τη συγκομιδή και την επεξεργασία των ελιών. Αξίζει τέλος να αναφερθεί, ότι η επιτραπέζια ελιά Χαλκιδικής αποτελεί εθνικό και όχι τοπικό προϊόν, κατά 95% εξαγωγίμο και αναγνωρισμένο με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του στην παγκόσμια αγορά (Οικονομικός Ταχυδρόμος, 2023).

1.4 Οι κυριότεροι εχθροί της ελιάς

Οι κυριότεροι εχθροί της ελιάς περιλαμβάνουν τον δάκο της ελιάς *Bactrocera oleae*, τον πυρηνотρήτη *Prays oleae*, την παρλατόρια *Parlatoria oleae*, και το λεκάνιο *Saissetia oleae*. Αυτά τα έντομα προσβάλλουν διάφορα όργανα του ελαιοδέντρου (καρπούς, φύλλα, κλαδιά), προκαλώντας ζημιές που μειώνουν τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα της παραγωγής, για

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

αυτό αποτελούν βασικό αντικείμενο μελέτης και διαχείρισης στη φυτοπροστασία της ελιάς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

1.4.1 Ο δάκος της ελιάς - *Bactrocera oleae*

Ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae* Rossi, 1790) αποτελεί τον σημαντικότερο εχθρό της ελαιοκαλλιέργειας παγκοσμίως, προκαλώντας σοβαρές ποσοτικές και ποιοτικές απώλειες στην παραγωγή (Daane & Johnson, 2010; Pavlidi et al., 2013; Notario et al., 2022). Η προνύμφη του αναπτύσσεται εντός του καρπού, τρεφόμενη από το μεσοκάρπιο και προκαλώντας υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου, πρόωρη καρπόπτωση και σημαντικές οικονομικές απώλειες (Daane & Johnson, 2010; Torres-Vila et al., 2003; Ouguas et al., 2024). Επιπλέον, έχει εκτιμηθεί ότι οι απώλειες στην παραγωγή μπορεί να φτάσουν το 5–30% ακόμη και υπό συνθήκες εντατικής φυτοπροστασίας (Bueno & Jones, 2002; Pavlidi et al., 2013). Η αποτελεσματική καταπολέμησή του προϋποθέτει την εις βάθος γνώση της βιολογίας, της οικολογίας και της δυναμικής των πληθυσμών του (Daane & Johnson, 2010; Ouguas et al., 2024). Παράλληλα, η συστηματική παρακολούθηση των πληθυσμών μέσω παγίδων είναι απαραίτητη για τον καθορισμό του κατάλληλου χρόνου επέμβασης και την έγκαιρη εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης (Daane & Johnson, 2010; Ant et al., 2012; Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, 2019). Η διεξοδική παρουσίαση της ταξινόμησης, της οικολογίας, του βιολογικού κύκλου, της διασποράς και των μεθόδων αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς θα πραγματοποιηθεί σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής.

1.4.2 Ο πυρηνотρήτης της ελιάς - *Prays oleae*

Ο πυρηνотρήτης της ελιάς- *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera: Praydidae) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς της ελιάς. Είναι είδος ολιφάγο και προσβάλλει κυρίως την ελιά και την αγριελιά. Το ενήλικο έχει μήκος 6-6,5mm και χρώμα τεφρό ως τεφρόλευκο ή και ανοιχτοκάστανο (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Το έντομο αναπτύσσει τρεις γενιές ετησίως: η χειμερινή γενιά (φυλλοφάγος) αναπτύσσεται στα φύλλα, η πρώτη γενιά (ανθοφάγος)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

στα άνθη, ενώ η τελευταία γενιά (καρποφάγος) προσβάλλει τους καρπούς (Bento, Cabanas, & Pereira, 2005; Nave et al., 2003). Η πιο σημαντική οικονομική ζημιά στην ελαιοπαραγωγή προκαλείται κυρίως από την καρποφάγο γενιά του *P. oleae*. Η καρπόπτωση που παρατηρείται στους ανεπτυγμένους καρπούς κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, καθώς και η θερινή καρπόπτωση, μπορεί να είναι ιδιαίτερα σοβαρή σε ορισμένες ποικιλίες ελιάς, μειώνοντας τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα της παραγωγής (Πολυράκης 1996, Παρασκάκης 1997, Χατζηγεωργίου & Προφήτου-Αθανασιάδου, 1997 όπως παρατίθεται στο Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Η οικονομική ζημιά που προκαλείται από την ανθόβια γενιά έχει εκτιμηθεί σε περίπου 368 €/στρέμμα, ενώ η καρποφάγος γενιά μπορεί να προκαλέσει απώλειες έως και 535 €/στρέμμα (Bento et al., 2005). Τα τελευταία χρόνια, οι υψηλές κοινωνικοοικονομικές πιέσεις έχουν αναγκάσει τους παραγωγούς ελιάς να μειώνουν το κόστος παραγωγής, διατηρώντας παράλληλα την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος (Pascual, Ortega, & Villa, 2022). Η γνώση της βιολογίας του *P. oleae* και η συνεχής παρακολούθηση των πληθυσμών του είναι κρίσιμες για τον αποτελεσματικό έλεγχο και την προστασία της παραγωγής ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών.

Στη σύγχρονη ελαιοκαλλιέργεια, η καταπολέμηση του πυρηνοτρήτη εξακολουθεί να στηρίζεται κυρίως σε χημικά εντομοκτόνα, καθώς και σε βιολογικά σκευάσματα που βασίζονται στο *Bacillus thuringiensis* (Wiesman, 2009). Εντούτοις, οι φυσικοί εχθροί δύναται να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση των πληθυσμών του *P. oleae*, με τους χρύσωπες (Chrysopidae) να καταγράφονται ως από τους αποτελεσματικότερους θηρευτές του εντόμου (Morris et al., 1998· Paredes et al., 2015· Villa et al., 2016a). Επιπλέον, το *Anthocoris nemoralis* έχει επίσης συσχετιστεί με την επιτυχία προγραμμάτων βιολογικής αντιμετώπισης του πυρηνοτρήτη (Paredes et al., 2019). Τα τελευταία χρόνια, οι αυξανόμενες κοινωνικές και οικονομικές πιέσεις ωθούν τους ελαιοπαραγωγούς να περιορίσουν τα έξοδα της καλλιέργειας, διατηρώντας παράλληλα υψηλή ποιότητα στο τελικό προϊόν. Στο πλαίσιο αυτό, ο τομέας της φυτοπροστασίας επηρεάζεται ιδιαίτερα, τόσο εξαιτίας του σημαντικού οικονομικού κόστους που απαιτούν οι σχετικές πρακτικές, όσο και λόγω των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων των φυτοπροστατευτικών ουσιών στις τροφικές αλυσίδες και στη φυσική οικολογική ισορροπία (Mendes and Cavaco, 2009).

1.4.3 Η παρλατόρια της ελιάς - *Parlatoria oleae*

Το είδος *Parlatoria oleae* καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1880 από τον Colnée, μετά από μελέτη δειγμάτων ελιάς που προέρχονταν από τη Βαλένθια στην Ισπανία (Balachowsky, 1953). Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα πολυφάγο κοκκοειδές, καθώς έχει αναφερθεί ότι μπορεί να προσβάλλει περισσότερα από 200 διαφορετικά φυτικά είδη, επιβεβαιώνοντας την ευρεία προσαρμοστικότητά του (McKenzie, 1952). Το θηλυκό ενήλικο του *Parlatoria oleae* φέρει έντονα κυρτό ασπίδιο, ακανόνιστου σχήματος και τεφρού χρώματος, ενώ τα νυμφικά εκδήματα, με καστανή απόχρωση, βρίσκονται στο πρόσθιο τμήμα του σώματος. Στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου, όπως η Ελλάδα, η νότια Βουλγαρία, η νότια Ισπανία και η Ιταλία, το είδος ολοκληρώνει δύο γενιές ετησίως. Το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού του διαχειμάζει ως συζευγμένο ενήλικο θηλυκό. Το *Parlatoria oleae* προσβάλλει όλα τα υπέργεια μέρη του δέντρου – φύλλα, κλαδίσκους, κλάδους, κορμό και καρπούς. Στους κλαδίσκους και στους κλάδους προκαλούνται ερυθρές κηλίδες ή παραμορφώσεις, ενώ σε έντονες προσβολές παρατηρείται επιβράδυνση της ανάπτυξης και τελικά ξήρανση. Στους καρπούς εμφανίζονται σκούρες ή ανοικτόχρωμες κηλίδες και παραμορφώσεις, οι οποίες μειώνουν σημαντικά την εμπορική τους αξία και μπορεί να τους καταστήσουν ακατάλληλους για κατανάλωση. Η κυριότερη ζημιά στον ελαιόκαρπο οφείλεται συνήθως στη δεύτερη γενιά του εντόμου, η οποία προτιμά να εγκαθίσταται στους καρπούς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

Στην περίπτωση που απαιτείται η εφαρμογή χημικών μέσων για την αντιμετώπιση του *Parlatoria oleae*, προτείνεται η χρήση εντομοκτόνων που είναι αποτελεσματικά κατά των κηροποιών εντόμων (κοκκοειδών) της ίδιας οικογένειας, όπως τα θερινά ορυκτέλαια (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η βιολογική αντιμετώπιση της παρλατόριας μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν υποστηρίζεται η δράση ή πραγματοποιείται εξαπόλυση των φυσικών της εχθρών. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται παρασιτοειδή όπως τα *Aphytis maculicornis* και *Coccophagoides utilis* (Kennett, 1967· Rochat & Gutierrez, 2001), καθώς και αρπακτικά όπως τα *Chilocorus bipustulatus* και *Rhyzobius lophanthae*, τα οποία έχουν επιβεβαιωθεί ως σημαντικοί ρυθμιστές των πληθυσμών της (Erler & Tunç, 2001· Stathas et al., 2005).

1.4.4 Το λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς - *Saissetia oleae*

Το *Saissetia oleae* θεωρείται εντόμο αφρικανικής προέλευσης, με πιθανό τόπο καταγωγής τη Νότια Αφρική, και πλέον εμφανίζεται σε μεγάλο εύρος τροπικών και υποτροπικών περιοχών παγκοσμίως. Το είδος χαρακτηρίζεται ως πολυφάγο, καθώς προσβάλλει πληθώρα καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών. Μεταξύ των σημαντικότερων ξενιστών της περιλαμβάνονται το *Nerium oleander*, το *Schinus molle*, είδη των γενών *Solanum* και *Amygdalus*, τα εσπεριδοειδή, καθώς και η ελιά (*Olea europaea*), γεγονός που υπογραμμίζει τη βιολογική ευελιξία και τη γεωργική σημασία του συγκεκριμένου κοκκοειδούς (De Lotto, 1976; Bibolini, 1958; Argyriou, 1963). Στην Ευρώπη, το λεκάνιο αναπαράγεται αποκλειστικά μέσω παρθενογένεσης. Στους ελαιώνες της βόρειας Μεσογείου συνήθως ολοκληρώνει μία γενιά ετησίως, αν και σε ορισμένες περιοχές ή χρονιές ένα τμήμα του πληθυσμού μπορεί να αναπτύξει μερική ή και πλήρη δεύτερη γενιά. Στην Ελλάδα, το έντομο ολοκληρώνει την ενηλικίωσή του από την άνοιξη έως τις αρχές του καλοκαιριού, ενώ η ωοτοκία πραγματοποιείται κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Τον χειμώνα το είδος απαντάται ως προνύμφη 2ου ή 3ου σταδίου, προσβάλλοντας φύλλα, νεαρούς βλαστούς και μικρούς κλάδους από τις αρχές της άνοιξης μέχρι και το τέλος του φθινοπώρου.

Η χημική καταπολέμηση του εντόμου περιλαμβάνει τη χρήση θερινών πολτών αν και λόγω της μεγάλης διάρκειας της περιόδου εκκόλαψης είναι αρκετά δύσκολη (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Το λεκάνιο αποτελεί σημαντικό εχθρό των γεωργικών καλλιεργειών παγκοσμίως και για τον λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί πλήθος βιολογικών προγραμμάτων καταπολέμησης, τα οποία έχουν επιτύχει σε αρκετές περιπτώσεις ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η κύρια μέθοδος που έχει εφαρμοστεί διεθνώς βασίζεται στην εισαγωγή και εξαπόλυση παρασιτοειδών ειδών. Στην Καλιφόρνια, τα προγράμματα κλασικής βιολογικής αντιμετώπισης για τον συγκεκριμένο εχθρό ξεκινούν ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα, με τη μεταφορά φυσικών εχθρών από διάφορες περιοχές του κόσμου, όπως από τη Νότια Αμερική (Daane et al., 1991). Στις περισσότερες παραμεσόγειες περιοχές ιθαγενή και εισαχθέντα εντομοφάγα έντομα (παρασιτοειδή και αρπακτικά) είναι ικανά να διατηρήσουν τους πληθυσμούς του λεκανίου σε χαμηλά επίπεδα. Επιπλέον, η στοχευμένη αφαίρεση προσβεβλημένων βλαστών συμβάλλει ουσιαστικά στον

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

περιορισμό των εστιών προσβολής, μειώνοντας έτσι τον συνολικό πληθυσμό του εντόμου (Bedker, O'Brien, & Mielke, 1994). Η παρακολούθηση της εποχικής δυναμικής του *S. oleae* είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική διαχείρισή του, καθώς οι χημικές παρεμβάσεις αποδίδουν ιδιαίτερα όταν εφαρμόζονται στο πρώτο και δεύτερο προνυμφικό στάδιο του εντόμου (Flint et al., 1991). Παράλληλα, η επικρατούσα μορφή και το μέγεθος των ατόμων του πληθυσμού αποτελούν κρίσιμες πληροφορίες για τον ορθό προγραμματισμό των εξαπολύσεων παρασιτοειδών, με στόχο τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων βιολογικής καταπολέμησης (Schweizer et al., 2003).

1.5 Ο δάκος της ελιάς

1.5.1 Συστηματική κατάταξη

Ο δάκος της ελιάς, *B. oleae*, κατατάσσεται στο βασίλειο Animalia και στο φύλο Arthropoda. Ανήκει στην τάξη Diptera, γνωστή ως τάξη των διπτερών εντόμων, και στην οικογένεια Tephritidae, η οποία περιλαμβάνει τις γνωστές «μύγες των φρούτων». Η υποοικογένεια είναι Dacinae, ενώ το γένος είναι *Bactrocera*. Μέσα σε αυτό το γένος, το *B. oleae* θεωρείται ξεχωριστό είδος και συνδέεται στενά με άλλα καρποφάγα είδη που έχουν μεγάλη οικονομική σημασία, όπως η μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*). Παγκοσμίως, υπάρχουν περισσότερα από 5.000 είδη μυγών των φρούτων (Diptera: Tephritidae) (Bragard et al., 2020), εκ των οποίων περίπου 200 έχουν οικονομική σημασία (White & Elson-Harris, 1992). Η ταξινόμηση του δάκου έχει εξεταστεί διεξοδικά μέσω μοριακών και μορφολογικών μελετών, οι οποίες υπογραμμίζουν τόσο την ενδημική του καταγωγή όσο και τις εξελικτικές σχέσεις του με άλλα είδη του γένους *Bactrocera* (Drew & Hancock, 2022; Virgilio et al., 2014; NBN Atlas, 2025). Κάποιες αναφορές θεωρούν το *Daculus* συνώνυμο του αφροτροπικού υπογένους *Afrodacus*, που περιλαμβάνει εννέα είδη, τέσσερα εκ των οποίων σχετίζονται με τα Oleaceae (De Meyer & Ekesi, 2016). Ο δάκος της ελιάς είναι το μοναδικό ενδημικό είδος της Αφρικής που εξειδικεύεται στην ελιά, ενώ η πλειοψηφία των ειδών του Dacini είναι καρποφάγα, στενοφάγα ή πολυφάγα και περιλαμβάνουν σημαντικά οικονομικά είδη για την καλλιέργεια φρούτων και ελιάς (Virgilio et al., 2014).

1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το ενήλικο άτομο του δάκου της ελιάς (*B. oleae*) έχει μήκος περίπου 5 mm και παρουσιάζει γενικό χρωματισμό που κυμαίνεται από ανοιχτοκάστανο έως σκοτεινόκαστανο. Ο θώρακας είναι σκοτεινότερος στο πάνω μέρος και συνήθως φέρει τρεις κατά μήκος σκοτεινές γραμμές, ενώ το scutellum εμφανίζεται υπολευκό ή υποκίτρινο. Επιπλέον, στα πλάγια του σώματος παρατηρούνται υπόλευκες ή υποκίτρινες κηλίδες. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς, με ιριδίζουσα εμφάνιση και φέρουν σκοτεινό στίγμα στην άκρη. Στα ενήλικα θηλυκά είναι ευδιάκριτος ο ωοθέτης (εικόνα 1.2), ο οποίος μπορεί να παρατηρηθεί ακόμη και με γυμνό μάτι (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Οι πτέρυγες του ενήλικου δάκου της ελιάς είναι κατά κύριο λόγο διαφανείς, με ένα σκούρο καστανομαύρο στίγμα στην άκρη κάθε πτέρυγας. Ο θώρακας και η κοιλιά εμφανίζουν γενικά σκούρο καστανό έως μαύρο χρωματισμό, συνοδευόμενο από κιτρινοκάστανα σημάδια και κοντές ασημένιες τρίχες (Weems, 1966). Το θηλυκό άτομο διαθέτει συσταλτό ωοθέτη, τον οποίο χρησιμοποιεί για να τρυπάει το φλοιό των καρπών κατά την ωοτοκία (Byron & Gillett-Kaufman, 1999).



Εικόνα 1.2 Αρσενικό και θηλυκό άτομο του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), με τον ωοθέτη του θηλυκού να είναι εμφανής. (φωτογραφία του συγγραφέα)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Η προνύμφη του *B. oleae* παρουσιάζει υπόλευκο έως ανοιχτοκίτρινο χρωματισμό και φτάνει μήκος 7–8 mm στο τελικό στάδιο ανάπτυξής της (εικόνα 1.3). Το πρόσθιο μέρος του σώματος είναι στενότερο από το οπίσθιο, ενώ στο πρόσθιο τμήμα παρατηρούνται μόνο τα σκοτεινά στοματικά άγκιστρα και ο κεφαλοφαρυγγικός σκελετός, χωρίς κεφαλική κάψα, χαρακτηριστικό κοινό στα έντομα της οικογένειας Tephritidae (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Οι προνύμφες εκκολάπτονται από το πρόσθιο άκρο του αυγού και εισχωρούν μέσα στον καρπό για να τρέφονται, παραμένοντας αόρατες μέχρι να κοπεί ο καρπός (Byron & Gillett-Kaufman, 1999). Πρόκειται για τυπικές προνύμφες Tephritidae: μικρές (μήκος 5–6 mm, πλάτος περίπου 1,5 mm), επιμήκεις και ελαφρώς στενεύουσες προς τα άκρα (Phillips, 1946).



Εικόνα 1.3 Προνύμφη 3^{ης} ηλικίας του *Bactrocera oleae* στο μεσοκάρπιο καρπού ελιάς ποικιλίας Χαλκιδικής, προκαλώντας εκτεταμένη υποβάθμιση του ιστού. (φωτογραφία του συγγραφέα)

Το αυγό του δάκου είναι στενόμακρο, λευκό και ελαφρώς οξύ στο ένα άκρο, και τοποθετείται μέσα στο μεσοκάρπιο του καρπού ξενιστή κατά την ωοτοκία (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Κάθε αυγό του δάκου της ελιάς καλύπτεται αρχικά με μια υπόλευκη, κρεμώδη μεμβράνη (chorion) πριν τη γονιμοποίησή του στον ωαγωγό του θηλυκού. Τα αυγά, όπως παρατηρήθηκαν σε δείγμα 100 αυγών, έχουν ελαφρώς κυρτή μορφή. Το μέσο μήκος τους είναι $0,738 \pm 0,01$ mm, ενώ η μέση διάμετρος τους είναι $0,21 \pm 0,06$ mm. Το αυγό παρουσιάζει μεγαλύτερο πλάτος από τη μέση προς το πρόσθιο άκρο και ελαφρά στένεμα προς το οπίσθιο άκρο. Η εμβρυογένεση του *B. oleae* διακρίνεται σε τρία κύρια στάδια. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η ωρίμανση του

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

αυγού και η δημιουργία του ζυγώτη. Σε αυτό το στάδιο, το αυγό εμφανίζεται ομοιόμορφα σκουρόχρωμο στο κέντρο και πιο ανοιχτόχρωμο στην περιφέρεια. Η λέκιθος («κρόκος») στο αυγό του *B. oleae* είναι ομοιόμορφα κατανεμημένος, ενώ το κυπελλοειδές πρόσθιο άκρο διαθέτει μια οπή, πιθανόν τον μικροπόρο, που επιτρέπει τη διέλευση των σπερματοζωαρίου κατά τη γονιμοποίηση. Το δεύτερο στάδιο της εμβρυογένεσης περιλαμβάνει τον σχηματισμό του βλαστοδέρματος (blastoderm) και τη διαδικασία της γαστριδίωσης (gastrulation). Στο τρίτο στάδιο της ανάπτυξης του αυγού του *B. oleae*, πραγματοποιείται η οργανογένεση, κατά την οποία σχηματίζονται τα κύρια όργανα και συστήματα του μελλοντικού εντόμου. Η εκκόλαψη των προνυμφών του *B. oleae* πραγματοποιείται μέσω μιας επιμήκους οπής στο πρόσθιο άκρο του αυγού, μια διαδικασία που είναι κοινή σε πολλά είδη της τάξης Diptera (Margaritis, 1985; Ferrar, 1987).

1.5.3 Βιολογία και οικολογία

Στις περισσότερες περιοχές της χώρας, ο δάκος της ελιάς αναπτύσσει 3–4 γενεές ετησίως και διαχειμάζει είτε ως ενήλικο σε προστατευμένα καταφύγια είτε ως νύμφη στο έδαφος (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Σε θερμές περιοχές με άφθονους ξενιστές, όπως η Καλιφόρνια, ο δάκος μπορεί να αναπτύξει έως και πέντε ή έξι γενεές ετησίως. Η νύμφωση του δάκου της ελιάς λαμβάνει χώρα κυρίως μέσα στον καρπό, ωστόσο υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να πραγματοποιηθεί και στο έδαφος. Η πιθανότητα νύμφωσης στο έδαφος αυξάνεται στο τέλος της παραγωγικής περιόδου, ιδίως σε περιοχές όπου εμφανίζονται πολλές γενεές ετησίως (Rice, 2000). Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, όπως τα παράλια της νότιας Ελλάδας και ορισμένα νησιά, όταν υπάρχουν κατάλληλοι καρποί στα δέντρα, είναι δυνατόν να συνυπάρχουν στον ελαιώνα όλα τα στάδια ανάπτυξης του εντόμου. Ωστόσο, η παρουσία αυγών είναι σπάνια. Τον Ιούλιο, όταν ο καρπός πλησιάζει στο τελικό του μέγεθος και γίνεται τόσο μαλακός ώστε να μπορεί να τον τρυπήσει ο ωothέτης του θηλυκού, ξεκινάει η ωοτοκία (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Το θηλυκό ενήλικο του δάκου της ελιάς τοποθετεί τα αυγά μέσα στους αναπτυσσόμενους καρπούς, χρησιμοποιώντας τον οδοντωτό ωοθέτη του για να δημιουργήσει μια μικρή τομή στον φλοιό της ελιάς (εικόνα 1.4) και μπορεί να ωοτοκήσει έως και 500 αυγά κατά τη διάρκεια του βίου του, ο οποίος δεν υπερβαίνει

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

τους έξι μήνες. Τα αυγά εκκολάπτονται δύο έως τρεις ημέρες αργότερα και οι προνύμφες αρχίζουν να τρέφονται με τον πολτό του καρπού (Rice, 2000; Nardi et al., 2003). Σε περιπτώσεις έντονης πυκνότητας πληθυσμού ή λίγων καρπών στο δέντρο έχουν παρατηρηθεί και περισσότερες ωοθεσίες ανά καρπό (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Το στάδιο της προνύμφης διαρκεί περίπου 20 ημέρες στη φύση (Rice, 2000). Η νύμφωση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μέσα στον καρπό είτε στο έδαφος. Η νύμφωση στο έδαφος είναι πιο συχνή κατά τους χειμερινούς μήνες και μπορεί να διαρκέσει έως και έξι μήνες, ενώ η νύμφωση μέσα στον καρπό διαρκεί περίπου 8–10 ημέρες (Vossen et al., 2006). Φαίνεται ότι η κατάσταση ωριμότητας του καρπού συνδέεται άμεσα με το αν ή προνύμφη εγκαταλείψει τον καρπό για να νυμφωθεί στο έδαφος ή όχι. Όταν έχει αναπτυχθεί ικανοποιητικά πλήρως η προνύμφη εγκαταλείπει τον καρπό και νυμφώνεται στο έδαφος, στην περίπτωση που και ο καρπός έχει ωριμάσει αρκετά (έχει λαδώσει) (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).



Εικόνα 1.4 Εμφανής οπή ωοτοκίας από ενήλικο θηλυκό του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) πάνω στον καρπό της ελιάς. (φωτογραφία από το συγγραφέα)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Σε αντίθεση με τις προνύμφες, τα ενήλικα άτομα δεν τρέφονται με ελιές, αλλά με θρεπτικές ουσίες όπως μελιτώματα ή περιττώματα πτηνών (Rice, 2000). Τα ενήλικα άτομα του δάκου παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής, με την ωοτοκία των θηλυκών, είτε ανήκουν στην ίδια γενεά είτε σε διαφορετικές γενεές, να συνεχίζεται για αρκετές εβδομάδες ή και μήνες, έως ότου η πτώση της θερμοκρασίας προς το τέλος του φθινοπώρου ή κατά τη διάρκεια του χειμώνα αναστείλει τη δυνατότητα ωοτοκίας. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ο βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται σε περίπου ένα μήνα, με τον πληθυσμό του δάκου να έχει αυξητική τάση τους φθινοπωρινούς μήνες, όταν ο καιρός είναι υγρός και σχετικά ζεστός (Εικόνα 1.5). Οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν τους καλοκαιρινούς μήνες σε συνδυασμό με τη χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία δεν ευνοούν την ανάπτυξη του δάκου της ελιάς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).



Εικόνα 1.5 Βιολογικός κύκλος του δάκου της ελιάς

(Φωτογραφία του συγγραφέα)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς και ο αριθμός των γενεών ανά έτος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως το μικροκλίμα (θερμοκρασία και υγρασία) και η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των καρπών (Tzanakakis, 2003; Burrack et al., 2008; Kounatidis et al., 2008; Baratella et al., 2017). Η αναπαραγωγική αδράνεια την άνοιξη συμβάλλει στη συγχρονισμένη εμφάνιση της πρώτης («βασικής») γενιάς και των επόμενων γενεών (Ordano et al., 2015). Μελέτες σε εργαστηριακές συνθήκες έδειξαν ότι θερμοκρασίες 35 °C και άνω είναι θανατηφόρες για τις νύμφες (Genç & Nation, 2008), ενώ παλαιότερες μελέτες προσδιόρισαν ότι το κατώτερο όριο θερμοκρασίας για την ανάπτυξη της προνύμφης κυμαίνεται μεταξύ 10 και 12,5 °C, και το ανώτερο μεταξύ 30 και 32 °C (Tsitsipis, 1980; Fletcher, 1987). Στο φυσικό περιβάλλον, η ανάπτυξη των προνυμφών πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες 12–35 °C (Tsitsipis, 1977). Οι υψηλές θερμοκρασίες αποτελούν κύριο παράγοντα θνησιμότητας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του δάκου, ιδιαίτερα για τα αυγά και τις νεαρές προνύμφες (Katsikogiannis et al., 2023). Μελέτες έχουν δείξει ότι η βέλτιστη θερμοκρασία για τον δάκο της ελιάς κυμαίνεται μεταξύ 23–29 °C (Malheiro et al., 2015). Οι κλιματικοί παράγοντες, όπως η βροχόπτωση και η σχετική υγρασία, επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη και την επιβίωση του εντόμου, με τις βέλτιστες τιμές υγρασίας να ανέρχονται περίπου στο 60% (RH) (Broufas et al., 2009). Ένα ορισμένο επίπεδο υγρασίας είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των αυγών και την επιβίωση των ενηλίκων, ενώ υπερβολικές βροχοπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη συμπεριφορά ζευγαρώματος και τη βιωσιμότητα των αυγών. Παρόμοια, οι διακυμάνσεις στην υγρασία μπορούν να επηρεάσουν τους ρυθμούς ανάπτυξης και τη δραστηριότητα των ενηλίκων. Η κατανόηση αυτών των κλιματικών αλληλεπιδράσεων είναι κρίσιμη για την πρόβλεψη εξάρσεων του δάκου και την εφαρμογή στοχευμένων στρατηγικών διαχείρισης. Παράλληλα, η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για την καλλιέργεια της ελιάς και την αντιμετώπιση του δάκου, καθώς τα προγνωστικά μοντέλα υποδεικνύουν ότι η μεταβολή του κλίματος μπορεί να μετατοπίσει την κατανομή και την αφθονία των πληθυσμών προς βορειότερες περιοχές, δυσχεραίνοντας τις υπάρχουσες πρακτικές αντιμετώπισης του (Broufas et al., 2009; Gutierrez et al., 2009; Ponti et al., 2014).

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Είναι τεκμηριωμένο ότι η προνύμφη του δάκου της ελιάς εξαρτάται από την παρουσία συμβιωτικών βακτηρίων στο πεπτικό της σύστημα, τα οποία είναι απαραίτητα για την αξιοποίηση των πρωτεϊνών του μεσοκαρπίου, ιδιαίτερα όταν ο καρπός βρίσκεται ακόμη στο πράσινο στάδιο. Κατά την ωοτοκία, τα βακτήρια αυτά—που φιλοξενούνται και στο εσωτερικό του ωοθέτη του θηλυκού—μεταφέρονται στην επιφάνεια του αυγού και στη συνέχεια εγκαθίστανται στον πεπτικό σωλήνα της νεαρής προνύμφης. Η οπή ωοτοκίας (το γνωστό «νύγμα») λειτουργεί ταυτόχρονα ως κύρια είσοδος για τον μύκητα *Camarosporium dalmaticum* Berl. & Volg. (γνωστό επίσης ως *Sphaeropsis* ή *Macrophoma dalmatica*), ο οποίος ευθύνεται για την εμφάνιση της «ξεροβούλας» στους άγουρους και της «σαποβούλας» στους ώριμους καρπούς. Αν και ο μύκητας μπορεί να εισέλθει και από άλλα τραύματα του καρπού, το νύγμα του δάκου αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα μόλυνσης. Επιπλέον, στη θέση της ωοτοκίας παρατηρείται συχνά και η ωοτοκία του *Prolasioptera berlesiana*, που συμβάλλει τόσο στη διασπορά του μύκητα στον ελαιόκαρπο όσο και πιθανόν στη μεταφορά του σε νέους ιστούς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

Επιπλέον, ο δάκος έχει αναπτύξει μια συμβιωτική σχέση με το βακτήριο *Candidatus Erwinia dacicola*, το οποίο του επιτρέπει να αντιμετωπίζει τις χημικές άμυνες της ελιάς, κυρίως την ουσία ολεουροπίνη (Nobre, 2021; Pavlidi et al., 2017). Μέσω αυτής της συμβίωσης, ο δάκος μπορεί να αξιοποιεί πιο αποτελεσματικά τους καρπούς της ελιάς, ενισχύοντας την αναπαραγωγική του επιτυχία. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι ο δάκος προσελκύεται από συγκεκριμένες πτητικές ενώσεις που παράγονται τόσο από τον καρπό όσο και από τους συνδεδεμένους μικροοργανισμούς (Kokkari et al., 2017; Vitanović et al., 2020). Αυτά τα ευρήματα αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα του οικολογικού ρόλου του δάκου και τη σημαντική εξάρτησή του από φυτικούς και μικροβιακούς παράγοντες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή του.

1.5.4 Οικονομική σημασία

Ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς της ελιάς παγκοσμίως και το σημαντικότερο στην Ελλάδα και σε ορισμένες άλλες παραμεσόγειες περιοχές, προκαλώντας σοβαρές οικονομικές απώλειες στην παραγωγή επιτραπέζιων ελιών και ελαιολάδου. Οι προσβολές οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού, μείωση της

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

απόδοσης και αυξημένο κόστος φυτοπροστασίας, επιβαρύνοντας σημαντικά το τελικό κόστος παραγωγής (Τζανακάκης, 2003). Η σημασία του δάκου γίνεται ακόμη πιο εμφανής αν ληφθεί υπόψη ότι η οικογένεια Tephritidae περιλαμβάνει ορισμένα από τα πλέον επιζήμια καρποφάγα έντομα διεθνώς· είδη όπως η μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) και άλλα μέλη του γένους *Bactrocera* (π.χ. *B. dorsalis*, *B. zonata*, *B. cucurbitae*) προκαλούν ετησίως ζημιές δισεκατομμυρίων στον τομέα της δένδροκομίας, τόσο σε περιοχές όπου ενδημούν όσο και σε χώρες που απειλούνται από πιθανή εισβολή τους (Papadopoulos, 2014).

Ο δάκος μπορεί να μειώσει την παραγωγή με πολλούς τρόπους (Daane & Johnson, 2010). Τα ενήλικα θηλυκά προκαλούν ζημιά στους καρπούς κατά την ωτοκία τους στα ώριμα φρούτα. Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες αναπτύσσονται δημιουργώντας σήραγγες στο μεσοκάρπιο μέχρι να φτάσουν στο στάδιο της νύμφης (εικόνα 1.6). Η δραστηριότητα των προνυμφών προκαλεί μείωση της παραγωγής κυρίως μέσω της κατανάλωσης του πολτού και της επακόλουθης πρόκλησης πρόωρης καρπόπτωσης. Επιπλέον, οι προσβεβλημένοι καρποί υποβαθμίζονται ποιοτικά μέσω της μεταβολής των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών, και καθίστανται ακατάλληλοι για κατανάλωση, μεταποίηση ή ελαιοποίηση (Koprivnjak et al., 2010). Αν και η παρουσία και η ποιοτική κατάσταση των καρπών-ξενιστών, μαζί με τις περιβαλλοντικές και κλιματικές παραμέτρους, αποτελούν βασικούς παράγοντες που καθορίζουν την εκδήλωση επιδημιών του *Bactrocera oleae*, έχει εκτιμηθεί ότι οι μέσες απώλειες στην παραγωγή κυμαίνονται μεταξύ 5–30% της συνολικής παραγωγής ελιάς, ακόμη και μετά την εφαρμογή αυστηρών μέτρων φυτοπροστασίας (Nardi et al., 2005; Skouras et al., 2007).

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

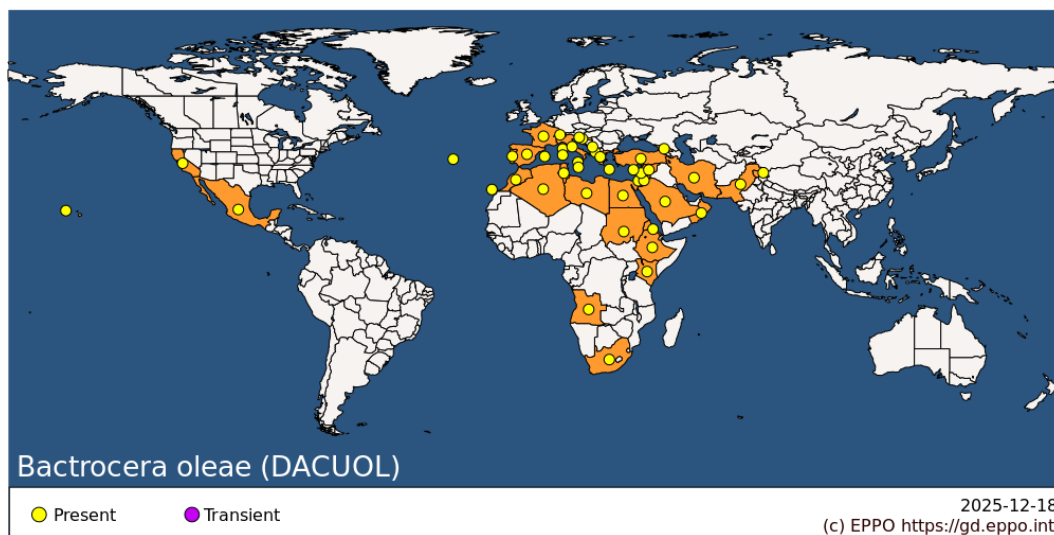
Εικόνα 1.6 Ελαιόκαρπος προσβεβλημένος από προνύμφη του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), με χαρακτηριστικά ορύγματα στο μεσοκάρπιο. (φωτογραφία του συγγραφέα)

Η οικονομική σημασία της προσβολής από τον δάκο της ελιάς εξαρτάται από το σύστημα παραγωγής, δηλαδή αν πρόκειται για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς ή ελαιολάδου. Στην Ευρώπη, για τις επιτραπέζιες ποικιλίες, το όριο ανεκτής οικονομικής ζημιάς ανέρχεται περίπου στο 1% προσβολής, ενώ στην Καλιφόρνια εφαρμόζεται μηδενική ανοχή. Αντίθετα, για τις ελιές που προορίζονται για ελαιοποίηση, το όριο προσβολής μπορεί να φτάσει έως και 10%, ή ακόμα περισσότερο, εφόσον οι καρποί διατηρούνται σωστά και ελαιοποιούνται άμεσα (Vossen et al., 2006; Burrack et al., 2011).

Επιπλέον, η ωτοκία αυξάνει την ευαισθησία των καρπών σε βακτηριακούς και μυκητιακούς παθογόνους παράγοντες (Delkash-Roudsari et al., 2014). Οι ελιές που έχουν προσβληθεί χάνουν πλήρως την εμπορική τους αξία, τόσο για επιτραπέζια κατανάλωση όσο και για παραγωγή ελαιολάδου (Rice, 2000). Τα όρια οικονομικής ζημιάς από τον δάκο της ελιάς διαφέρουν ανά περιοχή, αλλά συνήθως είναι πολύ χαμηλά. Για παράδειγμα, στην Καλιφόρνια, το όριο ζημιάς σε εμπορικούς ελαιώνες είναι 0% (Vossen et al., 2006).

1.5.5 Γεωγραφική εξάπλωση και εξελικτική ιστορία

Η γεωγραφική εξάπλωση του δάκου της ελιάς περιλαμβάνει σχεδόν όλες τις περιοχές όπου καλλιεργείται εντατικά η ελιά, καθώς και ζώνες με αυτοφυείς πληθυσμούς αγριελιάς. Το είδος είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στη λεκάνη της Μεσογείου, ενώ συνεχώς αυξάνονται οι αναφορές παρουσίας του σε άλλες περιοχές του κόσμου, όπως στη Νότια και Κεντρική Αφρική, τη Μέση Ανατολή, την Καλιφόρνια και την Κεντρική Αμερική (Rice, 1999· Augustinos et al., 2002· Rice et al., 2003). Αν και αποτελεί τον σημαντικότερο εχθρό της ελιάς στη Μεσόγειο, απαντά επίσης σε άγριους πληθυσμούς ελιάς της Αφρικής, από τους οποίους προέρχονται οι εξημερωμένες ποικιλίες (Zohary, 1994). Οι εξελικτικές σχέσεις του με άλλα είδη του γένους *Bactrocera* παραμένουν ατελώς διερευνημένες, ενώ ιστορικά είχε περιγραφεί και μία πιθανή φυλή του από το Πακιστάν (Silvestri, 1916). Η παρουσία του είδους στον Νέο Κόσμο (Εικόνα 1.7) αποδίδεται κυρίως στη σύγχρονη εισαγωγή ελαιόδεντρων για καλλιέργεια, και η υψηλή ικανότητα αποικισμού του εντόμου καθιστά σχεδόν όλες τις ελαιοπαραγωγές χώρες δυνητικά εκτεθειμένες στον κίνδυνο εισβολής (USDA, 2001).



Εικόνα 1.7 Γεωγραφική κατανομή του δάκου της ελιάς (Πηγή: EPPO)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Η αναγνώριση της γεωγραφικής προέλευσης του είδους αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την κατανόηση των οικολογικών και συνεξελικτικών του σχέσεων με τον ξενιστή και τους φυσικούς του εχθρούς (Roderick & Navajas, 2003). Παρότι η χρήση εξωμοδικών μεθόδων δεν κατέστη ικανή να προσδιορίσει έναν προγονικό απλότυπο για τον *B. oleae* —ένα κοινό πρόβλημα στις ιστορικές αναλύσεις πληθυσμών (Villablanca et al., 1998)— πρόσθετα γενετικά δεδομένα αποκαλύπτουν σημαντικές ενδείξεις για την εξελικτική ιστορία του είδους. Σύμφωνα με τη θεωρία ότι η γενετική ποικιλότητα αυξάνεται με το χρόνο σε ιδανικούς πληθυσμούς, οι αρχαιότεροι πληθυσμοί εμφανίζουν υψηλότερη γενετική διαφοροποίηση (Templeton, 1998· Roderick, 2004). Πράγματι, η σύγκριση μικροδορυφορικής πολυμορφίας και μιτοχονδριακών απλοτύπων δείχνει σαφή μείωση γενετικής ποικιλότητας από την Αφρική προς τη Μεσόγειο και ακόμη περισσότερο προς την Αμερική, στηρίζοντας την υπόθεση αφρικανικής προέλευσης και διαδοχικής εξάπλωσης (Clausen, 1978· Annecke & Moran, 1982· Gasperi et al., 2002). Η παρουσία κοινών απλοτύπων σε πληθυσμούς της Μέσης Ανατολής, που συνδυάζουν αφρικανικά και αμερικανικά γενετικά στοιχεία, υποδηλώνει ότι η περιοχή αυτή πιθανόν λειτούργησε ως ενδιάμεσος κόμβος στη διαδικασία αποικισμού.

Παράλληλα, έχει πλέον τεκμηριωθεί ότι το *B. oleae* διαθέτει υψηλή ικανότητα εισβολής σε νέες γεωγραφικές περιοχές. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Καλιφόρνια, όπου η καλλιέργεια της ελιάς ιστορικά δεν παρουσίαζε σημαντική πίεση από εχθρούς όπως ο δάκος, καθιστώντας την περιοχή ιδανική για επιτραπέζια παραγωγή (Rice et al., 2003). Στην Καλιφόρνια, η εξάπλωση του δάκου μετά την αρχική του εμφάνιση ήταν εξαιρετικά ταχεία και από το 1998 έως το 2004 καταγράφηκε σε όλη την πολιτεία. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει δύο πιθανά σενάρια: είτε ο πληθυσμός είχε ήδη εγκατασταθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα σε χαμηλές, διάσπαρτες πυκνότητες που δυσκόλευαν την ανίχνευσή του, είτε το είδος διαθέτει υψηλή ικανότητα μετακίνησης και επομένως μπορεί να αποικίζει νέες περιοχές με μεγάλη ταχύτητα (Segura et al., 2008· Papadopoulos, 2014). Τα γενετικά δεδομένα —συμπεριλαμβανομένων των τιμών FST, των αναλύσεων γενετικής απόστασης, των Bayesian ταξινομήσεων και της διασποράς μιτοχονδριακών απλοτύπων— συγκλίνουν στην υπόθεση ότι η πρόσφατη εισβολή στην Καλιφόρνια προήλθε από μεσογειακούς πληθυσμούς (Augustinos et al., 2002). Η ύπαρξη του απλότυπου A, ο οποίος είναι

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

συχνός στη Μέση Ανατολή, στους αμερικανικούς πληθυσμούς ενισχύει το ενδεχόμενο συμμετοχής της περιοχής αυτής ως πηγής εισαγωγής, αν και η εκτεταμένη παρουσία του συγκεκριμένου απλότυπου σε ολόκληρη την εξάπλωση του είδους δεν επιτρέπει ασφαλή εξακρίβωση της ακριβούς προέλευσης.

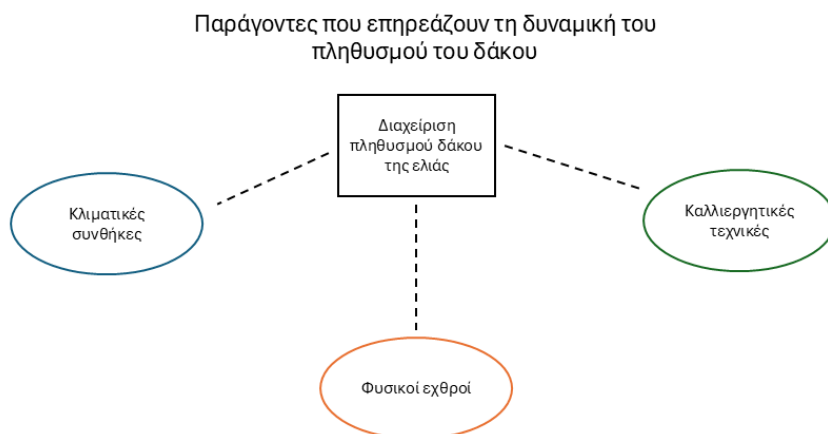
1.5.6 Δυναμική πληθυσμών

Η δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς επηρεάζεται κυρίως από τρεις παράγοντες. Αρχικά, λόγω του εκτόθερμου χαρακτήρα του, οι πληθυσμοί του είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις κλιματικές συνθήκες και στις μεταβολές της θερμοκρασίας (Estay, Lima, & Bozinovic, 2013; Kiritani, 2013). Επιπλέον, οι καρποί, οι οποίοι αποτελούν το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των προνυμφών, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των νέων γενεών, λειτουργώντας ως δημογραφικά και εξελικτικά φίλτρα μέσω της φυσικής επιλογής. Παράγοντες που σχετίζονται με το δέντρο-ξενιστή και τα χαρακτηριστικά των καρπών επηρεάζουν σημαντικά την αναπαραγωγική επιτυχία του εντόμου σε διαφορετικά χωρικά και χρονικά επίπεδα (Papadopoulos, 2003; Nestel et al., 2004; Aluja et al., 2009; Aluja et al., 2012). Τέλος, οι πληθυσμοί του εντόμου χαρακτηρίζονται από άμεση πυκνοεξαρτώμενη δυναμική, όπου οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις εξαρτώνται από το μέγεθος του πληθυσμού της προηγούμενης γενιάς και καθορίζονται από ενδογενείς οικολογικούς μηχανισμούς (Solomon, 1957; Nicholson, 1958; Berryman, 1999; Brook & Bradshaw, 2006; Knape & de Valpine, 2012).

Επιπλέον, η δυναμική των πληθυσμών όσον αφορά τα αρθρόποδα γενικότερα επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το ανάγλυφο, το μικροκλίμα και οι αλληλεπιδράσεις με παρασιτοειδή, καθώς και από ανθρωπογενείς γεωργικές, αστικές και βιομηχανικές και δραστηριότητες (Tscharntke et al., 2008, 2004; Nestel, Carvalho, & Nemny-Lavy, 2004). Οι ελαιώνες αναπτύσσονται σε τοπία με διαφορετικά μικροκλίματα, τα οποία, σε συνδυασμό με τη γύρω κάλυψη εδάφους, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την πυκνότητα των πληθυσμών παρέχοντας τροφή ή καταφύγιο σε παρασιτοειδή και θηρευτές (Petacchi, Marchi, Federici, & Ragaglini, 2015; Kounatidis, Papadopoulos, Mavragani-Tsipidou, Cohen, Tertivanidis, Nomikou, & Nestel, 2008; Pontikakos, Tsiligiridis, & Drougka, 2010; Pontikakos, Tsiligiridis, Yialouris, &

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Kontodimas, 2012). Στην Εικόνα 1.8 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τον πληθυσμό του δάκου της ελιάς.



Εικόνα 1.8 Παράγοντες που επηρεάζουν τον πληθυσμό του δάκου της ελιάς (φωτογραφία του συγγραφέα)

Η σχέση της πυκνότητας των ενήλικων εντόμων με το υψόμετρο έχει επίσης καταγραφεί (Castrignanò et al., 2012), υποδηλώνοντας ότι τα έντομα κινούνται ενεργά μέσα στο τοπίο. Στη βόρεια Ελλάδα, οι υψηλότεροι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς εμφανίστηκαν το καλοκαίρι σε μεσαία έως υψηλά υψόμετρα (έως 700 μ.), ενώ οι πληθυσμοί των πεδινών περιοχών ήταν μικροί, με το αντίστροφο να παρατηρείται το φθινόπωρο, όταν οι θερμοκρασίες πλησίαζαν στο βέλτιστο για το δάκο (Kounatidis et al., 2008). Σε μια αντίστοιχη μελέτη στο Ισραήλ, εκτός από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα καρπού, σημαντικό ρόλο στις ετήσιες μεταβολές της δυναμικής του πληθυσμού διαδραμάτισαν και ενδογενείς παράγοντες, όπως η αναπαραγωγική αδράνεια (Daane & Johnson, 2010; Gutierrez, Ponti, & Cossu, 2009; Nestel, Carvalho, & Nemny-Lavy, 2004). Επιπλέον, ακόμη και σε γειτονικά τεμάχια με παρόμοιες καλλιεργητικές συνθήκες (ίδιες ποικιλίες, ηλικίες δέντρων και αποστάσεις φύτευσης), η διαφορετική μορφολογία του εδάφους οδήγησε σε διαφοροποιήσεις τόσο στην πυκνότητα των πληθυσμών όσο και στο επίπεδο ζημιάς (Nestel et al., 2004).

1.5.7 Παρακολούθηση πληθυσμών

Η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο για την εφαρμογή κάθε αποτελεσματικής στρατηγικής ολοκληρωμένης διαχείρισης (IPM). Παρ' όλα αυτά, οι υφιστάμενες μέθοδοι παρακολούθησης, οι οποίες βασίζονται στη χρήση παγίδων και ελκυστικών ουσιών για τη σύλληψη των ακμαίων, έχουν παραμείνει ουσιαστικά αμετάβλητες με την πάροδο του χρόνου, παρά το γεγονός ότι δεν στηρίζονται επαρκώς σε εμπειρικά επιστημονικά δεδομένα (Armendáriz et al., 2009). Κατά τη δεκαετία του 1980, αρκετές Μεσογειακές χώρες ανέπτυξαν οργανωμένα συστήματα παρακολούθησης πληθυσμών, ενσωματώνοντας παγίδες τύπου McPhail και κίτρινες κολλητικές επιφάνειες, εφοδιασμένες με σεξουαλικές φερομόνες, παραφερομόνες και φωσφορικό αμμώνιο (MAPA, 2014).

Στη συνέχεια, σε συμφωνία με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/128/EK, θεσπίστηκε εντός ΕΕ οδηγός IPM που καθορίζει τις αρχές της παρακολούθησης του δάκου ως βάση για τη λήψη αποφάσεων σε όλα τα κράτη-μέλη με ελαιοκαλλιέργεια (MAPA, 2014; Sciarretta et al., 2024). Για παράδειγμα, στην Ισπανία προβλέπεται η εγκατάσταση ενός σταθμού αναφοράς (control station) ανά 300 ha, όπου τοποθετούνται τρεις παγίδες McPhail με διάλυμα 4% φωσφορικού αμμωνίου και τρεις κίτρινες κολλητικές παγίδες με φερομόνη (spiroacetate 80 mg), από το στάδιο σκλήρυνσης του ενδοκαρπίου έως τη συγκομιδή. Η απόφαση για επέμβαση βασίζεται σε συνδυασμό δεδομένων πυκνότητας πληθυσμού από τις παγίδες και αξιολόγησης της ζημιάς στους καρπούς (Sciarretta et al., 2024). Ωστόσο, έχει καταστεί εμφανής η ανάγκη για σημαντική αναθεώρηση και βελτιστοποίηση των παραδοσιακών αυτών μεθόδων λόγω αδυναμιών που σχετίζονται με τη λειτουργικότητα και τη βιωσιμότητά τους (Sciarretta et al., 2024). Επιπλέον, υπάρχει σημαντικό κενό γνώσης αναφορικά με τη χωρική κατανομή των πληθυσμών του δάκου, το οποίο απαιτεί περαιτέρω μελέτη προκειμένου να βελτιωθεί η εφαρμογή των πρακτικών monitoring. Πρόσφατα ευρήματα δείχνουν ότι τόσο οι κίτρινες κολλητικές παγίδες όσο και οι παγίδες McPhail μπορεί να είναι αποτελεσματικές για την παρακολούθηση του εντόμου, αλλά η αποτελεσματικότητά τους διαφέρει ανά περιοχή: σε ορισμένες ζώνες υπερέχει η παγίδα McPhail, ενώ σε άλλες η κίτρινη παγίδα (Sciarretta et al., 2024).

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Εάν η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου πραγματοποιείται στο κατάλληλο στάδιο της πληθυσμιακής του ανάπτυξης, τότε είναι δυνατόν να δημιουργηθούν χαρτογραφήσεις κινδύνου ανά ζώνη. Οι χάρτες αυτοί διευκολύνουν την εφαρμογή βέλτιστου ελέγχου, καθώς επιτρέπουν τη λήψη αποφάσεων στο όριο επέμβασης, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο και την ευπάθεια της ποικιλίας (Quesada-Moraga et al., 2018). Οι παγίδες αποτελούν αποτελεσματικά εργαλεία για την προσέλκυση και θανάτωση εντόμων, επιτρέποντας την εκτίμηση των εποχικών διακυμάνσεων των πληθυσμών. Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια αξιοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων καταπολέμησης όταν οι πληθυσμοί υπερβαίνουν τα καθορισμένα όρια επέμβασης (Pedigo, 1996).

Η εφαρμογή της δακοκτονίας στην Ελλάδα υλοποιείται από τις κατά τόπους ΔΑΟΚ και περιλαμβάνει ετησίως δολωματικούς ψεκασμούς και τακτική εγκατάσταση παγίδων για δακοσυλλήψεις, με στόχο την έγκαιρη καταπολέμηση του εντόμου. Για παράδειγμα, η ΔΑΟΚ Π.Ε. Μεσσηνίας ανακοίνωσε δολωματικούς ψεκασμούς για την περίοδο 2025, στο πλαίσιο της περιοδικής καταπολέμησης του δάκου (ΔΑΟΚ Π.Ε. Μεσσηνίας, 2025). Σε άλλες περιοχές, όπως η νήσος Λέσβος, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης δηλώνει ότι η αντιμετώπιση του δάκου στηρίζεται σε δολωματικούς ψεκασμούς ή ψεκασμούς κάλυψης, σε συνδυασμό με monitoring μέσω παγίδων McPhail και δειγματοληψίες καρπών (ΥΠΑΑΤ, 2020). Οι δράσεις αυτές αποτελούν το επιχειρησιακό σκέλος της διαχείρισης του δάκου, παρά την έλλειψη ενός δημοσιευμένου ολοκληρωμένου εθνικού προγράμματος.

Σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση των μεθόδων παρακολούθησης του δάκου στην Ελλάδα έχουν διαδραματίσει ερευνητικά έργα, όπως το FruitFlyNet και FruitFlyNet-II, τα οποία ανέπτυξαν ηλεκτρονικές παγίδες, συστήματα τηλεμετρίας και εργαλεία λήψης αποφάσεων για την υποστήριξη ολοκληρωμένης διαχείρισης του εντόμου (GNA AgroScience, n.d.). Παράλληλα, ελληνικές μελέτες έχουν αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα διαφορετικών τύπων παγίδων και ελκυστικών ουσιών για την παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου, αναδεικνύοντας τη σημασία προσαρμογής των μεθόδων στις τοπικές συνθήκες (Broumas et al., 2012).

1.6 Η Αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς

1.6.1 Γενικά

Η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς εξακολουθεί να βασίζεται κυρίως σε εντομοκτόνες πρακτικές, όπως οι δολωματικοί ψεκασμοί, οι ψεκασμοί πλήρους κάλυψης και η μαζική παγίδευση (Haniotakis, 2005). Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένη χρήση πιο σύγχρονων εντομοκτόνων, όπως πυρεθροειδών, νεονικοτινοειδών και spinosad (Daane & Johnson, 2010; Varikou et al., 2016). Ωστόσο, η αποκλειστική εξάρτηση από χημικά μέσα παρουσιάζει περιορισμούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την υιοθέτηση βιώσιμων και υπεύθυνων πρακτικών φυτοπροστασίας.

Η εφαρμογή τέτοιων πρακτικών είναι κρίσιμη για την επίτευξη δίκαιης, ανθεκτικής και περιβαλλοντικά υγιούς αγροτικής ανάπτυξης. Συμβάλλει όχι μόνο στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, αλλά ενισχύει και την επισιτιστική ασφάλεια, την υγεία των οικοσυστημάτων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη (Εικόνα 1.9). Στο πλαίσιο αυτό, η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών (IPM) αποτελεί υποχρεωτική προσέγγιση, με την ακριβή παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων να θεωρείται θεμελιώδες στοιχείο για τη λήψη τεκμηριωμένων και ορθολογικών αποφάσεων (Moreno-Alcaide et al., 2025).



Εικόνα 1.9 Προκλήσεις στρατηγικής διαχείρισης (φωτογραφία του συγγραφέα)

Οι στρατηγικές IPM περιλαμβάνουν καλλιεργητικές πρακτικές, όπως η έγκαιρη συγκομιδή, η απομάκρυνση των καρπών από τα δέντρα και το έδαφος, η διατήρηση ωφέλιμης εντομοπανίδας και η αξιοποίηση φυσικών εχθρών του δάκου, όπως αρπακτικά έντομα και παρασιτοειδή (Picchi et al., 2016; Daane et al., 2008; Hoelmer et al., 2011). Επιπλέον, η χρήση βιολογικών παραγόντων, δολωματικών σταθμών και παγίδων μαζικής παγίδευσης (Broumas et al., 2002; FAO, 2015), σε συνδυασμό με σύγχρονες τεχνολογίες παρακολούθησης και DSS, επιτρέπει στοχευμένη εφαρμογή μέτρων φυτοπροστασίας, μείωση της χρήσης χημικών και περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Miranda et al., 2019).

Συνολικά, η συνδυασμένη εφαρμογή χημικών, βιολογικών και τεχνολογικών στρατηγικών ενισχύει την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης του δάκου, διασφαλίζοντας παράλληλα την προστασία των οικοσυστημάτων και τη βιωσιμότητα της ελαιοκαλλιέργειας.

1.6.2 Καλλιεργητικές πρακτικές

Οι καλλιεργητικές πρακτικές διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση του δάκου της ελιάς, ωστόσο στην Ελλάδα δεν έχουν αξιοποιηθεί στον ίδιο βαθμό όπως σε άλλες ελαιοπαραγωγικές περιοχές, όπως η Καλιφόρνια. Μεταξύ των σημαντικότερων μέτρων περιλαμβάνονται η έγκαιρη συγκομιδή των καρπών πριν από την έντονη αύξηση των πληθυσμών του εντόμου, καθώς και η πλήρης απομάκρυνση όλων των καρπών από τα δέντρα και το έδαφος, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία εστιών ανάπτυξης νέων γενεών έως την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Εξίσου σημαντική θεωρείται η αντιμετώπιση του δάκου σε γειτονικές αστικές ή μη καλλιεργούμενες περιοχές που βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με τους ελαιώνες, καθώς οι περιοχές αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως δεξαμενές ανατροφοδότησης των πληθυσμών (Rice, 2001· Yokoyama, 2015).

Η αποφυγή γενικών ψεκασμών με οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα σε συνδυασμό με τη διατήρηση της ωφέλιμης εντομοπανίδας, όπως τα αρθρόποδα του εδάφους και διάφορα είδη αραχνών, συμβάλλει στην αύξηση της θήρευσης των νυμφών και των ενηλίκων σταδίων του δάκου της ελιάς (Picchi et al., 2016; Picchi et al., 2017).

Επιπλέον, η διαχείριση των καλλιεργητικών πρακτικών, όπως η κατεργασία του εδάφους, η άρδευση και η εφαρμογή λιπασμάτων, φαίνεται να ενισχύει την ευαισθησία των διαφόρων ποικιλιών ελιάς απέναντι στον δάκο, βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα των μέτρων φυτοπροστασίας (Navrozidis et al., 2007).

1.6.3 Χημική καταπολέμηση

1.6.3.1 Ψεκασμοί Πλήρους κάλυψης

Οι ψεκασμοί πλήρους κάλυψης αναφέρονται στους συμβατικούς ψεκασμούς εντομοκτόνων που εφαρμόζονται σε ολόκληρη την κόμη όλων των δέντρων του ελαιώνα. Συνιστώνται σε περιπτώσεις όπου τα δολώματα έχουν αποτύχει και η προσβολή των καρπών υπερβαίνει τα οικονομικά όρια ζημίας, δηλαδή 8–10% για τις ποικιλίες ελιάς παραγωγής λαδιού, ανάλογα με τη διάμετρο του καρπού. Για τις ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς, το αποδεκτό επίπεδο προσβολής είναι

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

μηδέν. Οι ψεκασμοί καλύψεως μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν όταν η εφαρμογή δολωμάτων δεν είναι δυνατή λόγω των παραπάνω δυσκολιών (IOBC/WPRS, 2005).

Η πρόσφατη απόσυρση εντομοκτόνων ευρέος φάσματος, όπως το imidachloprid (Κανονισμός (ΕΕ) 2019/1090), το dimethoate (Κανονισμός (ΕΕ) 2020/1643) και το phosmet (Κανονισμός (ΕΕ) 2022/94), έχει περιορίσει σημαντικά τη διαθεσιμότητα δραστικών ουσιών που χρησιμοποιούνταν ευρέως στη φυτοπροστασία. Η εξέλιξη αυτή έχει οδηγήσει στην ανάγκη αξιολόγησης και εφαρμογής εναλλακτικών στρατηγικών αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών (Vizzarri et al., 2023).

1.6.3.2 Δολωματικοί ψεκασμοί

Οι δολωματικοί ψεκασμοί αποτελούνται από υδρολυμένες πρωτεΐνες, οι οποίες λειτουργούν ως ελκυστικό μέσο, σε συνδυασμό με εντομοκτόνο. Ως δολώματα ψεκασμού χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, όπως τα οργανοφωσφορικά (σε συγκέντρωση 0,3% δραστικής ουσίας), σε συνδυασμό με ένα ελκυστικό τροφής, όπως 2% υδρολυμένη πρωτεΐνη. Το μείγμα αυτό εφαρμόζεται από το έδαφος σε περιορισμένο τμήμα της κόμης, συνήθως 1–2 κυβικά μέτρα. Η ποσότητα του διαλύματος ψεκασμού ανά δέντρο δεν ξεπερνά τα 300 ml. Αντίθετα οι ψεκασμοί καλύψεως χρησιμοποιούν εντομοκτόνο σε συγκέντρωση περίπου δέκα φορές χαμηλότερη (π.χ. 0,03% οργανοφωσφορικό) από αυτή των δολωμάτων. Επιπλέον, απαιτούν σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα διαλύματος ψεκασμού (περίπου 10–15 L ανά δέντρο) για ολική κάλυψη της κόμης μέχρι υπερπήδηση (Varikou et al., 2016).

Οι δολωματικοί ψεκασμοί υπερτερούν των ψεκασμών πλήρους κάλυψης, καθώς χρησιμοποιούν ελκυστικές ουσίες για να προσελκύσουν τα έντομα στο εντομοκτόνο. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η αρνητική επίδραση στους φυσικούς εχθρούς (Varikou et al., 2014) και μειώνεται η συνολική ποσότητα φυτοπροστατευτικών προϊόντων που εφαρμόζονται. Οι δολωματικοί ψεκασμοί θεωρούνται βασικό στοιχείο της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας (Varikou et al., 2016). Παρά τα πλεονεκτήματά τους, ωστόσο, η αποτελεσματικότητά τους στην προστασία της καλλιέργειας παραμένει περιορισμένη. Ένα επιπλέον μειονέκτημα των ελκυστικών

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

ουσιών είναι η περιορισμένη διάρκεια της αποτελεσματικότητάς τους. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα, τα ελκυστικά δεν παραμένουν δραστικά για περισσότερο από τρεις έως έξι ημέρες όταν χρησιμοποιούνται σε παγίδες, ενώ στους δολωματικούς ψεκασμούς η δράση τους δεν ξεπερνά τις τρεις ημέρες (Varikou et al., 2014). Πιο πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι η ικανότητα των δολωματικών ψεκασμών να προσελκύουν και να θανατώνουν τον δάκο περιορίζεται ουσιαστικά στην πρώτη ημέρα εφαρμογής, χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές συλλήψεις μετά τη δεύτερη ή την τρίτη ημέρα (Varikou et al., 2015). Ως εκ τούτου, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την ανάπτυξη ψεκαστικών διαλυμάτων που να παρέχουν ικανοποιητικό επίπεδο προστασίας της ελαιοκαλλιέργειας (Varikou et al., 2015). Διαπιστώθηκε ότι ακόμη και η εφαρμογή του ενός τρίτου ή του μισού της συνιστώμενης ποσότητας ψεκαστικού διαλύματος, η οποία ανέρχεται σε 300 ml ανά δέντρο, ήταν εξίσου αποτελεσματική.

Στο παρελθόν έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες προσπάθειες για τη βελτίωση της ελκυστικότητας των δολωματικών διαλυμάτων (Varikou et al., 2014· Varikou et al., 2015), καθώς και για την ανάπτυξη νέων συστημάτων «προσέλκυσης και θανάτωσης» (Potamitis et al., 2014· Yokoyama, 2014b). Ωστόσο, οι Varikou et al. (2014, 2015) διαπίστωσαν ότι η προσθήκη φυτοπροστατευτικών προϊόντων, όπως πυρεθροειδή (λ-κυαλοθρίνη, α-κυπερμεθρίνη) ή οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα (διμεθοάτη), οδηγούσε σε μείωση της ελκυστικότητας του δολώματος. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτεύχθηκαν με τον συνδυασμό όλων των πρωτεϊνών που δοκιμάστηκαν μαζί με πυρεθροειδή εντομοκτόνα.

Στην Ελλάδα, οι δολωματικοί ψεκασμοί πραγματοποιούνται με τη χρήση τρακτέρ σχεδόν σε όλους τους ελαιώνες και οι εφαρμογές αυτές χρηματοδοτούνται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Varikou et al., 2013).

1.6.4 Βιολογικές μέθοδοι

Η βιολογική καταπολέμηση αποτελεί την πιο περιβαλλοντικά βιώσιμη μέθοδο για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς. Σύμφωνα με ανασκόπηση των προσπαθειών βιολογικού ελέγχου από τους Daane και Johnson (2010), τα προγράμματα βιολογικού ελέγχου που είχαν

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

εφαρμοστεί στο παρελθόν δεν προσέφεραν σταθερά ικανοποιητικά επίπεδα καταπολέμησης σε όλο το εύρος των κλιμάτων και των εμπορικά καλλιεργούμενων ποικιλιών ελιάς. Η αξιοποίηση της βιολογικής καταπολέμησης για τη διαχείριση του δάκου της ελιάς μπορεί επίσης να βασίζεται στη δράση των φυσικών του εχθρών. Η ενίσχυση ή εισαγωγή αρπακτικών εντόμων στους ελαιώνες έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να περιορίσει αποτελεσματικά την πληθυσμιακή του ανάπτυξη (El-Hajj et al., 2018; Daane et al., 2011). Επιπλέον η χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών, η οποία βρίσκεται στο επίκεντρο των ερευνών τα τελευταία χρόνια, μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στον έλεγχο των πληθυσμών του δάκου της ελιάς.

1.6.4.1 Αρπακτικά και παρασιτοειδή

Η χρήση αρπακτικών και παρασιτοειδών αποτελεί μια αποτελεσματική και περιβαλλοντικά φιλική στρατηγική στη μείωση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς. Ένα από τα πιο υποσχόμενα παρασιτοειδή για τον βιολογικό έλεγχο του δάκου της ελιάς είναι το *Psytallia lounsburyi* (οικογένεια Braconidae), το οποίο στοχεύει τις προνύμφες του εντόμου. Πληθυσμοί αυτού του παρασιτοειδούς προέρχονται κυρίως από τη Νότια Αφρική και την Κένυα και έχουν μαζικά εκτρεφθεί και απελευθερωθεί σε περιοχές της Καλιφόρνιας, όπου εγκαταστάθηκαν επιτυχώς, με τον πληθυσμό της Νότιας Αφρικής να παρουσιάζει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις τοπικές οικολογικές συνθήκες (Daane et al., 2008; Hoelmer et al., 2011; Chardonnet et al., 2019; Wang et al., 2013).

Μεταξύ 2006 και 2013, πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια δοκιμή με απελευθέρωση ειδικών παρασιτοειδών, των *P. syttalia lounsburyi* (Silvestri, 1913) και *Psytallia humilis* (Silvestri, 1913). Ωστόσο, αντιμετώπισαν εγγενείς δυσκολίες στην εγκατάσταση των παρασιτοειδών στο πεδίο, λόγω ακραίων κλιματικών συνθηκών καθώς και περιόδων με χαμηλή πυκνότητα ξενιστών (Daane et al., 2015). Η χρήση παρασιτοειδών σφηκών που στοχεύουν τις νύμφες του δάκου της ελιάς κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερο έδαφος. Παρότι η βιολογική καταπολέμηση παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές, συχνά απαιτεί προσεκτική διαχείριση ώστε να εγκαθιδρυθούν και να διατηρηθούν αποτελεσματικοί πληθυσμοί αρπακτικών και παρασιτοειδών εντόμων (Martínez-

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Núñez et al., 2021). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διατήρησης της αυτοφυούς βλάστησης στο εσωτερικό και στα όρια των ελαιώνων (Stavrianakis et al., 2024).

Εκτός από τα παρασιτοειδή, διάφορα αρπακτικά έντομα έχουν μελετηθεί ως φυσικοί εχθροί του δάκου της ελιάς. Τα σκαθάρια της οικογένειας Carabidae όπως το *Calathus granatensis* και *Pterostichus globosus* έχουν δείξει σημαντική προτίμηση και ικανότητα κατανάλωσης των νυμφών του δάκου σε εργαστηριακές δοκιμές, υποδηλώνοντας πιθανό ρόλο στη μείωση του πληθυσμού του εντόμου στις φυσικές συνθήκες (Dinis et al., 2016). Επιπλέον, το αρπακτικό *Ocyrops olens* ανιχνεύτηκε να τρέφεται με νύμφες του δάκου σε ελαιώνες χρησιμοποιώντας μοριακή ανάλυση περιεχομένου στομάχου, ενισχύοντας την σημασία των εδαφικών αρπακτικών στο βιολογικό έλεγχο του εχθρού (Albertini et al., 2017). Πέραν των εντόμων, ενότητες αρπακτικών όπως πουλιά και αράχνες έχουν επίσης αναφερθεί να συμβάλλουν στο φυσικό έλεγχο του δάκου σε περιβάλλον ελαιώνων (Preu et al., 2020). Με σκοπό την ταυτοποίηση νέων φυσικών εχθρών του δάκου της ελιάς, αναπτύχθηκε μια διαγνωστική μέθοδος βασισμένη σε PCR για την ανίχνευση της *B. oleae* στο έντερο των εντόμων (Rejili et al., 2016).

1.6.4.2 Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί

Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον της έρευνας έχει στραφεί στη διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης μικροβιακών οργανισμών για τον έλεγχο των πληθυσμών του δάκου της ελιάς. Πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι ορισμένα βακτηριακά στελέχη, όπως το *Providencia entomophila*, μπορούν να προκαλέσουν αυξημένη θνησιμότητα στο έντομο, αναδεικνύοντας τις προοπτικές χρήσης τους ως εναλλακτικών βιολογικών παραγόντων καταπολέμησης (Ksentini et al., 2019).

Πρόσφατα αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα εφαρμογών στο έδαφος κάτω από την κόμη των δέντρων με το εντομοπαθογόνο μύκητα *Metarhizium brunneum* Petch, στέλεχος EAMa 01/58-Su, το οποίο είναι πλήρως προσαρμοσμένο στις μεσογειακές εδαφικές συνθήκες. Διενεργήθηκαν δύο εφαρμογές ανά έτος από το 2010 έως το 2015: μία το φθινόπωρο, για να στοχεύσει τις προνύμφες που εγκαταλείπουν τους καρπούς για να νυμφωθούν κάτω από το δέντρο και να

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

περάσουν το χειμώνα στο στάδιο της νύμφης, και μία την άνοιξη, για να στοχεύσει τα αναδυόμενα ενήλικα έντομα. Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση (50% έως 70%) στον πληθυσμό της *Bactrocera oleae* που αναδύθηκε την άνοιξη από το έδαφος στις μεταχειρίσεις επέμβασης σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις ελέγχου. Οι συγγραφείς την χαρακτήρισαν ως μια αποτελεσματική μέθοδο βιολογικού ελέγχου (Yousef et al., 2016).

Η ανάπτυξη νέων μεθόδων καταπολέμησης είναι δυνατή με τη νέα γνώση για τους μικροοργανισμούς που σχετίζονται με το δάκο της ελιάς (Malacrinò et al., 2015). Ένα παράδειγμα αποτελεί η τεχνική των ασύμβατων εντόμων (ΙΤ), η οποία εκμεταλλεύεται την κυτταροπλασματική ασυμβατότητα (CI) που προκαλείται από εντομοσυμβιωτικά βακτήρια, όπως η *Wolbachia* (Apostolaki et al., 2011).

1.6.5 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι

1.6.5.1 Τεχνική εξαπόλυσης στείρων εντόμων

Μία περιβαλλοντικά ασφαλής εναλλακτική για την καταπολέμηση εντόμων-εχθρών είναι η τεχνική των στείρων εντόμων (SIT) (Zygouridis et al., 2014). Πρόκειται για μία μέθοδο καταστολής συγκεκριμένων ειδών, όπου τα έντομα εκτρέφονται μαζικά υπό συνθήκες εργοστασίου, στερώνονται με ακτινοβολία και στη συνέχεια απελευθερώνονται (Leftwich et al., 2016). Ωστόσο, λόγω της προσαρμογής τους στις συνθήκες του εργαστηρίου, της εκτροφής και της ακτινοβολίας, τα έντομα εμφανίζουν σημαντικά μειωμένη ικανότητα επιβίωσης και αναπαραγωγής (Leftwich et al., 2016). Οι Zygouridis et al. (2014) παρατήρησαν σημαντική απώλεια γενετικής ποικιλότητας μεταξύ των γενεών F1 και F2–F5 στο εργαστήριο, ενώ στη γενιά F11 η προσαρμογή στο νέο εργαστηριακό περιβάλλον είναι πλήρης. Η απώλεια γενετικής ποικιλότητας θεωρήθηκε υπεύθυνη για την απώλεια χαρακτηριστικών της άγριας μορφής, όπως η μειωμένη ανταγωνιστικότητα των στερωμένων, μαζικά εκτρεφόμενων αρσενικών σε σύγκριση με τα άγρια. Η απώλεια αυτή επαληθεύτηκε με τη χρήση μικροδορυφορικών δεικτών (microsatellite markers). Οι συγγραφείς πρότειναν ως λύση τον εμπλουτισμό μιας μαζικά εκτρεφόμενης αποικίας με άγρια έντομα περίπου κάθε πέντε έως οκτώ γενιές (Zygouridis et al.,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

2014). Επιπλέον, το σύστημα RIDL (Release of Insects carrying a Dominant Lethal), το οποίο αφορά γενετικά τροποποιημένα έντομα, προσπαθεί να υπερβεί τους περιορισμούς της τεχνολογίας SIT, και ήδη έχουν αναπτυχθεί οι πρώτες γενετικά τροποποιημένες γραμμές για το δάκο της ελιάς (Ant et al., 2012; Genç et al., 2016). Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η μέθοδος fsRIDL (female-specific Release of Insects carrying a Dominant Lethal), η έχει παρουσιάσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην καταστολή πληθυσμών του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Η συγκεκριμένη προσέγγιση συμβάλλει τόσο στη μείωση της χρήσης χημικών εντομοκτόνων όσο και στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τις συμβατικές μεθόδους καταπολέμησης (Ant et al., 2012).

Παράλληλα, η πρόοδος στη γνώση του γενετικού υποβάθρου του δάκου έχει επιτρέψει τον εντοπισμό ειδικών βιολογικών χαρακτηριστικών που μπορούν να αξιοποιηθούν ως στόχοι ελέγχου. Ενδεικτικά, έρευνες σχετικά με τη μικροβιακή χλωρίδα του πεπτικού συστήματος του *B. oleae* έχουν αναδείξει νέες δυνατότητες για την τροποποίηση των μικροβιακών κοινοτήτων με σκοπό τη βελτίωση των στρατηγικών διαχείρισης του εντόμου. Η κατανόηση των συμβιωτικών σχέσεων μεταξύ του δάκου και των εντερικών βακτηρίων του καθιστά δυνατή την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων που διαταράσσουν τις αλληλεπιδράσεις αυτές, οδηγώντας δυνητικά σε μειωμένη επιβίωση και αναπαραγωγική ικανότητα των πληθυσμών του (Ras et al., 2017; Noman et al., 2020).

1.6.5.2 Τεχνική Παρεμπόδισης Σύζευξης

Η παρεμπόδιση σύζευξης στον δάκο της ελιάς έχει μελετηθεί σε σχέση με τη χρήση ελκυστικών ουσιών που μιμούνται τη δράση φερομονών. Ορισμένες από τις πιο γνωστές ουσίες, όπως το trimedlure και το ceralure, έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως παραφερομόνες για την προσέλκυση αρσενικών εντόμων σε προγράμματα παρακολούθησης και ανίχνευσης πληθυσμών. Παρότι οι ουσίες αυτές είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές ως ελκυστικά, δεν έχει τεκμηριωθεί δράση παρεμπόδισης σύζευξης, καθώς δεν προκαλούν σύγχυση ή αναστολή της σεξουαλικής επικοινωνίας μεταξύ των φύλων. Συνεπώς, η χρήση τους περιορίζεται κυρίως στη μαζική

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

παγίδευση και την παρακολούθηση πληθυσμών και όχι στην άμεση εφαρμογή της τεχνικής mating disruption για τον έλεγχο του δάκου της ελιάς (Navarro-Llopis *et al.*, 2011).

1.6.6 Τεχνικές προσέλκυσης και θανάτωσης

1.6.6.1 Γενικά

Η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στηρίζεται όλο και περισσότερο σε βιώσιμες στρατηγικές που μπορούν να μειώσουν την ανάγκη για ψεκασμούς εντομοκτόνων. Αυτές οι τεχνικές λειτουργούν προσελκύοντας αποτελεσματικά τα ενήλικα άτομα του δάκου της ελιάς σε συσκευές που είτε τα παγιδεύουν (π.χ. mass-trapping) είτε τα εκθέτουν σε τοξικές ουσίες (π.χ. lure-and-kill). Η βασική αρχή είναι ότι, με την αφαίρεση σημαντικού ποσοστού του ενήλικου πληθυσμού από το αγροοικοσύστημα, η ζημιά στις καλλιέργειες μπορεί να μειωθεί αποτελεσματικά (Ortis *et. al.*, 2025).

Οι τεχνικές προσέλκυσης και θανάτωσης βασίζονται στη χρήση παγίδων που συνδυάζουν φερομόνες και τροφικά ελκυστικά, με στόχο την προσέλκυση και την εξόντωση των ενήλικων ατόμων του δάκου της ελιάς, περιορίζοντας έτσι τη σύζευξη και την ωοτοκία. Οι στρατηγικές αυτές παρουσιάζουν σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, καθώς μειώνουν την ανάγκη εφαρμογής εντομοκτόνων σε μεγάλη κλίμακα. Παρ' όλα αυτά, η αποδοτικότητά τους εξαρτάται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως οι καιρικές συνθήκες και το επίπεδο πληθυσμιακής πίεσης του εντόμου (Yokoyama, 2015).

Η αποτελεσματικότητα μιας βελτιωμένης μορφής της μεθόδου μαζικής παγίδευσης για τον έλεγχο του δάκου της ελιάς αξιολογήθηκε επί τέσσερα έτη σε πιλοτική εφαρμογή στη Θήβα Βοιωτίας. Οι βελτιώσεις αφορούσαν την παράταση της ενεργού διάρκειας των τοξικών παγίδων, τόσο ως προς την ελκυστικότητα όσο και ως προς τη θανατηφόρο δράση τους, καθώς και τη βελτιστοποίηση της τοποθέτησής τους με στόχο την αυξημένη αποτελεσματικότητα και το χαμηλό κόστος. Σε σύγκριση με τον συμβατικό έλεγχο μέσω δολωματικών ψεκασμών, η μαζική παγίδευση οδήγησε σε σημαντικά χαμηλότερους πληθυσμούς του εντόμου και επίπεδα προσβολής των καρπών καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης, χωρίς να απαιτούνται συμπληρωματικά μέτρα

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

φυτοπροστασίας. Παρότι το ετήσιο κόστος της μεθόδου ήταν συγκρίσιμο με εκείνο των δολωματικών ψεκασμών, παρουσίασε σαφές περιβαλλοντικό πλεονέκτημα, καθώς μείωσε τη χρήση εντομοκτόνων κατά περίπου 99,5%, γεγονός που αναδεικνύει τη μαζική παγίδευση ως ιδιαίτερα βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον στρατηγική διαχείρισης του δάκου της ελιάς (Broumas et. al., 2002).

1.6.6.2 Παγίδες

Οι παγίδες χρησιμοποιούνται είτε για τη μαζική παγίδευση όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, είτε για την παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, με στόχο τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου εφαρμογής των επεμβάσεων. Οι Burrack et al. (2008) αξιολόγησαν διαφορετικούς τύπους παγίδων, όπως κίτρινες κολλητικές παγίδες, παγίδες ChamP και πλαστικές παγίδες McPhail, σε συνδυασμό με διάφορα ελκυστικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παγίδες McPhail με δισκία ζύμης torula παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώθηκαν και από τους Varikou et al. (2013), σε σύγκριση με κίτρινες κολλητικές επιφάνειες και παγίδες McPhail. Παρότι ο αριθμός των εντόμων που συλλαμβάνονταν στις παγίδες McPhail δεν αντανakλούσε με ακρίβεια την πραγματική πυκνότητα του πληθυσμού του δάκου, διαπιστώθηκε ότι είναι αξιόπιστες για τον καθορισμό του χρόνου των ψεκασμών κατά του *B. oleae*. Για τον λόγο αυτό, οι παγίδες McPhail συνιστώνται και στην Καλιφόρνια.

Για την παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου, οι Varikou et al. (2013, 2016) χρησιμοποίησαν γυάλινες παγίδες McPhail με διάλυμα 2% θειικού αμμωνίου, το οποίο στην πιο πρόσφατη μελέτη αντικαταστάθηκε στα τέλη Αυγούστου από 2% υδρολυμένη πρωτεΐνη (Entomela 75%). Οι παγίδες που βασίζονται σε πρωτεΐνες ή άλλες πηγές αμμωνίας προσελκύουν κυρίως θηλυκά άτομα, καθώς αυτά απαιτούν πρωτεϊνικές πηγές για τη διασφάλιση υψηλής γονιμότητας (Hagen & Finney, 1950). Η προσθήκη φερομονών δεν οδήγησε σε σημαντική αύξηση των συλλήψεων του δάκου της ελιάς (Varikou et al., 2014).

Στους ελληνικούς ελαιώνες εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται άλατα αμμωνίου στις παγίδες McPhail καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, παρότι έχει αποδειχθεί ότι η

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

ελκυστικότητα τους είναι σημαντικά μειωμένη σε σύγκριση με όλες τις δοκιμασμένες υδρολυμένες πρωτεΐνες (Haniotakis, 2005· Varikou et al., 2014).

Τα μειονεκτήματα των παγίδων McPhail περιλαμβάνουν τη χαμηλή τους εξειδίκευση, καθώς προσελκύουν και οργανισμούς μη-στόχους, καθώς και τη μειωμένη αποτελεσματικότητά τους σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Παρ' όλα αυτά, μέσω της ανατομικής εξέτασης των θηλυκών εντόμων που συλλέγονται στις παγίδες αυτές, είναι δυνατή η εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τη γονιμότητά τους. Για τον λόγο αυτό, ο συνδυασμός παγίδων McPhail με παγίδες που φέρουν φυλετική φερομόνη θεωρείται ότι παρέχει πιο ολοκληρωμένα και αξιόπιστα δεδομένα για την παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς (Bueno & Jones, 2002).

Ο Gil-Ortiz (2015) ανέδειξε επίσης το ζήτημα της χαμηλής βιοδιασπασιμότητας των εμπορικών διανεμητών φερομόνης που κατασκευάζονται από πλαστικά πολυμερή, στα οποία η φερομόνη είναι εγκλεισμένη, και πρότεινε τη χρήση μεσοπορωδών υλικών ως μια πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση. Επιπλέον, δοκιμάστηκαν και άλλες συσκευές στόχευσης, όπως ορθογώνια τεμάχια κόντρα πλακέ ή σακούλες εμποτισμένες με εντομοκτόνο, σε συνδυασμό με ελκυστικές ουσίες και φυλετικές φερομόνες (Bueno & Jones, 2002).

Τα τελευταία χρόνια, η παγίδα Eco-Trap® (Vioryl S.A., Ελλάδα) δοκιμάστηκε στο Ισραήλ, παρουσιάζοντας σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα ως μέθοδος αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς (Nestel et al., 2002; Nestel et al., 2004). Η παγίδα Eco-Trap βασίζεται στην προσέλκυση και των δύο φύλων του δάκου της ελιάς μέσω της οσμής της αμμωνίας, η οποία προσομοιώνει τροφικές πηγές, καθώς και στην έλξη των αρσενικών από τη σεξουαλική φερομόνη (Broumas et al., 2002). Η πράσινη χρωματική επιφάνεια της παγίδας επιλέχθηκε ώστε να περιορίζεται η προσέλκυση και θανάτωση ωφέλιμων εντόμων (Bagnoli, 2000). Οι Eco-Traps είναι εμποτισμένες με τη δραστική ουσία και μια φαγοδιεγερτική ουσία, η οποία προκαλεί τα έντομα που προσγειώνονται να έρθουν σε επαφή με την επιφάνεια και να προσλάβουν το εντομοκτόνο. Ωστόσο, σε πρώιμες εφαρμογές, ιδίως υπό θερμές και ξηρές συνθήκες, διαπιστώθηκε περιορισμένη διάρκεια αποτελεσματικότητας της παγίδας, γεγονός που κατέστησε αναγκαία την αύξηση της πυκνότητάς τους κατά τη θερινή περίοδο. Επιπλέον, κρίθηκε απαραίτητη η εφαρμογή συντονισμένης, περιφερειακής διαχείρισης για την αντιμετώπιση εστιών έντονης προσβολής και

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

χωρικών διαφορών στη ζημιά (Nestel et al., 2004). Έκτοτε, έχουν αναπτυχθεί και διατεθεί στην αγορά διάφορες τοπικά προσαρμοσμένες συσκευές με παρόμοια φιλοσοφία λειτουργίας (Yasin et al., 2014).

1.6.6.3 Δολωματικοί σταθμοί

Οι δολωματικοί σταθμοί αποτελούν ένα ακόμη παράδειγμα μεθόδου προσέλκυσης και θανάτωσης με στόχο τη διαχείριση των πληθυσμών των μυγών των φρούτων, συμπεριλαμβανομένου του δάκου της ελιάς. Πρόκειται για συσκευές που συνδυάζουν έναν ελκυστικό παράγοντα (δελεαστικό) με έναν θανατηφόρο παράγοντα, ώστε να προσελκύονται τα έντομα και να εκτίθενται στο δραστικό συστατικό χωρίς να παραμένουν παγιδευμένα στο εσωτερικό του μέσου, όπως συμβαίνει στις κλασικές παγίδες. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλης κλίμακας προγράμματα διαχείρισης εντόμων, σε εμπορικούς οπωρώνες και οργανωμένες ζώνες παραγωγής, και ενδείκνυται για την καταστολή πληθυσμών εντόμων σε εστίες προσβολής με υψηλές πυκνότητες εντόμων. Συνίσταται συχνά η χρήση ελκυστικών που προσελκύουν κυρίως τα θηλυκά έντομα, ώστε να μειώνεται άμεσα η συνολική προσβολή των καρπών και όχι μόνο η παρουσία των ενηλίκων στη φυτεία (FAO, 2015).

Πρόσφατα εφαρμόστηκε δολωματικός σταθμός για την καταπολέμηση της ασιατικής μύγας (*Bactrocera dorsalis*) (Piñero et al., 2010). Οι σταθμοί αυτοί προστατεύουν το εντομοκτόνο από τις καιρικές συνθήκες και δοκιμάστηκαν επίσης για την αποτελεσματικότητά τους κατά του δάκου της ελιάς (Yokoyama, 2014a). Οι συγγραφείς δεν επιβεβαίωσαν τη μακροχρόνια τοξικότητα των εντομοκτόνων, καθώς σε αυτή τη μελέτη τα δολώματα και οι εφαρμογές στα φύλλα ήταν προστατευμένα από τη βροχή. Το επίπεδο τοξικότητας μειώθηκε μετά από μία εβδομάδα τόσο στους σταθμούς δολωμάτων όσο και στα φύλλα της ελιάς. Παρ' όλα αυτά, τα κύρια πλεονεκτήματα των σταθμών δολωμάτων είναι ότι προστατεύονται από τη βροχή και μειώνουν την ποσότητα ψεκασμάτων που χρησιμοποιείται στους ελαιώνες (Hladnik, 2017). Η τεχνική της μαζικής παγίδευσης με χρήση δολωματικών σταθμών μπορεί να αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα, υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται σε περιφερειακή κλίμακα και συντονίζεται από τους αρμόδιους αγροτικούς φορείς (Yasin et al., 2014).

1.6.7 Νέες τεχνολογίες

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στα συστήματα παρακολούθησης έχουν βελτιώσει σημαντικά την ικανότητα καταγραφής των πληθυσμών του δάκου της ελιάς και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων διαχείρισης. Η ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Systems, DSS) που ενσωματώνουν τεχνολογίες γεωγραφικής τοποθέτησης επιτρέπει στους παραγωγούς να λαμβάνουν σε πραγματικό χρόνο δεδομένα σχετικά με τους πληθυσμούς εντόμων και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Miranda et al., 2019; Kavroudakis et al., 2024; Katsikogiannis et al., 2023). Τα συστήματα αυτά μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένες προτάσεις για τη διαχείριση των εντόμων, βελτιστοποιώντας τόσο τον χρόνο όσο και την εφαρμογή των μέτρων καταπολέμησης.

Οι Miranda et al. (2019) ανέπτυξαν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (DSS) ειδικά για τη διαχείριση του δάκου σε μεσογειακούς ελαιώνες, αξιοποιώντας ημι-αυτόματες και χωρικά ενημερωμένες τεχνικές παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Η προσέγγιση αυτή οδήγησε σε σημαντική αύξηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων καταπολέμησης (Miranda et al., 2019). Στο σύστημα αυτό ενσωματώθηκαν ηλεκτρονικές παγίδες οι οποίες κατέγραφαν τους πληθυσμούς του εντόμου και συνδέονταν με γεωαναφερμένα δεδομένα των δέντρων, επιτρέποντας στοχευμένες και ακριβείς εφαρμογές εντομοκτόνων. Βασισμένες σε τέτοιες υποδομές, νεότερες τεχνολογίες έχουν εισαγάγει ακόμη πιο εξελιγμένες ηλεκτρονικές παγίδες (e-traps). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Diller et al., στην οποία αξιοποιούνται αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης για την παρακολούθηση των πληθυσμών των μυγών των φρούτων, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Diller et al., 2023).

Επιπλέον, σημαντική πρόοδος στην παρακολούθηση και τη διαχείριση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς έχει επιτευχθεί τα τελευταία χρόνια μέσω της αξιοποίησης τεχνικών μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης, με στόχο την αυτόματη ανίχνευση και καταμέτρηση των εντόμων. Η μελέτη των Molina-Rotger et al. ανέδειξε τη δυνατότητα ενσωμάτωσης αλγορίθμων Random Forest (RF) και Support Vector Machines (SVM) σε ηλεκτρονικές παγίδες για απομακρυσμένη παρακολούθηση εχθρών, επιτυγχάνοντας υψηλή ακρίβεια ανίχνευσης και συμβάλλοντας στη

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

γεωργία ακριβείας μέσω της μείωσης της ανάγκης επιτόπιων ελέγχων και της ορθολογικής χρήσης φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Molina-Rotger et al., 2023).

Παράλληλα, προτάθηκε ένα εξειδικευμένο σύστημα αναγνώρισης και καταμέτρησης του δάκου σε «έξυπνες» παγίδες, βασισμένο στον αλγόριθμο βαθιάς μάθησης YOLO. Το σύστημα εκπαιδεύτηκε με εικόνες φερομονικών παγίδων, εφαρμόζοντας κανονικοποίηση του κίτρινου χρώματος ώστε να εξασφαλίζεται ανεξαρτησία από τις συνθήκες φωτισμού, ενώ η ακρίβεια ενισχύθηκε μέσω εμπλουτισμού του συνόλου εκπαίδευσης και τεχνικών αύξησης δεδομένων (Mamdouh & Khattab, 2021).

Τα τελευταία χρόνια, η αξιολόγηση συστημάτων ανίχνευσης του δάκου της ελιάς επεκτάθηκε και στην ενεργειακή αποδοτικότητα των αλγορίθμων, με τη χρήση διαφορετικών μεθόδων όρασης υπολογιστών σε έγχρωμες παγίδες και εικόνες που αναπαριστούν ρεαλιστικές συνθήκες πεδίου, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ανάπτυξης ενεργειακά βιώσιμων λύσεων για την ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών (Mira et al., 2024). Επιπρόσθετα, έχουν αναπτυχθεί παγίδες απομακρυσμένης παρακολούθησης, οι οποίες ενσωματώνουν ψηφιακές κάμερες ή οπτικούς αισθητήρες τύπου RGB και επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο χωρίς την ανάγκη φυσικής παρουσίας στο αγροτεμάχιο. Τα δεδομένα αποθηκεύονται αυτόματα σε υποδομές cloud και αναλύονται μέσω ευφυούς λογισμικού για την αυτόματη αναγνώριση και καταμέτρηση των εντόμων (Doitsidis et al., 2017· Qing et al., 2020· Ascolese et al., 2022· Suto, 2022). Οι αισθητήρες RGB καταγράφουν πληροφορίες στο ορατό φάσμα της ακτινοβολίας και, λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους και της υψηλής ανάλυσης που μπορούν να προσφέρουν, καθιστούν εφικτή την αξιόπιστη οπτική ανίχνευση εχθρών όπως ο δάκος της ελιάς. Οι κάμερες τοποθετούνται πάνω ή εντός των παγίδων και το σύστημα υποστηρίζεται από κατάλληλες υποδομές ενέργειας και διασύνδεσης, όπως μπαταρίες, φωτοβολταϊκά και συστήματα μετάδοσης δεδομένων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της ολοκληρωμένης διαχείρισης των εχθρών (Maes & Steppe, 2019· Iost Filho et al., 2019· Preti et al., 2021).

Σημαντική συνεισφορά στην εξέλιξη των συστημάτων παρακολούθησης του δάκου της ελιάς και άλλων διπτέρων που προσβάλλουν καρπούς έχει προέλθει από και από Έλληνες ερευνητές, οι οποίοι ανέπτυξαν «έξυπνες» εκδοχές των κλασικών παγίδων McPhail. Οι παγίδες αυτές

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

ενσωματώνουν οπτικοηλεκτρονικούς αισθητήρες ικανούς να καταγράφουν και να αναγνωρίζουν αυτόματα το είδος του εντόμου που εισέρχεται στην παγίδα. Η αναγνώριση βασίζεται στην ανάλυση του οπτικοακουστικού σήματος που παράγεται κατά την πτήση του εντόμου, επιτυγχάνοντας εξαιρετικά υψηλά επίπεδα ακρίβειας, που προσεγγίζουν το 99% (Potamitis et al., 2017· Potamitis et al., 2018). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη συνεχή και απομακρυσμένη συλλογή δεδομένων πληθυσμιακής δυναμικής, παρέχοντας στον παραγωγό τη δυνατότητα έγκαιρης και χωρικά στοχευμένης εφαρμογής των κατάλληλων καλλιεργητικών ή φυτοπροστατευτικών παρεμβάσεων. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται η αποτελεσματικότητα της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών, περιορίζεται η άσκοπη χρήση φυτοφαρμάκων και βελτιώνεται τόσο η ασφάλεια των παραγόμενων τροφίμων όσο και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα της γεωργικής παραγωγής (Iost Filho et al., 2022).

1.7 Σκοπός της μελέτης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο δάκος της ελιάς αποτελεί τον σημαντικότερο εχθρό της ελιάς στην Ελλάδα και άλλες παραμεσόγειες περιοχές, προκαλώντας σοβαρές οικονομικές απώλειες στην παραγωγή επιτραπέζιων ελιών και ελαιόλαδου (Τζανακάκης, 2003; Papadopoulos, 2014). Το έντομο αναπτύσσει 3–4 γενεές ετησίως σε ήπιες περιοχές και έως 5–6 σε θερμότερα περιβάλλοντα, ενώ η ανάπτυξη και επιβίωση εξαρτώνται από θερμοκρασία, υγρασία και διαθεσιμότητα καρπών (Tzanakakis, 2003; Broufas et al., 2009; Malheiro et al., 2015). Η δυναμική των πληθυσμών επηρεάζεται σημαντικά από κλιματικούς παράγοντες, διαθέσιμους καρπούς, μικροκλίμα και ενδογενείς μηχανισμούς, όπως η αναπαραγωγική αδράνεια, ενώ το ανάγλυφο και η μορφολογία των ελαιώνων καθορίζουν χωρικές διακυμάνσεις πληθυσμών και επίπεδο ζημιάς (Kounatidis et al., 2008; Nestel et al., 2004; Daane & Johnson, 2010; Petacchi et al., 2015). Η παρακολούθηση των πληθυσμών μέσω παγίδων McPhail και κολλητικών επιφανειών, σε συνδυασμό με εκτίμηση ζημιάς στους καρπούς, αποτελεί βασικό εργαλείο ολοκληρωμένης διαχείρισης (IPM), επιτρέποντας την κατάλληλη λήψη αποφάσεων για επέμβαση στο όριο οικονομικής ζημιάς (Sciarretta et al., 2024; Quesada-Moraga et al., 2018). Στην Ελλάδα, η

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

εφαρμογή της δακοκτονίας περιλαμβάνει δολωματικούς ψεκασμούς και ψεκασμούς κάλυψης, υποστηριζόμενους από συστηματικό monitoring, ενώ ερευνητικά έργα όπως το FruitFlyNet έχουν ενισχύσει την τεχνολογική υποδομή και τα εργαλεία λήψης αποφάσεων για την αποτελεσματικότερη καταπολέμηση (ΔΑΟΚ Π.Ε. Μεσσηνίας, 2025; ΥΠΑΑΤ, 2020; GNA AgroScience, n.d.; Broumas et al., 2012). Από τα παραπάνω συνάγεται ότι, λόγω της οικονομικής και οικολογικής του σημασίας, ο δάκος συνεχίζει να αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένης επιστημονικής έρευνας, με πολλά ερωτήματα σχετικά με τη βιολογία, τη δυναμική των πληθυσμών και την αποτελεσματική διαχείρισή του να παραμένουν ακόμη αναπάντητα, καθιστώντας τον κεντρικό στόχο μελλοντικών μελετών (Pedigo, 1996; Vossen et al., 2006).

Η δυναμική πληθυσμών του δάκου της ελιάς και οι μέθοδοι αντιμετώπισής του έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνητικών μελετών, λόγω της σημασίας του για την παραγωγή ελιάς και ελαιόλαδου. Ωστόσο, λίγες έως καθόλου μελέτες έχουν εξετάσει ταυτόχρονα τη δυναμική των πληθυσμών σε διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας, στοιχείο κρίσιμο για την ανάπτυξη ορθολογικών και στοχευμένων στρατηγικών διαχείρισης του εχθρού. Στην παρούσα μελέτη, παρακολουθήσαμε τους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς σε τρία διαφορετικά χωράφια στη Χαλκιδική —ένα συμβατικής καλλιέργειας στα Νέα Μουδανιά, ένα βιολογικής καλλιέργειας στη Νέα Καλλικράτεια και ένα εγκαταλελειμμένο ως μάρτυρας στον Παρθενώνα Μαρμαρά— προκειμένου να καταγραφεί η πληθυσμιακή δυναμική του δάκου σε διαφορετικά περιβάλλοντα καλλιέργειας. Παράλληλα, μέσω ερωτηματολογίων σε τοπικούς παραγωγούς συλλέχθηκαν πληροφορίες για παράγοντες που επηρεάζουν τόσο το κόστος όσο και την αποτελεσματικότητα της καταπολέμησης, όπως τα εργατικά, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα καύσιμα, η εκτιμώμενη αποτελεσματικότητα των πρακτικών, το μέγεθος των εκμεταλλεύσεων, τα έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, η χρήση του τελικού προϊόντος, η μέση ετήσια στρεμματική απόδοση, οι σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί, η τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος, καθώς και ο χρόνος ενασχόλησης για την αντιμετώπιση του δάκου. Επιπλέον, διερευνήθηκε το ενδιαφέρον των παραγωγών για την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, με στόχο τη μείωση τόσο του χρόνου όσο και του

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

κόστους καταπολέμησης. Η συγκέντρωση και ανάλυση αυτών των δεδομένων παρέχει τη βάση για την ορθολογική και στοχευμένη βελτίωση των πρακτικών αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς.

2 Κεφάλαιο 2^ο : Πειραματική διαδικασία

2.1 Περιοχή Μελέτης

Για το πειραματικό σκέλος της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν τρεις ελαιώνες στον νομό Χαλκιδικής, οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς τα καλλιεργητικά τους χαρακτηριστικά και κυρίως ως προς τις πρακτικές φυτοπροστασίας. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν: (α) ένας ελαιώνας βιολογικής γεωργίας, (β) ένας ελαιώνας συμβατικής γεωργίας και (γ) ένας εγκαταλελειμμένος ελαιώνας, ο οποίος βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο σε σχέση με τους άλλους δύο. Και στους τρεις ελαιώνες η καλλιεργούμενη ποικιλία ήταν η Χονδροελιά Χαλκιδικής, γεγονός που διασφαλίζει τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων ως προς τον φυτικό γενετικό παράγοντα. Η καρποφορία ήταν ικανοποιητική και στους 3 ελαιώνες, γεγονός που συνέβαλε θετικά στην αξιοπιστία των μετρήσεων.

Ο πρώτος ελαιώνας είναι ξερικός και χωροθετείται στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας και περιλαμβάνει ελαιόδεντρα ηλικίας περίπου 25 ετών. Η γεωγραφική του θέση προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες 40°19'28.91" Β και 23°03'12.31" Α (Εικόνα 2.1). Ο ελαιώνας καταλαμβάνει συνολική έκταση 3,5 στρεμμάτων και ακολουθεί σύστημα φύτευσης με αποστάσεις 6 μέτρα μεταξύ των δέντρων επί της γραμμής και 6 μέτρα μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Η διάταξη της καλλιέργειας αποτελείται από τρεις σειρές ελαιόδεντρων. Ο συγκεκριμένος ελαιώνας καλλιεργείται σύμφωνα με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας και προορίζεται για την παραγωγή ελαιόλαδου. Η Νέα Καλλικράτεια, παράκτια περιοχή της Χαλκιδικής με υψόμετρο περίπου 15–20 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, χαρακτηρίζεται από τυπικό Μεσογειακό κλίμα, με ήπιους χειμώνες και θερμά, ξηρά καλοκαίρια. Η εγγύτητα στη θάλασσα συμβάλλει στη θερμοκρασιακή εξομάλυνση και στη διατήρηση σχετικά αυξημένων επιπέδων ατμοσφαιρικής υγρασίας. Κατά την άνοιξη, οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 15 και 22 °C, με τη σχετική υγρασία σε μέτρια επίπεδα (περίπου 65–75 %) και μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της τάξης των 35–45 mm. Το καλοκαίρι, οι θερμοκρασίες συχνά φθάνουν ή υπερβαίνουν τους 30 °C, η σχετική υγρασία μειώνεται ελαφρώς (περίπου 55–65 %) και τα ύψη βροχής περιορίζονται σημαντικά, συνήθως κάτω από 20–25 mm/μήνα, γεγονός που αντανακλά το ξηρό θερινό πρότυπο

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

του μεσογειακού κλίματος. Το φθινόπωρο χαρακτηρίζεται από σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας (18–25 °C), αύξηση της σχετικής υγρασίας (έως και ~75–80 %) και σαφή ενίσχυση των βροχοπτώσεων, με μέσες μηνιαίες τιμές που συχνά υπερβαίνουν τα 50–70 mm, καθιστώντας την περίοδο αυτή την υγρότερη του έτους. Το χαμηλό υψόμετρο της περιοχής λειτουργεί σταθεροποιητικά ως προς τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και συμβάλλει στον ήπιο χαρακτήρα του τοπικού κλίματος (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2026).



Εικόνα 2.1 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας

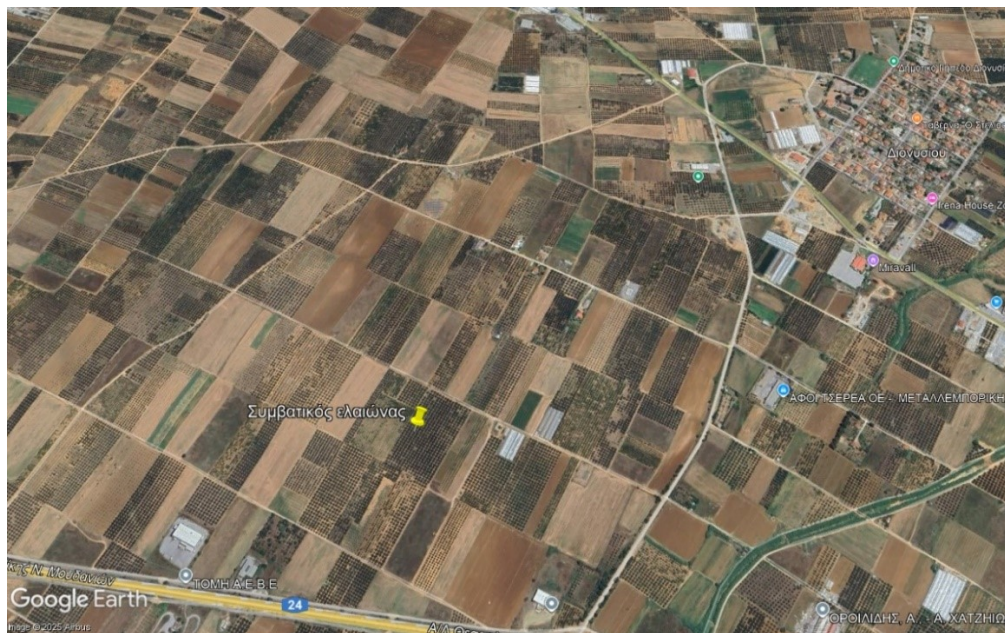
(Πηγή υποβάθρου : Google Earth)

Ο δεύτερος ελαιώνας είναι ποτιστικός και εντοπίζεται στην περιοχή Παραλία Διονυσίου (Νέα Μουδανιά), στις γεωγραφικές συντεταγμένες 40°15'59.37" Β και 23°15'22.04" Α (Εικόνα 2.2). Η συνολική έκταση του αγροτεμαχίου ανέρχεται σε περίπου 10 στρέμματα, με δέντρα ηλικίας 20 ετών και περιλαμβάνει επτά σειρές ελαιόδεντρων, με 30 δέντρα ανά σειρά. Το σύστημα φύτευσης είναι 6 × 6 m, δηλαδή απόσταση 6 μέτρα μεταξύ των δέντρων επί της γραμμής και 6 μέτρα μεταξύ

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

των γραμμών φύτευσης. Η διαχείριση του ελαιώνα ακολουθεί τις αρχές της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας και ολοκληρωμένης διαχείρισης, όπως προβλέπεται από τον Νόμο 4036/2012 που ενσωματώνει την Οδηγία 2009/128/EK για τη βιώσιμη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Ελληνική Δημοκρατία, 2012). Η περιοχή της Παραλίας Διονυσίου (Νέα Μουδανιά) χαρακτηρίζεται από τυπικό παράκτιο μεσογειακό κλίμα και πολύ χαμηλό υψόμετρο, περίπου 3 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Η γειτνίαση με τον Θερμαϊκό κόλπο συμβάλλει στη διαμόρφωση ήπιων θερμοκρασιακών συνθηκών και σχετικά αυξημένης ατμοσφαιρικής υγρασίας. Κατά την άνοιξη, οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται περίπου μεταξύ 10 και 19 °C, με τη σχετική υγρασία να διατηρείται σε μέτρια επίπεδα (περίπου 69–71 %), ενώ το μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι μέτριο και κυμαίνεται γύρω στα 35–45 mm/μήνα. Το καλοκαίρι, η μέση θερμοκρασία ανέρχεται στους 23–26 °C, η υγρασία μειώνεται ελαφρώς (περίπου 63–65 %) και τα ύψη βροχής περιορίζονται σημαντικά (<25 mm/μήνα), στοιχείο που συνάδει με το ξηρό θερινό πρότυπο του μεσογειακού κλίματος. Αντίθετα, το φθινόπωρο χαρακτηρίζεται από σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας (περίπου 22–13 °C), αύξηση της σχετικής υγρασίας (έως και ~76 %) και σαφή ενίσχυση των βροχοπτώσεων, με μέσες μηνιαίες τιμές που συχνά υπερβαίνουν τα 50–70 mm, καθιστώντας την περίοδο αυτή την υγρότερη του έτους. Το χαμηλό υψόμετρο της περιοχής λειτουργεί σταθεροποιητικά ως προς τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και ενισχύει τον ήπιο χαρακτήρα του τοπικού κλίματος (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2026).

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

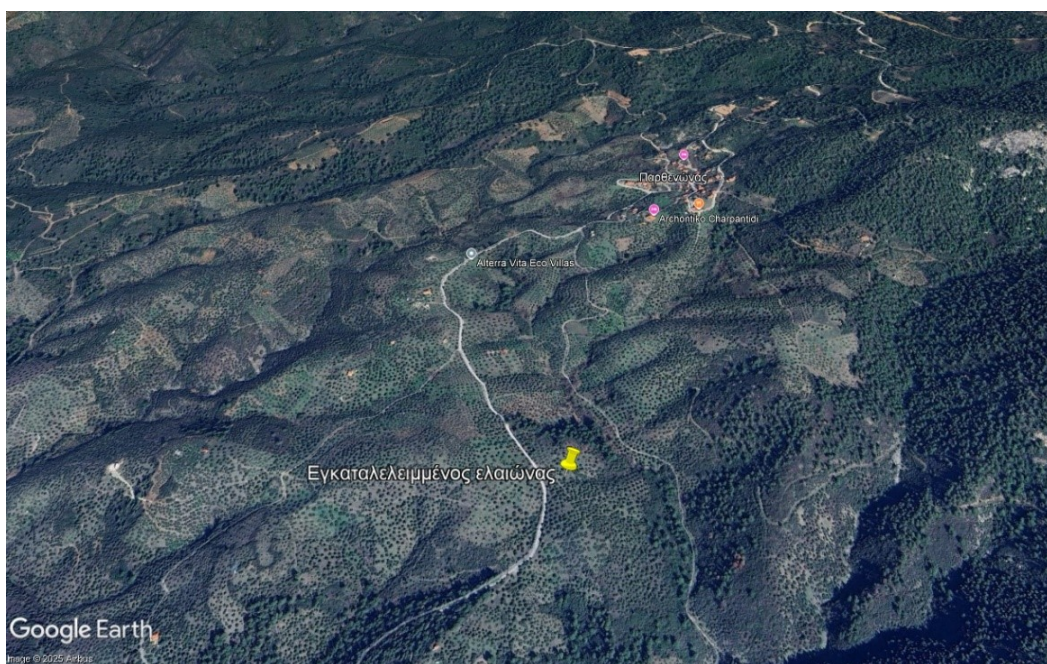


**Εικόνα 2.2 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή Παραλία Διονυσίου
(Πηγή υποβάθρου : Google Earth)**

Ο τρίτος ελαιώνας που εντάχθηκε στην παρούσα μελέτη είναι ξερικός και χωροθετείται στην περιοχή του Παρθενώνα, στον Νέο Μαρμαρά Χαλκιδικής, στις γεωγραφικές συντεταγμένες $40^{\circ}06'37.32''$ Β και $23^{\circ}48'30.34''$ Α (Εικόνα 2.3). Το αγροτεμάχιο καταλαμβάνει έκταση 6 στρεμμάτων και περιλαμβάνει ελαιόδεντρα ηλικίας από 15 έως 55 ετών. Το σύστημα φύτευσης είναι 7×7 m, δηλαδή απόσταση 7 μέτρα μεταξύ των δέντρων επί της γραμμής και 7 μέτρα μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Ο ελαιώνας αποτελείται από επτά σειρές δέντρων, με περίπου 15 δέντρα ανά σειρά. Τα τελευταία δέκα έτη το αγροτεμάχιο δεν δέχεται καμία καλλιεργητική φροντίδα, καθώς βρίσκεται σε δύσβατη περιοχή με έντονη κλίση του εδάφους, γεγονός που έχει οδηγήσει ουσιαστικά στον χαρακτηρισμό του ως εγκαταλελειμμένου ελαιώνα. Η περιοχή του Παρθενώνα στον Νέο Μαρμαρά Χαλκιδικής χαρακτηρίζεται από Μεσογειακό κλίμα με έντονη την επίδραση του αναγλύφου, καθώς βρίσκεται σε σημαντικά μεγαλύτερο υψόμετρο σε σύγκριση με τις παράκτιες περιοχές της μελέτης, περίπου 300–350 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Το αυξημένο υψόμετρο συμβάλλει στη διαμόρφωση ηπιότερων θερινών θερμοκρασιών και ελαφρώς χαμηλότερων μέσων τιμών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κατά την άνοιξη, οι μέσες

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

θερμοκρασίες κυμαίνονται περίπου μεταξύ 12 και 20 °C, με τη σχετική υγρασία σε μέτρια επίπεδα (65–70 %) και μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της τάξης των 40–55 mm. Το καλοκαίρι, οι θερμοκρασίες διαμορφώνονται συνήθως μεταξύ 22 και 28 °C, με τη σχετική υγρασία να παραμένει σε μέτρια επίπεδα (55–65 %), ενώ τα ύψη βροχής περιορίζονται αισθητά (<25–30 mm/μήνα), στοιχείο που συνάδει με το ξηρό θερινό πρότυπο του μεσογειακού κλίματος. Αντίθετα, το φθινόπωρο χαρακτηρίζεται από σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας (20–12 °C), αύξηση της σχετικής υγρασίας (έως και ~75 %) και ενίσχυση των βροχοπτώσεων, με μέσες μηνιαίες τιμές που συχνά υπερβαίνουν τα 60–80 mm, καθιστώντας την περίοδο αυτή τη σημαντικότερη ως προς τον υετό. Το μεγαλύτερο υψόμετρο της περιοχής εντείνει τις ορογραφικές βροχοπτώσεις και διαφοροποιεί το μικροκλίμα του ελαιώνα σε σχέση με τους υπόλοιπους δύο, γεγονός με ιδιαίτερη σημασία για την ερμηνεία των πειραματικών αποτελεσμάτων (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2026).



Εικόνα 2.3 Πειραματικός ελαιώνας στην περιοχή του Παρθενώνα στον Νέο Μαρμαρά
(Πηγή υποβάθρου : Google Earth)

2.2 Παρακολούθηση Πληθυσμών

2.2.1 Τύπος παγίδας

Για την παρακολούθηση της δυναμικής των πληθυσμών του δάκου της ελιάς χρησιμοποιήθηκαν κίτρινες παγίδες υγρού τύπου τύπου McPhail (Εικόνα 2.4). Οι παγίδες αυτές αποτελούνται από δύο βασικά τμήματα: το άνω διαφανές μέρος (θόλος ή «καμπάνα») και τη βάση, η οποία είναι κίτρινου χρώματος και λειτουργεί ως οπτικό ελκυστικό. Στη βάση διαμορφώνεται κωνική οπή εισόδου για τα έντομα, καθώς και ειδικός χώρος για την τοποθέτηση του υγρού μέσου παγίδευσης. Ο θόλος της παγίδας δύναται να φέρει πρόσθετο περιέκτη πράσινου χρώματος για την τοποθέτηση φερομονών ή άλλων χημικών ελκυστικών. Στην παρούσα μελέτη ο περιέκτης αυτός δεν χρησιμοποιήθηκε, δεδομένου ότι ως ελκυστικό μέσο εφαρμόστηκε αποκλειστικά υδατικό διάλυμα θειικής αμμωνίας.



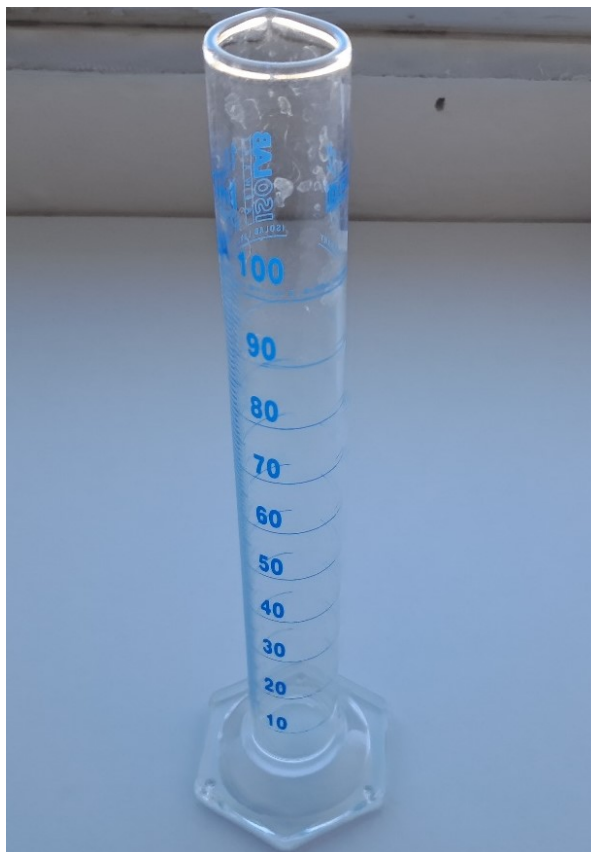
Εικόνα 2.4 Παγίδα McPhail· διακρίνονται το άνω διαφανές τμήμα («καμπάνα»), η κίτρινη βάση με την κωνική οπή εισόδου και ο περιέκτης ελκυστικού. (φωτογραφία του συγγραφέα)

2.2.2 Ελκυστικό που χρησιμοποιήθηκε

Ως ελκυστικό μέσο στις παγίδες τύπου McPhail χρησιμοποιήθηκε υδατικό διάλυμα νιτρικής αμμωνίας 21-0-0 συγκέντρωσης 2% (w/v), δηλαδή 20 γραμμάρια νιτρικής αμμωνίας σε 1 λίτρο νερό, σύμφωνα με τις διεθνώς εφαρμοζόμενες πρακτικές χρήσης αμμωνιακών ενώσεων για την παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς (Haniotakis, 2005). Σε κάθε παγίδα τοποθετούνταν 200 ml από το διάλυμα, το οποίο ανανεώνονταν σε εβδομαδιαία βάση. Για τη ζύγιση του λιπάσματος νιτρικής αμμωνίας χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά KERN με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων (Εικόνα 2.5), ενώ για τη μέτρηση των 200 ml διαλύματος που τοποθετούνταν σε κάθε παγίδα χρησιμοποιήθηκε γυάλινος ογκομετρικός κύλινδρος με ακρίβεια 100 ml (εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.5 Ηλεκτρονικός ζυγός με ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων
(φωτογραφία του συγγραφέα)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Εικόνα 2.6 Ογκομετρικός κύλινδρος με ακρίβεια 100 ml
(φωτογραφία του συγγραφέα)

2.2.3 Εγκατάσταση και παρακολούθηση παγίδων

Σε κάθε έναν από τους τρεις επιλεγμένους ελαιώνες (Νέα Καλλικράτεια, Παραλία Διονυσίου, Παρθενώνας) τοποθετήθηκαν πέντε (5) παγίδες τύπου McPhail. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν ομοιόμορφα στον κάθε ελαιώνα για την καλύτερη κάλυψη του μικροπεριβάλλοντος. Η τοποθέτηση των παγίδων ξεκίνησε στις 15 Ιουνίου 2025. Σε εκείνο το χρονικό σημείο οι καρποί βρισκόταν στο 20% του τελικού μεγέθους (BBCH 72) σύμφωνα με την κλίμακα BBCH και στους 3 ελαιώνες.

Η παρακολούθηση των παγίδων στους 3 ελαιώνες διήρκεσε από τις 15/6/2025 έως τις 19/10/2025. Οι παγίδες ελέγχονταν σε εβδομαδιαία βάση, και τα συλλεγόμενα έντομα

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

συγκεντρώνονταν σε αριθμημένους ουροσυλλέκτες, διακριτούς για κάθε παγίδα (εικόνα 2.7). Για τον διαχωρισμό των εντόμων από το υγρό μέσο χρησιμοποιούνταν σουρωτήρι, ενώ οι παγίδες καθαρίζονταν σχολαστικά με νερό πριν την εκ νέου προσθήκη των 200 mL διαλύματος. Μετά τη συλλογή, τα έντομα μεταφέρονταν στο εργαστήριο του Τμήματος Μελετών Αγρού της εταιρείας SGS, όπου πραγματοποιούνταν η καταμέτρηση και ο διαχωρισμός των ενήλικων ατόμων σε αρσενικά και θηλυκά, με χρήση του στερεοσκοπίου Motic ST-36 (εικόνα 2.8). Τα δεδομένα καταγράφονταν συστηματικά σε υπολογιστικό φύλλο Microsoft Excel, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της πληθυσμιακής δυναμικής του εντόμου ανά περιοχή και χρονική περίοδο.



Εικόνα 2.7 Ουροσυλλέκτης για τη συλλογή των ενήλικων ατόμων του δάκου
(φωτογραφία του συγγραφέα)



Εικόνα 2.8 Στερεοσκόπιο Motic ST-36
(φωτογραφία του συγγραφέα)

2.2.4 Δειγματοληψία καρπών

Η δειγματοληψία των καρπών πραγματοποιήθηκε από τις αρχές του φθινοπώρου, όταν η προσβολή από τον δάκο της ελιάς άρχισε να καθίσταται αρκετά εμφανής στους αγρούς. Στον “συμβατικό ελαιώνα” της περιοχής Παραλία Διονυσίου, στον “βιολογικό ελαιώνα” της περιοχής Νέας Καλλικράτειας και στον “εγκαταλελειμμένο ελαιώνα” της περιοχής Παρθενώνα πραγματοποιήθηκαν συνολικά τέσσερις (4) διαδοχικές μετρήσεις. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα κατά το χρονικό διάστημα από 7/9/2025 έως 19/10/2025, με μεσοδιάστημα δεκατεσσάρων (14) ημερών μεταξύ των διαδοχικών καταγραφών για όλους τους ελαιώνες της μελέτης. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων καταγράφονταν τόσο οι προσβεβλημένοι καρποί επί των δέντρων, όσο και οι πεσμένοι καρποί στην επιφάνεια του εδάφους γύρω από την κόμη των σημαδεμένων

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

δέντρων. Οι μετρήσεις διενεργούνταν σε δέκα (10) επιλεγμένα δέντρα ανά ελαιώνα, τα οποία είχαν προηγουμένως σημειωθεί με κορδέλα σήμανσης για τη διασφάλιση της σταθερότητας του δείγματος. Σε κάθε ελαιώνα, τα δέντρα που επιλέχθηκαν για τις μετρήσεις ήταν ομοιόμορφα κατανομημένα εντός του αγρού και διατηρούσαν απόσταση μεγαλύτερη των δέκα (10) μέτρων μεταξύ τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματική δειγματοληπτική ποικιλότητα και η αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων.

Η δειγματοληψία και αξιολόγηση της προσβολής των καρπών από το *B. oleae* πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο EPPO PM 3/092, το οποίο καθορίζει την τυχαία συλλογή καρπών από επιλεγμένα δέντρα για τον υπολογισμό του ποσοστού προσβολής (%) και τη διενέργεια καταμετρήσεων τόσο επιφανειακών συμπτωμάτων όσο και εσωτερικών τομών για ανίχνευση ζωντανών προνυμφών (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2012). Συγκεκριμένα, σε κάθε δέντρο εξετάζονταν δέκα (10) τυχαία επιλεγμένοι καρποί, καταγράφοντας τον αριθμό των προσβεβλημένων, με αποτέλεσμα να αξιολογούνται συνολικά 100 καρποί ανά επίσκεψη σε κάθε ελαιώνα. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του ποσοστού προσβολής (%). Στους καρπούς που έφεραν εμφανή συμπτώματα προσβολής πραγματοποιούνταν τομές με τη χρήση μικρού μαχαιριού, με σκοπό τη διερεύνηση της παρουσίας ζωντανών προνυμφών στη σάρκα.

Παράλληλα, οι πεσμένοι καρποί που εντοπίζονταν στην περιοχή της κόμης των δέντρων συλλέγονταν και καταμετρούνταν, ενώ στη συνέχεια ταξινομούνταν σε προσβεβλημένους και μη προσβεβλημένους. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, όλοι οι εξεταζόμενοι καρποί απομακρύνονταν από τον αγρό, ώστε να αποφεύγεται η επανακαταγραφή τους και η δημιουργία σύγχυσης στα αποτελέσματα των επόμενων δειγματοληψιών. Στην Εικόνα 2.9 παρουσιάζονται οι πεσμένοι καρποί κάτω από την κόμη ενός εκ των επιλεγμένων δέντρων στον “εγκαταλελειμμένο” ελαιώνα της περιοχής του Παρθενώνα, κατά τη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 5/10/2025. Παρατηρείται το μέγεθος της προσβολής από τον μεγάλο αριθμό των πεσμένων καρπών.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Εικόνα 2.9 Πεσμένοι καρποί κάτω από την κόμη ενός επιλεγμένου δέντρου στον “εγκαταλελειμμένο” ελαιώνα του Παρθενώνα, κατά τη δειγματοληψία της 5/10/2025. (φωτογραφία του συγγραφέα)

2.2.5 Ερωτηματολόγιο

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης δημιουργήθηκε και διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο (Εικόνα 2.10) σε ελαιοπαραγωγούς της περιοχής της Χαλκιδικής, με στόχο τη συλλογή στοιχείων που αφορούν τη διαχείριση και την οικονομική διάσταση της αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει αρχικά βασικά βιογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, όπως ονοματεπώνυμο, στοιχεία επικοινωνίας, περιοχή και ηλικία, καθώς και πληροφορίες σχετικά με τη γεωργική τους δραστηριότητα, όπως τα έτη εμπειρίας στην καλλιέργεια της ελιάς, την καλλιεργούμενη έκταση, τις ποικιλίες και τον προσανατολισμό της παραγωγής (ελαιόλαδο ή επιτραπέζιες ελιές).

Επιπλέον, καταγράφεται η μέση ετήσια στρεμματική απόδοση, ενώ διερευνώνται οι σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί της ελιάς στην περιοχή, με ιδιαίτερη έμφαση στον δάκο. Στο πλαίσιο αυτό, συλλέγονται δεδομένα σχετικά με το ποσοστό επιτυχίας των εφαρμοζόμενων

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

πρακτικών καταπολέμησης του δάκου, καθώς και το ετήσιο κόστος που σχετίζεται αποκλειστικά με τις επεμβάσεις αντιμετώπισής του, συμπεριλαμβανομένων των εργατικών, των καυσίμων και των φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Παράλληλα, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήματα που αφορούν την τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος, καθώς και τον χρόνο που αφιερώνεται ετησίως στο χωράφι για τις ανάγκες της καταπολέμησης του δάκου. Τέλος, διερευνάται η στάση και η προδιάθεση των παραγωγών απέναντι στην υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης του δάκου και τη μείωση του σχετικού κόστους παραγωγής. Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης αξιοποιούνται αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς και τη στήριξη των επιστημονικών συμπερασμάτων της εργασίας.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Ονοματεπώνυμο: _____
- Τηλέφωνο ή e-mail: _____
- Περιοχή: _____
- Ηλικία: _____

ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Πόσα χρόνια ασχολείστε με την καλλιέργεια της ελιάς; _____
2. Πόσα στρέμματα με ελιές καλλιεργείτε; _____
3. Τι ποικιλίες καλλιεργείτε; _____
4. Καλλιεργείτε ελιές για παραγωγή λαδιού ή για επιτραπέζια χρήση; _____
5. Ποια είναι η μέση ετήσια στρεμματική απόδοση σε κιλά /στρέμμα; _____
6. Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί της ελιάς στην περιοχή σας; _____
7. Ποιο είναι το ετήσιο κόστος για εργατικά που σχετίζονται με την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς; _____
8. Ποιο είναι το ετήσιο κόστος για καύσιμα που απαιτούνται για τις επεμβάσεις κατά του δάκου της ελιάς; _____
9. Ποιο είναι το ετήσιο κόστος για φυτοπροστατευτικά προϊόντα που χρησιμοποιείτε για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς; _____
10. Σε τι ποσοστό καταπολεμάτε το δάκο με τις πρακτικές που χρησιμοποιείτε (0-100%); _____
11. Ποια είναι η τιμή πώλησης σε €/ λίτρο αν πρόκειται για λάδι και €/ κιλό αν πρόκειται για για βρώσιμες ελιές; _____
12. Πόσες ώρες περίπου αφιερώνετε ετησίως στο χωράφι για τις ανάγκες της καταπολέμησης του δάκου της ελιάς; _____
13. Θα ενδιαφερόσασταν να εφαρμόσετε καινοτόμες τεχνολογίες, όπως η γεωργία ακριβείας, για τη βελτίωση της αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς και τη μείωση του σχετικού κόστους; _____

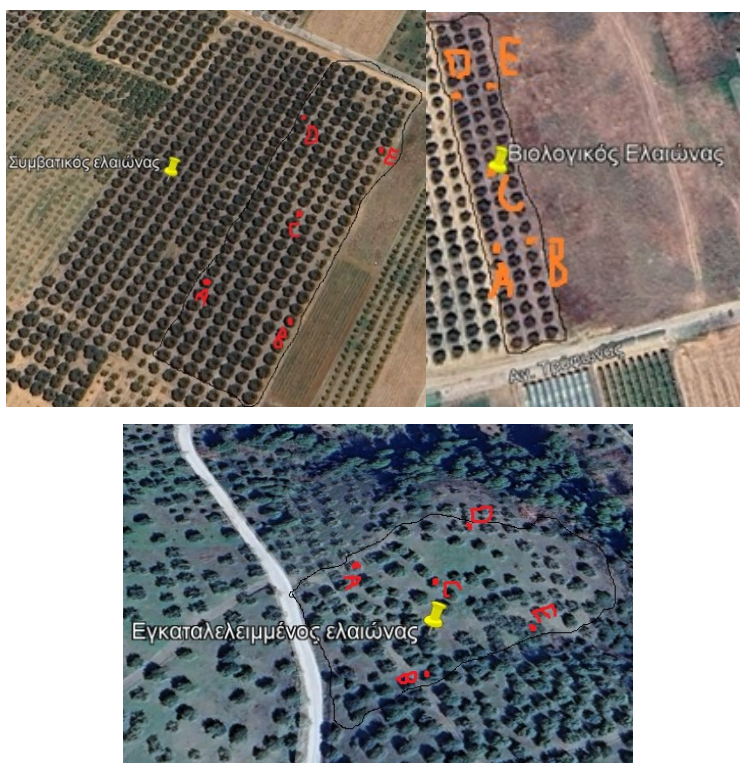
*Σημείωση προς τον/την συμμετέχοντα/ουσα: Το παρόν ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Γεωργία Ακριβείας» του ΕΑΠ (Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο). Η παρούσα εργασία εκπονείται από τον φοιτητή **Νικόλαο Φρύδα** στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής του διατριβής με τίτλο «Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής», και αποσκοπεί στη συλλογή στοιχείων για τον υπολογισμό του ορίου ανεκτήσας πυκνότητας πληθυσμού για το δάκο της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής, καθώς και στη διερεύνηση της αποδοχής των καινοτόμων τεχνολογιών που προσφέρει η γεωργία ακριβείας από τους παραγωγούς. Οι πληροφορίες είναι απολύτως εμπιστευτικές και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Σας ευχαριστούμε θερμά για τη συμμετοχή σας.

Εικόνα 2.10 Ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε σε ελαιοπαραγωγούς της Χαλκιδικής

2.3 Ανάλυση Δεδομένων

2.3.1 Παγίδες

Στους τρεις ελαιώνες που μελετήθηκαν στήθηκε από ένα δίκτυο 5 παγίδων (Εικόνα 2.11), σύμφωνα με τη διάταξη 2 μπροστά, 1 στο κέντρο και 2 στο πίσω μέρος του ελαιώνα. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε ύψος περίπου 1,5–2 μέτρα από το έδαφος (εικόνα 2.12), σε σημεία με καλή οπτική και αεροδυναμική πρόσβαση των εντόμων. Στους κλαδίσκους δίπλα από κάθε παγίδα τοποθετήθηκε κορδέλα σήμανσης με σκοπό τον ευκολότερο εντοπισμό τους κατά τη διάρκεια της μελέτης. Επιπλέον, κάθε παγίδα τοποθετήθηκε στην νότια πλευρά των δέντρων, ώστε να είναι προστατευμένη από έντονη ηλιακή ακτινοβολία και ανέμους, διασφαλίζοντας παράλληλα την καλύτερη δυνατή συλλογή εντόμων.



Εικόνα 2.11 Δίκτυο παγίδων στους τρεις ελαιώνες (Πηγή : Google Earth)

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Εικόνα 2.12 Παγίδα τοποθετημένη σε δέντρο ελιάς στην περιοχή του Παρθενώνα (φωτογραφία του συγγραφέα)

2.3.2 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις εβδομαδιαίες συλλήψεις ενηλίκων ατόμων του δάκου της ελιάς καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονικό φύλλο εργασίας (Microsoft Excel) και οργανώθηκαν ανά ημερομηνία δειγματοληψίας και φύλο (αρσενικά και θηλυκά). Για κάθε ημερομηνία υπολογίστηκαν οι συνολικές συλλήψεις ανά φύλο και ανά παγίδα, ενώ παράλληλα προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές συλλήψεων από το σύνολο των παγίδων, με στόχο την εξαγωγή αντιπροσωπευτικής εικόνας της πληθυσμιακής διακύμανσης κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Ακολούθως, τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε περιγραφική στατιστική ανάλυση, με υπολογισμό βασικών στατιστικών δεικτών, όπως ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα του μέσου. Η χρονική εξέλιξη των συλλήψεων αποτυπώθηκε γραφικά μέσω γραμμικών

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

διαγραμμάτων, προκειμένου να αποδοθούν με σαφήνεια οι μεταβολές της πληθυσμιακής δυναμικής κατά τη διάρκεια της περιόδου παρακολούθησης.

Σε επίπεδο συγκριτικής ανάλυσης, αξιολογήθηκαν οι μέσοι όροι από τις συνολικές συλλήψεις ενηλίκων ατόμων του δάκου της ελιάς, καθώς και οι μέσοι όροι των πληθυσμών αρσενικών και θηλυκών εντόμων ξεχωριστά, στους τρεις ελαιώνες και παρουσιάστηκαν με ομαδοποιημένα διαγράμματα στηλών. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA) για την εκτίμηση τυχόν στατιστικώς σημαντικών διαφορών στο σύνολο των συλλήψεων δάκου μεταξύ των τριών τύπων ελαιώνα (εγκαταλελειμμένος, συμβατικός και βιολογικός). Σε περιπτώσεις όπου η ANOVA ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, πραγματοποιήθηκαν μεταγενέστερες πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ των μέσων όρων με τη δοκιμή Tukey HSD, προκειμένου να εντοπιστούν τα ζεύγη ελαιώνων που διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = 0,05$. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εξειδικευμένο λογισμικό ARM (Agricultural Research Manager), ένα ολοκληρωμένο πακέτο στατιστικής ανάλυσης ειδικά σχεδιασμένο για την επεξεργασία δεδομένων αγρονομικών και βιολογικών πειραμάτων. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε τόσο για το συνολικό αριθμό των συλληφθέντων εντόμων όσο και ξεχωριστά για κάθε φύλο, με τη στατιστική σημαντικότητα των διαφορών να αξιολογείται σε προκαθορισμένο επίπεδο σημαντικότητας ($p < 0,05$).

2.3.3 Δειγματοληψία καρπών

Στο περιβάλλον του Microsoft Excel καταχωρήθηκαν και οργανώθηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις δειγματοληψίες καρπών ανά ημερομηνία και ανά ελαιώνα για το χρονικό διάστημα 7/9/2025 – 19/10/2025. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν: το ποσοστό των προσβεβλημένων καρπών σε δείγμα 10 καρπών ανά δέντρο σε 10 δέντρα ανά ελαιώνα, τον αριθμό των ζωντανών προνυμφών που εντοπίστηκαν στους καρπούς, τον αριθμό των πεσμένων καρπών, καθώς και τον αριθμό των προσβεβλημένων πεσμένων καρπών.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν δύο γραφήματα διασποράς: το πρώτο απεικονίζει το ποσοστό προσβεβλημένων καρπών για τους τρεις ελαιώνες κατά την περίοδο δειγματοληψιών, ενώ το δεύτερο παρουσιάζει τον αριθμό των προσβεβλημένων καρπών για την ίδια χρονική περίοδο. Επιπλέον, κατασκευάστηκαν δύο συγκεντρωτικά γραφήματα: το πρώτο δείχνει τη συγκριτική κατανομή των προσβεβλημένων καρπών και των ζωντανών προνυμφών σε κάθε ελαιώνα, και το δεύτερο παρουσιάζει τη συγκριτική κατανομή των πεσμένων και των προσβεβλημένων πεσμένων καρπών στους τρεις ελαιώνες κατά τη διάρκεια των καταμετρήσεων. Για τη στατιστική ανάλυση των διαφορών μεταξύ των ελαιώνων εφαρμόστηκε ANOVA, ενώ οι ζεύξεις μεταξύ των μέσων τιμών διερευνήθηκαν με τη δοκιμή Tukey για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε κι εδώ το εξειδικευμένο λογισμικό ARM (Agricultural Research Manager).

2.3.4 Ερωτηματολόγια

Στο πλαίσιο της έρευνας, τα ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν σε 20 παραγωγούς της περιοχής της Χαλκιδικής, εκ των οποίων απάντησαν οι 17. Για την οργάνωση των δεδομένων και τη δημιουργία των διαγραμμάτων και των πινάκων χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον Microsoft Excel. Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, πραγματοποιήθηκε ανάλυση με τη χρήση γραφημάτων και πινάκων για τη συγκριτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν τρεις βασικοί πίνακες για την καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων των παραγωγών ελιάς. Ο πρώτος πίνακας περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με την ηλικία των παραγωγών, τα έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια, τις καλλιεργούμενες ποικιλίες και την περιοχή των ελαιώνων. Ο δεύτερος πίνακας καταγράφει τη χρήση της παραγωγής (λάδι ή βρώσιμες ελιές), τα στρέμματα καλλιέργειας, τη μέση στρεμματική απόδοση και την τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος, σε ευρώ ανά λίτρο για το λάδι και σε ευρώ ανά κιλό για τις βρώσιμες ελιές. Ο τρίτος πίνακας αφορά τα κόστη που συνδέονται με την καταπολέμηση του δάκου, όπως τα καύσιμα, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα εργατικά.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Επιπλέον, δημιουργήθηκαν γραφήματα που αποτυπώνουν βασικές παραμέτρους της καταπολέμησης του δάκου της ελιάς από τους παραγωγούς. Ένα γράφημα παρουσιάζει το συνολικό ετήσιο κόστος καταπολέμησης ανά παραγωγό σε σύγκριση με τον μέσο όρο, επιτρέποντας την άμεση σύγκριση των δαπανών μεταξύ των παραγωγών. Επιπλέον, ένα γράφημα τύπου ράβδων δείχνει την κατανομή του ποσοστού καταπολέμησης σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των παραγωγών, παρέχοντας εικόνα για την αποτελεσματικότητα των υφιστάμενων πρακτικών. Τέλος, ένα ακόμη γράφημα τύπου ράβδων απεικονίζει τον απαιτούμενο χρόνο καταπολέμησης ανά παραγωγό, υπογραμμίζοντας τις διαφορές στην ένταση της εργασίας που απαιτείται για την αντιμετώπιση του εντόμου.

Τέλος, δημιουργήθηκαν δύο γραφήματα τύπου πίτας. Το πρώτο απεικονίζει τους σημαντικότερους εντομολογικούς εχθρούς της ελιάς, όπως καταγράφηκαν από τις απαντήσεις κάθε παραγωγού, παρέχοντας εικόνα για τους πιο κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια. Το δεύτερο γράφημα δείχνει το ενδιαφέρον των παραγωγών στη Χαλκιδική για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, με στόχο τη βελτίωση της αντιμετώπισης του δάκου και τη μείωση του κόστους καταπολέμησης, υπογραμμίζοντας τη διάθεση της πλειονότητας των παραγωγών για υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών.

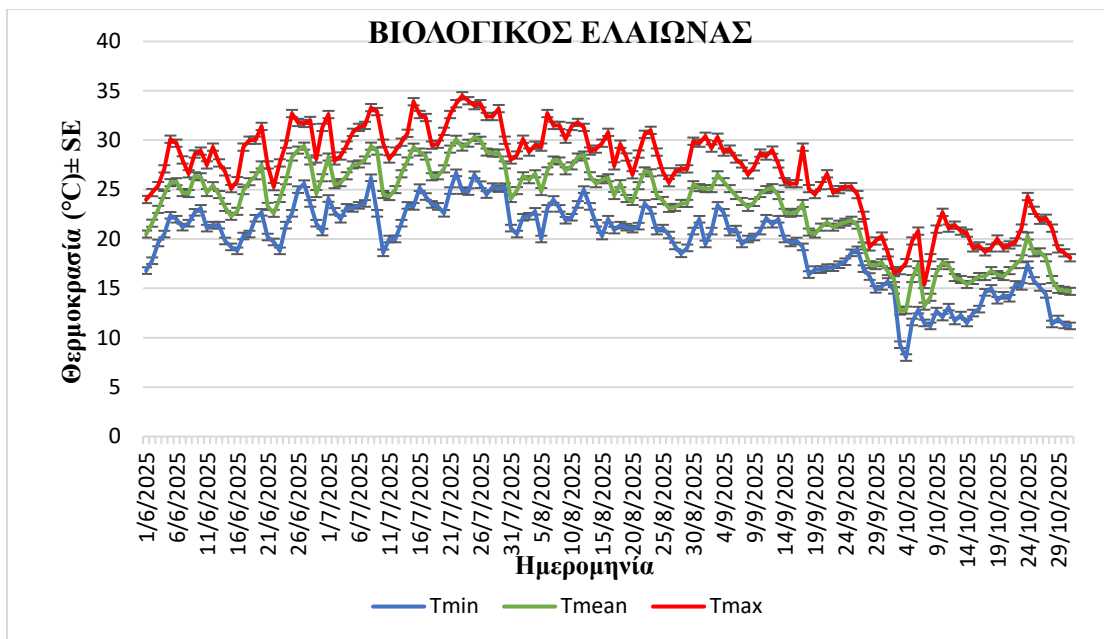
Η παρουσίαση των δεδομένων μέσω γραφημάτων και πινάκων διευκόλυνε τη συγκριτική ανάλυση και επέτρεψε την τεκμηριωμένη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ του κόστους παραγωγής, της αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων μεθόδων διαχείρισης του δάκου της ελιάς, καθώς και του ενδιαφέροντος των παραγωγών για την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της καταπολέμησης του δάκου και στη μείωση του σχετικού κόστους παραγωγής.

3 Κεφάλαιο 3^ο : Αποτελέσματα

3.1 Κλιματικά δεδομένα

Το Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζει τη διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) ημερήσιας θερμοκρασίας στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το διάστημα 1/6/2025–31/10/2025, περίοδο κατά την οποία παρακολουθούνται οι πληθυσμοί του δάκου στον βιολογικό ελαιώνα. Οι θερμοκρασίες εμφανίζουν τυπική εποχική μεταβολή του μεσογειακού κλίματος: κατά τον Ιούνιο η T_{min} κυμαίνεται μεταξύ 16,8°C και 25,6°C, η T_{mean} μεταξύ 20,5°C και 29,4°C και η T_{max} έως 32,7°C, με σταδιακή άνοδο. Τον Ιούλιο, η T_{min} παραμένει υψηλή, συχνά άνω των 23°C, η T_{mean} 24,1–30,3°C και η T_{max} φτάνει έως 34,5°C. Τον Αύγουστο παρατηρείται μικρή πτώση των τιμών, με T_{min} 18,5–25°C, T_{mean} 23,1–28,5°C και T_{max} έως 32,7°C. Τον Σεπτέμβριο, η T_{min} πέφτει έως 14,9°C, η T_{mean} κυμαίνεται 17–26,5°C και η T_{max} κάτω από 30°C, ενώ τον Οκτώβριο η T_{min} καταγράφει χαμηλές τιμές έως 8°C, με T_{mean} 12,7–20,3°C και T_{max} κάτω από 24°C, υποδεικνύοντας σαφή μετάβαση σε φθινοπωρινές συνθήκες.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.1 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (Tmin), μέσης (Tmean) και μέγιστης (Tmax) θερμοκρασίας στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον βιολογικό ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.open-meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.2 παρουσιάζει τη διακύμανση της ημερήσιας σχετικής υγρασίας (RH, %) στη Νέα Καλλικράτεια για την περίοδο 1/6/2025–31/10/2025. Κατά τους θερινούς μήνες, και ιδιαίτερα τον Ιούλιο, η σχετική υγρασία διατηρείται σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα (περίπου 38–60%), με συχνές ημέρες κάτω του 50%, αντανακλώντας τις ξηρές και θερμές συνθήκες του καλοκαιριού. Τον Ιούνιο και τον Αύγουστο οι τιμές κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 50% και 70%, με παροδικές αυξήσεις άνω του 70%. Από τον Σεπτέμβριο παρατηρείται σαφής ανοδική τάση, η οποία εντείνεται προς το τέλος του μήνα και κορυφώνεται τον Οκτώβριο, με τιμές που φθάνουν έως και 85–87%, υποδηλώνοντας τη μετάβαση σε πιο υγρές φθινοπωρινές συνθήκες.

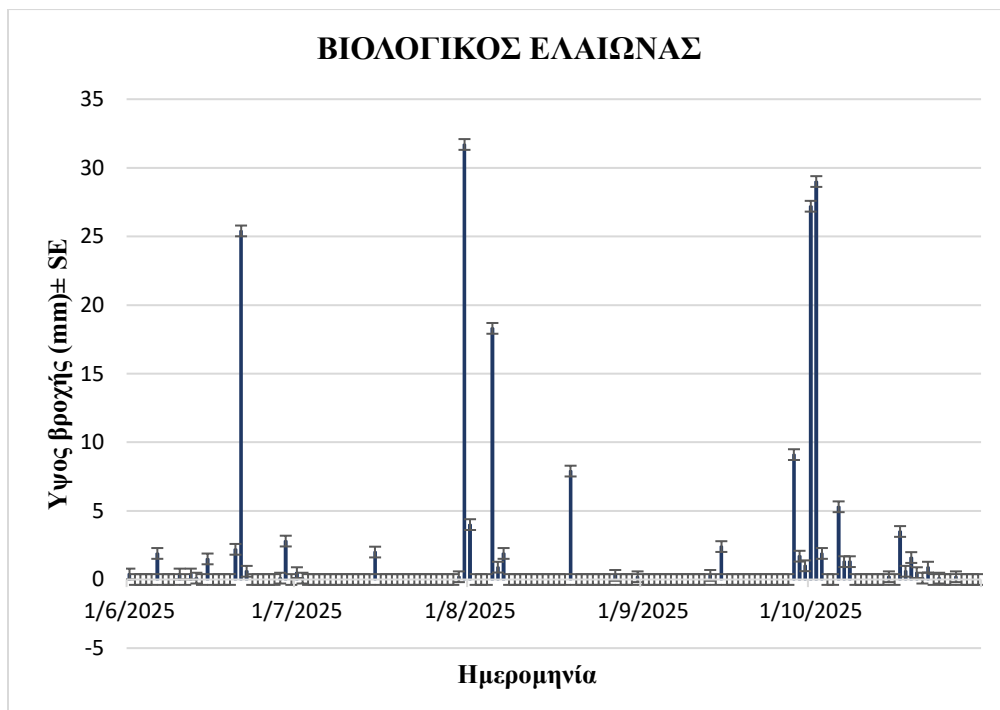
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.2 Ημερήσια διακύμανση της σχετικής υγρασίας (%) στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025
(Πηγή: www.open-meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.3 απεικονίζει την ημερήσια βροχόπτωση στη Νέα Καλλικράτεια για την περίοδο 1/6/2025–31/10/2025, η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη ανομοιομορφία και μεγάλα διαστήματα χωρίς βροχόπτωση. Κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιο–Αύγουστο) επικρατούν κυρίως άβροχες συνθήκες, με σποραδικά επεισόδια αυξημένης βροχόπτωσης, όπως στις 21/6/2025 και 31/7/2025, όπου καταγράφονται οι υψηλότερες ημερήσιες τιμές της περιόδου. Τον Αύγουστο σημειώνονται λίγα μεμονωμένα επεισόδια μέτριας έντασης, ενώ ο Σεπτέμβριος παραμένει κατά βάση ξηρός, με αύξηση της βροχόπτωσης προς τα τέλη του μήνα. Ο Οκτώβριος παρουσιάζει σαφή ενίσχυση της βροχομετρικής δραστηριότητας, κυρίως στις αρχές του μήνα, γεγονός που σηματοδοτεί τη μετάβαση από τις ξηροθερμικές θερινές στις πιο υγρές φθινοπωρινές συνθήκες.

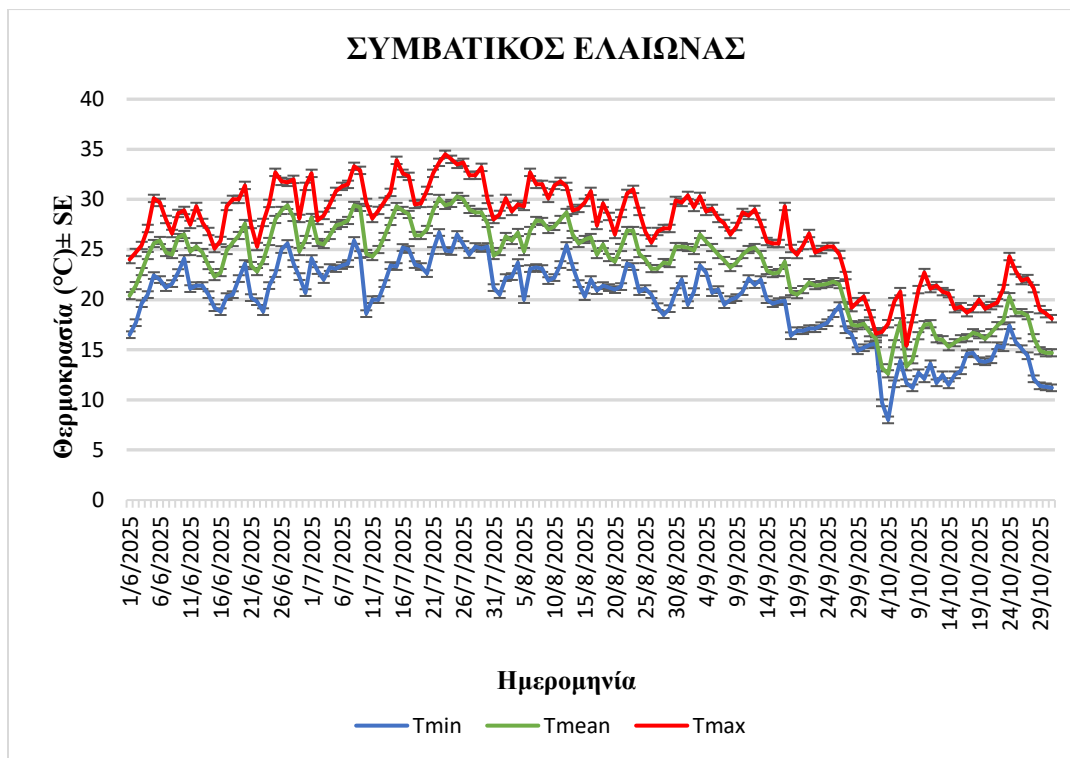
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.3 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.open-meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.4 παρουσιάζει τη διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) ημερήσιας θερμοκρασίας στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το διάστημα 1/6/2025–31/10/2025, περίοδο κατά την οποία παρακολουθούνται οι πληθυσμοί του δάκου στον συμβατικό ελαιώνα. Οι θερμοκρασίες εμφανίζουν τυπική εποχική μεταβολή του μεσογειακού κλίματος: τον Ιούνιο η T_{min} κυμαίνεται μεταξύ 16,5°C και 25,6°C, η T_{mean} μεταξύ 20,4°C και 28,9°C και η T_{max} έως 32,7°C, με σταδιακή άνοδο. Τον Ιούλιο, η T_{min} παραμένει πάνω από 23°C, η T_{mean} 24,3–30,1°C και η T_{max} φτάνει έως 34,5°C. Τον Αύγουστο παρατηρείται μικρή πτώση, με T_{min} 18,5–25,4°C, T_{mean} 23,1–28,7°C και T_{max} έως 32,7°C. Τον Σεπτέμβριο η T_{min} πέφτει έως 14,9°C, η T_{mean} σε 17–26,5°C και η T_{max} κάτω των 30°C, ενώ τον Οκτώβριο η T_{min} φτάνει έως 8°C, η T_{mean} 12,6–20,3°C και η T_{max} σπάνια υπερβαίνει τους 24°C, υποδεικνύοντας σαφή μετάβαση σε φθινοπωρινές συνθήκες.

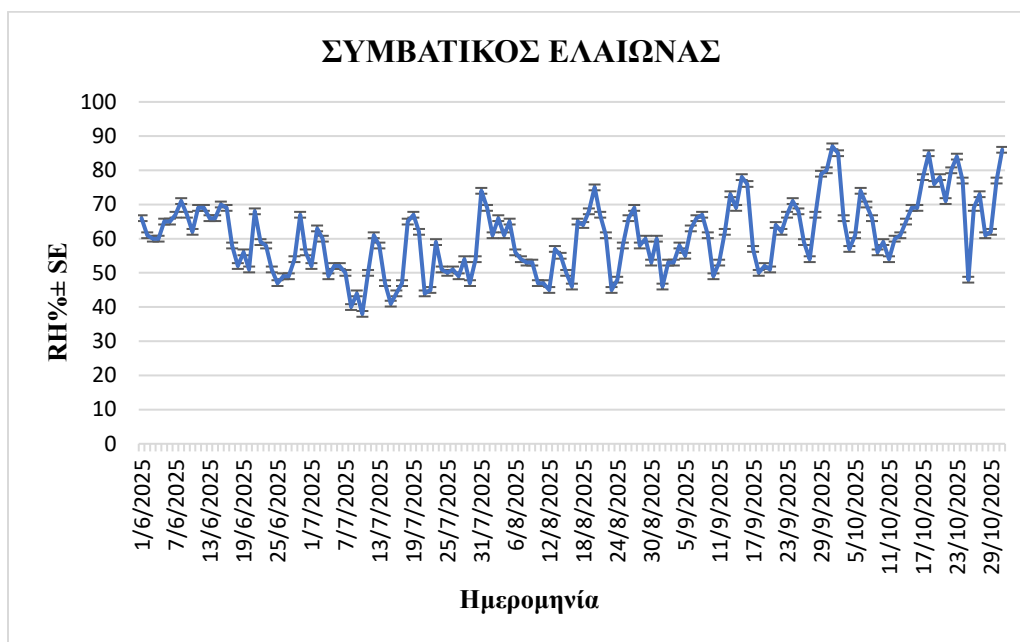
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.4 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (Tmin), μέσης (Tmean) και μέγιστης (Tmax) θερμοκρασίας στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον συμβατικό ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.open-meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.5 απεικονίζει τη διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας (RH%) στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το διάστημα 1/6/2025–31/10/2025. Κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιος–Ιούλιος), η σχετική υγρασία κυμαίνεται σε μέτρια έως χαμηλά επίπεδα (περίπου 40–70%), με τον Ιούλιο να χαρακτηρίζεται από τις χαμηλότερες τιμές, που σε ορισμένες περιπτώσεις υποχωρούν κάτω από 40%, υποδηλώνοντας ξηρές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Τον Αύγουστο παρατηρείται μεγαλύτερη μεταβλητότητα, με τιμές 45–75% και τάση αύξησης προς το τέλος του μήνα. Κατά τον Σεπτέμβριο η σχετική υγρασία εμφανίζει σαφή ανοδική πορεία (έως 80%), ενώ τον Οκτώβριο καταγράφονται οι υψηλότερες τιμές της περιόδου (έως 87%), αντανακλώντας τη μετάβαση σε υγρότερες, φθινοπωρινές συνθήκες.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

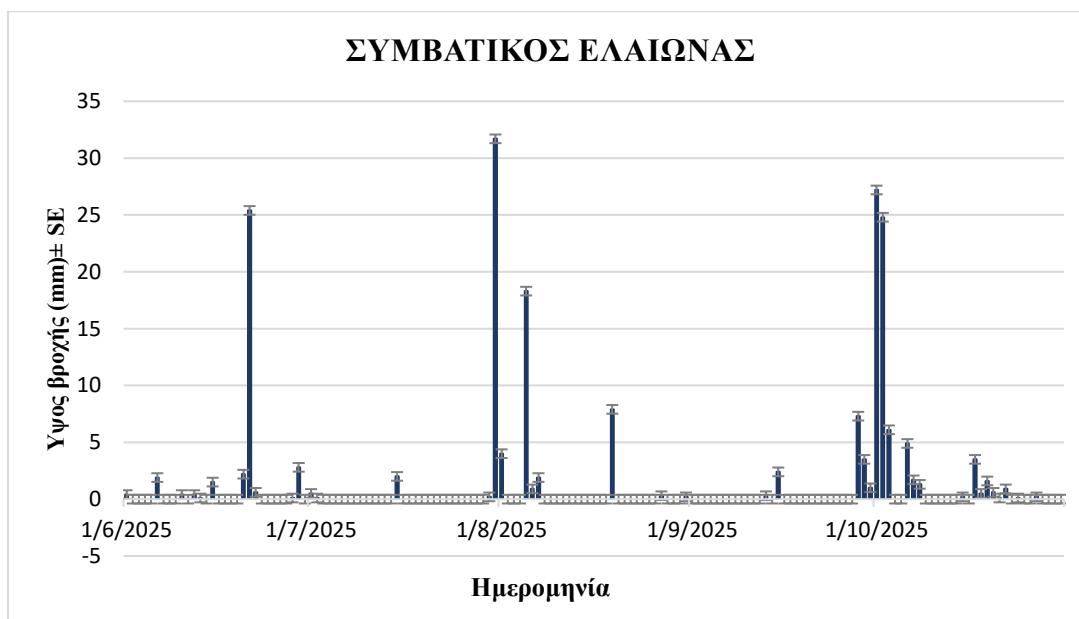


Διάγραμμα 3.5 Ημερήσια διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας (RH%) στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025

Το Διάγραμμα 3.6 παρουσιάζει την ημερήσια κατανομή της βροχόπτωσης στον ελαιώνα της μελέτης για την περίοδο 1/6/2025–31/10/2025, η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη ανομοιομορφία και παρατεταμένα άβροχα διαστήματα. Κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιο–Αύγουστο) επικρατούν κυρίως ξηρές συνθήκες, με σποραδικά και μεμονωμένα επεισόδια αυξημένης βροχόπτωσης, όπως στις 21/6/2025 και 31/7/2025, όπου καταγράφονται τα υψηλότερα ημερήσια ύψη της περιόδου, ενώ οι περισσότερες υπόλοιπες βροχοπτώσεις παρουσιάζουν αμελητέα ύψη (<3 mm). Τον Σεπτέμβριο παρατηρείται ήπια αύξηση της συχνότητας των φαινομένων, κυρίως προς το τέλος του μήνα, σηματοδοτώντας τη μετάβαση προς φθινοπωρινές συνθήκες. Ο Οκτώβριος χαρακτηρίζεται από σαφή ενίσχυση της βροχομετρικής δραστηριότητας, με αυξημένη συχνότητα και ένταση επεισοδίων, ιδιαίτερα στις αρχές του μήνα, υποδηλώνοντας την εγκαθίδρυση φθινοπωρινών καιρικών συνθηκών. Συνολικά, η κατανομή της βροχόπτωσης

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

κατά την περίοδο μελέτης χαρακτηρίζεται από έντονη εποχικότητα, με παρατεταμένη ξηρή περίοδο κατά τους θερινούς μήνες και σαφή αύξηση των βροχοπτώσεων κατά το φθινόπωρο.

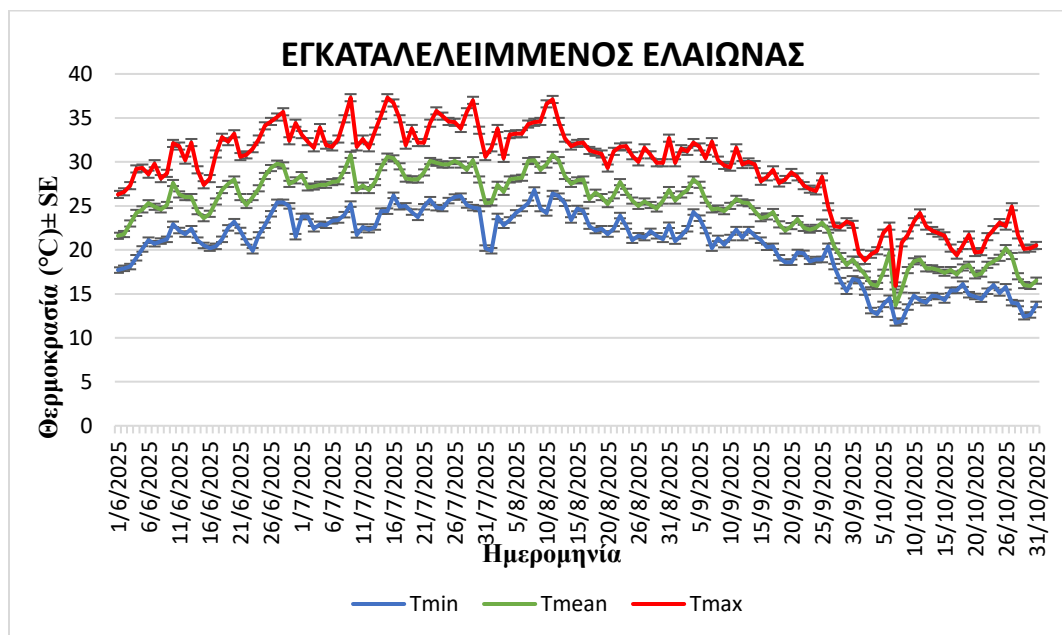


Διάγραμμα 3.6 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή της Παραλίας Διονυσίου για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.open-meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.7 παρουσιάζει τη διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) ημερήσιας θερμοκρασίας στην περιοχή του Παρθενώνα Νέου Μαρμαρά για το διάστημα 1/6/2025–31/10/2025, κατά τη διάρκεια παρακολούθησης των πληθυσμών του δάκου στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα. Οι θερμοκρασίες εμφανίζουν τυπική εποχική μεταβολή του μεσογειακού κλίματος: τον Ιούνιο η T_{min} κυμαίνεται μεταξύ 17,7°C και 25,4°C, η T_{mean} μεταξύ 21,6°C και 29,8°C και η T_{max} έως 35,7°C. Τον Ιούλιο, η T_{min} παραμένει πάνω από 23°C, η T_{mean} 25,3–30,8°C και η T_{max} φτάνει έως 37,3°C. Τον Αύγουστο καταγράφεται μικρή πτώση, με T_{min} 19,9–26,8°C, T_{mean} 25–30,8°C και T_{max} έως 37,1°C. Τον Σεπτέμβριο η T_{min} πέφτει έως 18°C, η T_{mean} κυμαίνεται 22–25°C και η T_{max} περίπου 30°C, ενώ τον Οκτώβριο η T_{min}

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

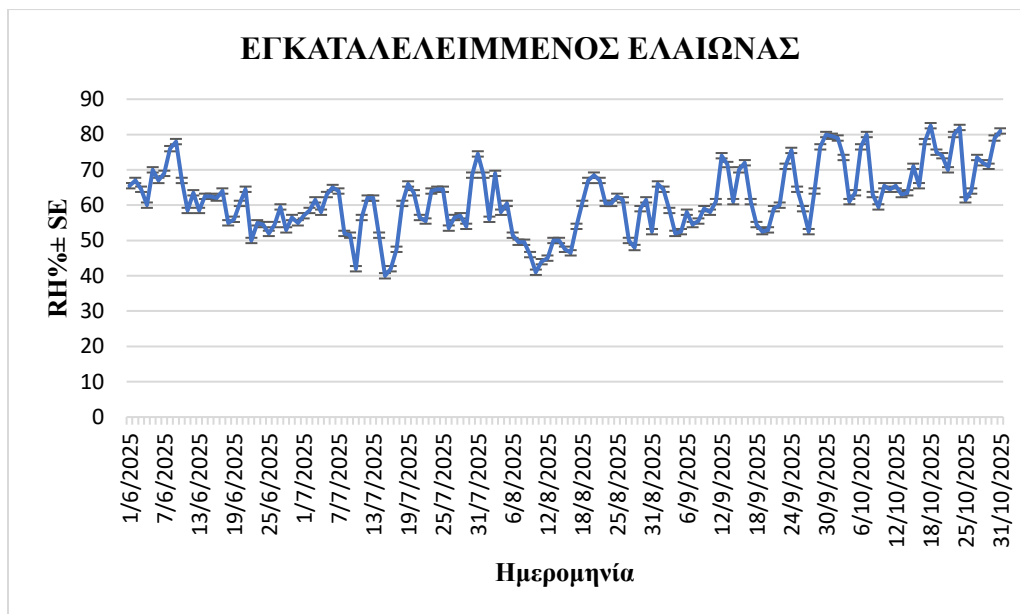
φτάνει έως $11,7^{\circ}\text{C}$, η T_{mean} $13,7\text{--}20,2^{\circ}\text{C}$ και η T_{max} σπάνια υπερβαίνει τους $24,9^{\circ}\text{C}$, υποδεικνύοντας σαφή μετάβαση σε φθινοπωρινές συνθήκες.



Διάγραμμα 3.7 Ημερήσια διακύμανση της ελάχιστης (T_{min}), μέσης (T_{mean}) και μέγιστης (T_{max}) θερμοκρασίας στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025, περίοδος κατά την οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα της μελέτης. (Πηγή: www.meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.8 παρουσιάζει τη διακύμανση της σχετικής υγρασίας ($\text{RH}\%$) για την ίδια χρονική περίοδο. Τον Ιούνιο οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 50% και 78%, με μικρές ημερήσιες διακυμάνσεις. Τον Ιούλιο παρατηρούνται οι χαμηλότερες τιμές υγρασίας, με ελάχιστα έως 40%, ενώ οι υψηλότερες τιμές φτάνουν περίπου 66%. Τον Αύγουστο η υγρασία παραμένει σε γενικά χαμηλά έως μέτρια επίπεδα, κυμαινόμενη μεταξύ 41% και 69%. Από τον Σεπτέμβριο και κυρίως τον Οκτώβριο παρατηρείται σημαντική αύξηση της υγρασίας, με τιμές που φτάνουν έως 82,5%, υποδεικνύοντας την επικράτηση πιο δροσερών και υγρών φθινοπωρινών συνθηκών.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.8 Ημερήσια διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας (RH%) στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.meteo.gr)

Το Διάγραμμα 3.9 παρουσιάζει την ημερήσια βροχόπτωση (mm) για την εξεταζόμενη περιοχή κατά το διάστημα 1/6/2025–31/10/2025, η οποία χαρακτηρίζεται από εκτεταμένες άβροχες περιόδους και περιορισμένα, μεμονωμένα βροχομετρικά επεισόδια. Κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο επικρατούν έντονα ξηρές συνθήκες, με σχεδόν πλήρη απουσία βροχόπτωσης και μόνο αμελητέα επεισόδια (<1 mm), με εξαίρεση τα τέλη Ιουλίου, όπου καταγράφονται αυξημένα ύψη βροχής (30–31/7/2025). Τον Αύγουστο συνεχίζεται η κυριαρχία ξηρών συνθηκών, με ελάχιστα και σποραδικά φαινόμενα μικρής έντασης. Ο Σεπτέμβριος παραμένει κατά κύριο λόγο άβροχος, με περιορισμένα επεισόδια χαμηλής έως μέτριας έντασης προς το τέλος του μήνα, σηματοδοτώντας τη μετάβαση προς φθινοπωρινές συνθήκες. Κατά τον Οκτώβριο παρατηρείται σαφής αύξηση της συχνότητας και της έντασης των βροχοπτώσεων, κυρίως κατά το πρώτο δεκαήμερο, με περισσότερα μετρήσιμα επεισόδια, αν και εξακολουθούν να παρεμβάλλονται άβροχα διαστήματα. Συνολικά, η κατανομή της βροχόπτωσης αποτυπώνει τυπικές ξηροθερμικές συνθήκες του μεσογειακού καλοκαιριού και σταδιακή μετάβαση σε πιο υγρές φθινοπωρινές συνθήκες.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

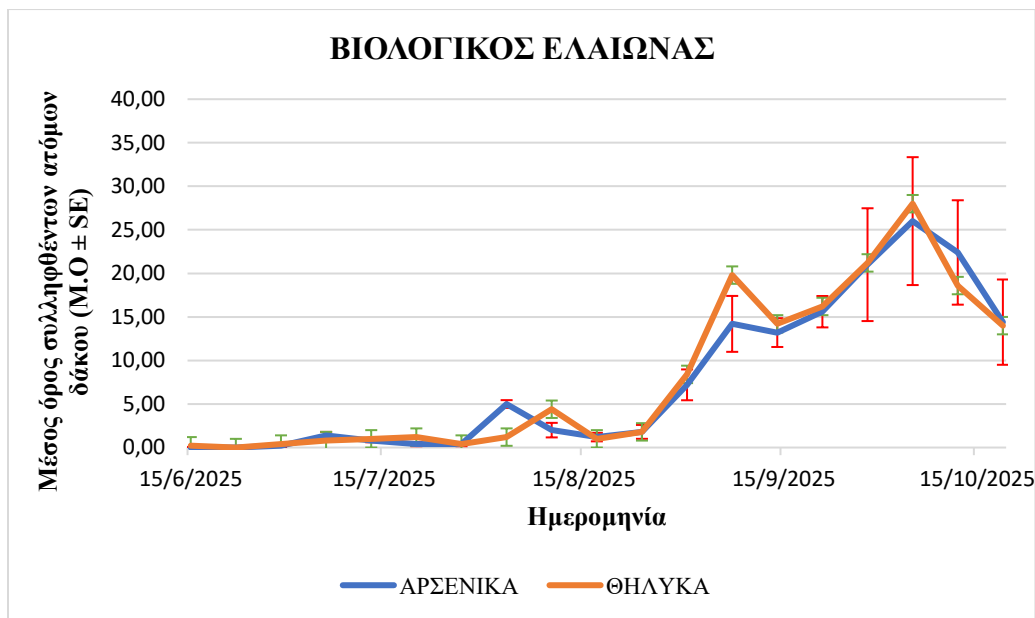


Διάγραμμα 3.9 Ημερήσια βροχόπτωση (mm) στην περιοχή του Παρθενώνα για το χρονικό διάστημα από 1/6/2025 έως 31/10/2025 (Πηγή: www.meteo.gr)

3.2 Δυναμική πληθυσμών

Το Διάγραμμα 3.10 απεικονίζει τη χρονική μεταβολή του μέσου όρου ($\pm$ SE) των συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου στον βιολογικό ελαιώνα κατά την περίοδο από τις 15/6/2025 έως τις 19/10/2025. Κατά το αρχικό στάδιο της παρακολούθησης (Ιούνιος–Ιούλιος), οι μέσοι όροι συλλήψεων παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα και για τα δύο φύλα. Από τις αρχές Αυγούστου παρατηρείται σταδιακή αύξηση του πληθυσμού, με σαφή κορύφωση κατά τον Σεπτέμβριο, όπου οι μέσοι όροι των συλληφθέντων θηλυκών εμφανίζονται ελαφρώς υψηλότεροι σε σύγκριση με τα αρσενικά. Στη συνέχεια, προς τα μέσα Οκτωβρίου, καταγράφεται μείωση των συλλήψεων, υποδηλώνοντας φθίνουσα φάση της πληθυσμιακής δραστηριότητας του δάκου. Τα σχετικά μικρά τυπικά σφάλματα (SE) στις περισσότερες ημερομηνίες υποδεικνύουν ικανοποιητική ομοιομορφία μεταξύ των παγίδων και αξιόπιστη εκτίμηση των μέσων όρων.

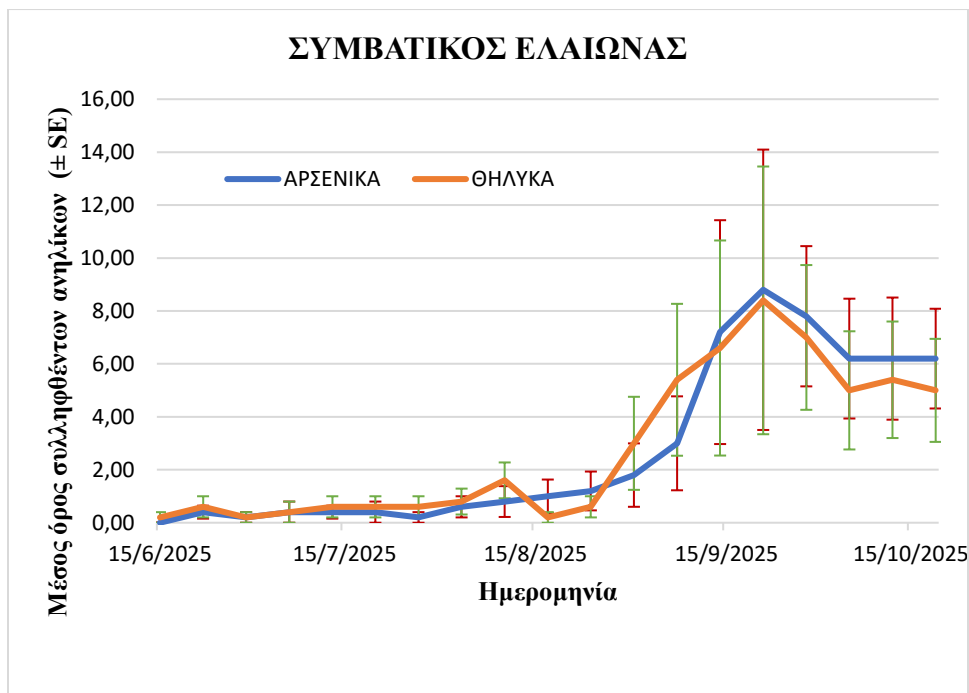
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.10 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή της Νέας Καλλικράτειας. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).

Το Διάγραμμα 3.11 παρουσιάζει τη διακύμανση των μέσων όρων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου στον “συμβατικό” ελαιώνα της μελέτης κατά την περίοδο από τις 15/6/2025 έως τις 19/10/2025. Οι μέσοι όροι των ατόμων ανά παγίδα παρουσιάζουν αρχικά χαμηλές τιμές στα μέσα Ιουνίου έως αρχές Ιουλίου, ενώ από τα μέσα Ιουλίου παρατηρείται σταδιακή αύξηση του πληθυσμού, με κορύφωση στα τέλη Σεπτεμβρίου. Στη συνέχεια, εμφανίζεται φθίνουσα τάση μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου.

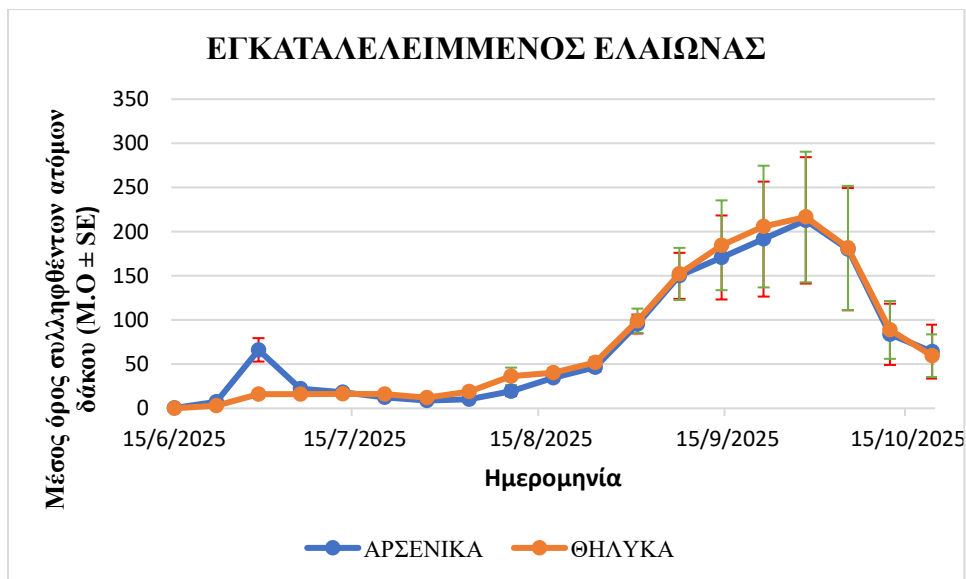
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.11 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή του Παρθενώνα. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).

Το Διάγραμμα 3.12 απεικονίζει τη διακύμανση των μέσων όρων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα της μελέτης κατά την περίοδο από τις 15/6/2025 έως τις 19/10/2025. Οι μέσοι όροι των συλλήψεων ανά παγίδα εμφανίζουν αρχικά χαμηλές τιμές κατά τον Ιούνιο, ενώ από τις αρχές Ιουλίου καταγράφεται έντονη αυξητική τάση του πληθυσμού, με κορύφωση στα τέλη Σεπτεμβρίου. Στη συνέχεια, παρατηρείται σταδιακή μείωση των μέσων όρων έως τα μέσα Οκτωβρίου, υποδηλώνοντας τη φθίνουσα φάση της πληθυσμιακής δραστηριότητας του δάκου.

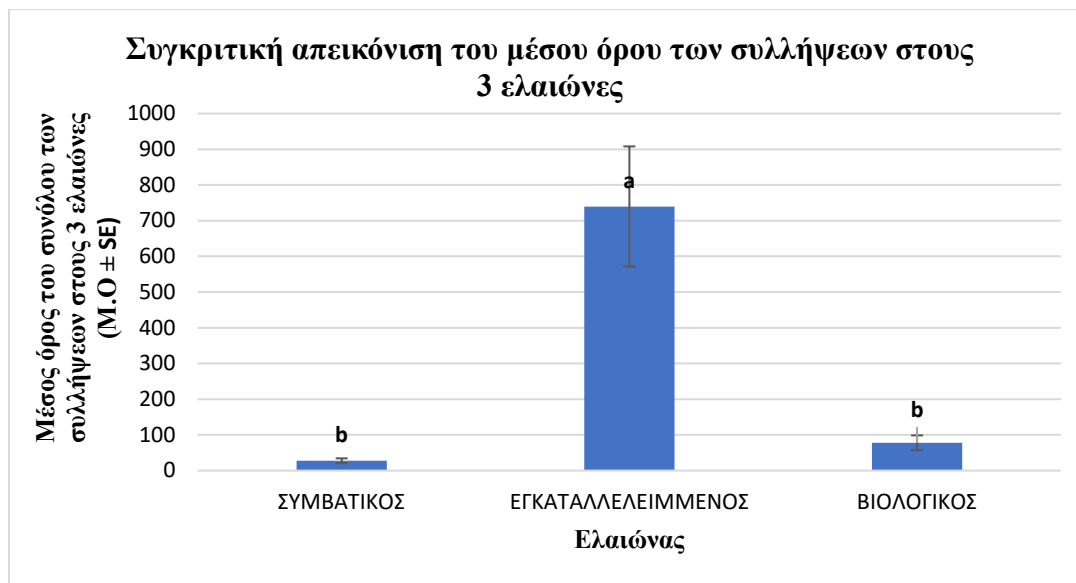
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.12 Μέσος όρος συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών δάκων από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο 2025 στην περιοχή του Παρθενώνα. Οι κάθετες γραμμές δείχνουν το τυπικό σφάλμα (SE).

Το Διάγραμμα 3.13 παρουσιάζει τον μέσο όρο του συνολικού αριθμού συλλήψεων δάκου (M.O. $\pm$ SE) στους τρεις τύπους ελαιώνα της μελέτης (συμβατικός, εγκαταλελειμμένος και βιολογικός). Παρατηρείται ότι ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας εμφανίζει σαφώς υψηλότερο μέσο όρο συλλήψεων σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους ελαιώνα. Αντίθετα, ο συμβατικός και ο βιολογικός ελαιώνας παρουσιάζουν χαμηλότερους και συγκρίσιμους μεταξύ τους μέσους όρους συλλήψεων. Η στατιστική ανάλυση επιβεβαιώνει την παραπάνω παρατήρηση. Η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA) έδειξε ότι ο τύπος ελαιώνα επηρεάζει σημαντικά το σύνολο των συλλήψεων δάκου ($p < 0,001$). Οι μεταγενέστερες συγκρίσεις με τη δοκιμή Tukey HSD αποκάλυψαν ότι ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας διαφέρει στατιστικά σημαντικά τόσο από τον συμβατικό όσο και από τον βιολογικό ελαιώνα ($p < 0,05$), ενώ δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του συμβατικού και του βιολογικού ελαιώνα ($p > 0,05$). Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων με διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες (a, b) αποτυπώνει με σαφήνεια τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα της ANOVA.

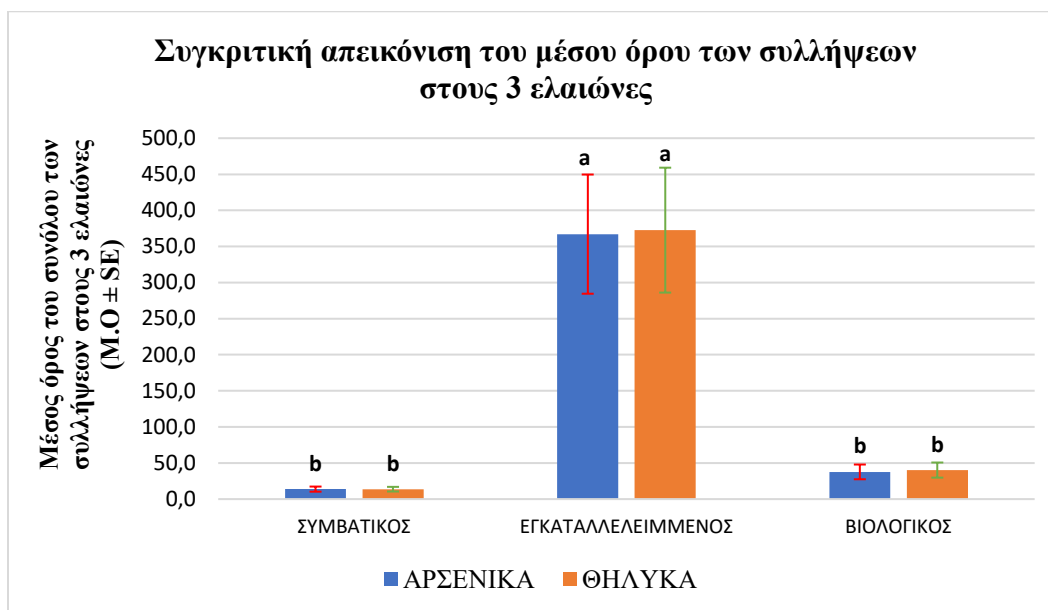
Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.13 Μέσος όρος ($\pm$ SE) του συνολικού αριθμού συλλήψεων δάκου στους τρεις τύπους ελαιώνα. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).

Το Διάγραμμα 3.14, το οποίο βασίζεται στους μέσους όρους των συνολικών συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου, ξεχωριστά και ανά τύπο ελαιώνα, απεικονίζει καθαρά τις διαφορές που επιβεβαιώθηκαν στατιστικά μέσω της ανάλυσης διακύμανσης (one-way ANOVA). Συγκεκριμένα, ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας παρουσίασε σημαντικά υψηλότερους μέσους όρους συλλήψεων τόσο για τα αρσενικά όσο και για τα θηλυκά άτομα, σε σύγκριση με τον συμβατικό και τον βιολογικό ελαιώνα. Η ανάλυση διακύμανσης κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ελαιώνων ($p < 0,05$) και για τα δύο φύλα, ενώ οι δοκιμές πολλαπλών συγκρίσεων Tukey HSD έδειξαν ότι ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τον συμβατικό και τον βιολογικό ελαιώνα τόσο ως προς τις συλλήψεις αρσενικών όσο και ως προς τις συλλήψεις θηλυκών ατόμων δάκου ($p < 0,05$). Αντίθετα, μεταξύ του συμβατικού και του βιολογικού ελαιώνα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για κανένα από τα δύο φύλα. Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων με διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες (a, b) αποτυπώνει με σαφήνεια τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα της ANOVA.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

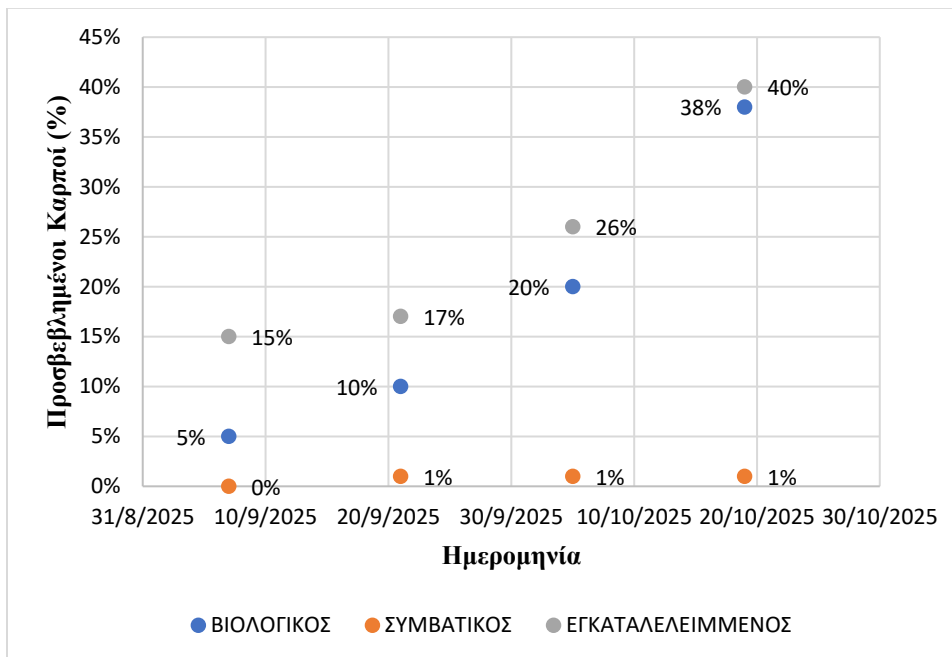


Διάγραμμα 3.14 Μέσος όρος ($\pm$ SE) του συνολικού αριθμού συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου στους τρεις τύπους ελαιώνα. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).

Το Διάγραμμα 3.15 απεικονίζει την εξέλιξη του ποσοστού προσβεβλημένων καρπών (%) από τον δάκο της ελιάς στους τρεις ελαιώνες της μελέτης (“βιολογικός”, “συμβατικός” και “εγκαταλελειμμένος”) κατά την περίοδο 7 Σεπτεμβρίου – 19 Οκτωβρίου 2025. Στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, το ποσοστό προσβολής είναι συνεχώς υψηλότερο, αυξανόμενο από 15% στις 7/9/2025 σε 40% στις 19/10/2025, υποδεικνύοντας την έντονη ανάπτυξη του πληθυσμού του δάκου σε απουσία ενεργών επεμβάσεων. Στον “βιολογικό” ελαιώνα, παρατηρείται σταδιακή αύξηση της προσβολής από 5% σε 38%, που δείχνει μεν παρουσία του εντόμου, αλλά με πιο περιορισμένη ένταση σε σχέση με τον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα. Αντίθετα, στον “συμβατικό” ελαιώνα, το ποσοστό προσβεβλημένων καρπών παραμένει πολύ χαμηλό (0–1%) καθ’ όλη την περίοδο, υποδεικνύοντας την υψηλή αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών καταπολέμησης. Το γράφημα παρέχει μια σαφή οπτική σύγκριση της έντασης της προσβολής ανά τύπο ελαιώνα και αναδεικνύει τη σημασία της εφαρμογής κατάλληλων μεθόδων διαχείρισης για

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

τον περιορισμό της ζημιάς στους καρπούς. Η σταδιακή αύξηση του ποσοστού προσβολής στον βιολογικό και εγκαταλελειμμένο ελαιώνα υπογραμμίζει τη δυναμική ανάπτυξη του δάκου κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών.



Διάγραμμα 3.15 Διασπορά ποσοστού προσβολής καρπών (%) στους ελαιώνες της μελέτης

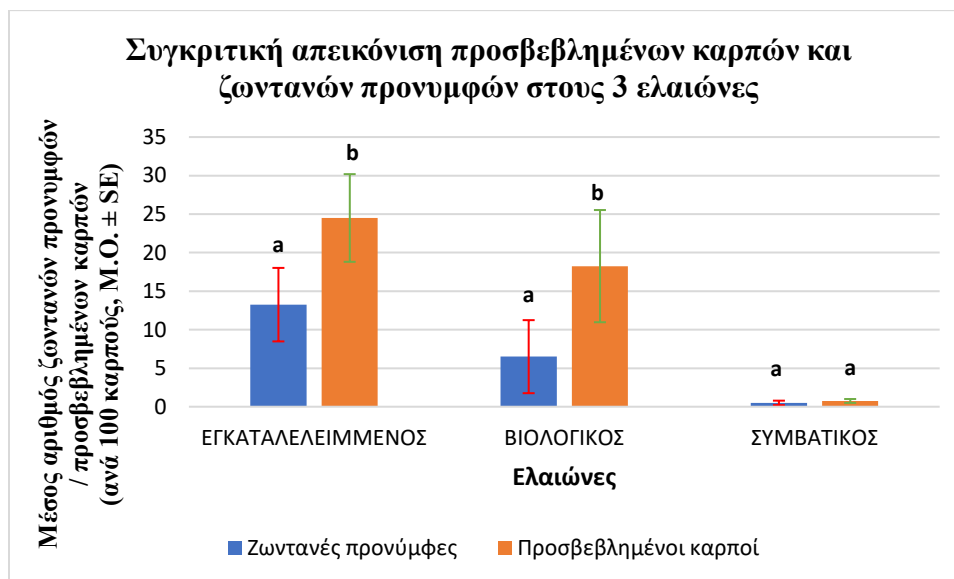
Το Διάγραμμα 3.16 παρουσιάζει τη σύγκριση του πληθυσμού των ζωντανών προνυμφών και των προσβεβλημένων καρπών σε τρεις διαφορετικούς ελαιώνες της μελέτης (συμβατικός, βιολογικός και εγκαταλελειμμένος) κατά την περίοδο των δειγματοληψιών (7 Σεπτεμβρίου – 19 Οκτωβρίου 2025). Οι αριθμοί αφορούν το μέσο όρο ζωντανών προνυμφών και προσβεβλημένων καρπών σε δείγμα 100 καρπών ανά ελαιώνα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) για το ποσοστό προσβεβλημένων καρπών ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών συστημάτων καλλιέργειας ($F = 5.32$, $DF = 2,9$, „ $p < 0.05$). Η μεταγενέστερη δοκιμή πολλαπλών συγκρίσεων Tukey HSD έδειξε ότι τόσο ο εγκαταλελειμμένος όσο και ο βιολογικός ελαιώνας παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερα ποσοστά

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

προσβολής σε σύγκριση με τον συμβατικό, ενώ μεταξύ εγκαταλελειμμένου και βιολογικού ελαιώνα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Αντίθετα, για τον αριθμό ζωντανών προνυμφών, η ANOVA δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ελαιώνων ($p > 0.05$), αν και παρατηρήθηκε σαφής αυξητική τάση στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, ακολουθούμενο από τον βιολογικό και τον συμβατικό. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το μικρό μέγεθος δείγματος ($n = 4$ ημερομηνίες δειγματοληψίας) ενδέχεται να μείωσε τη στατιστική ισχύ των αναλύσεων, περιορίζοντας την ικανότητα ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών διαφορών, όσον αφορά τον αριθμό των ζωντανών προνυμφών.

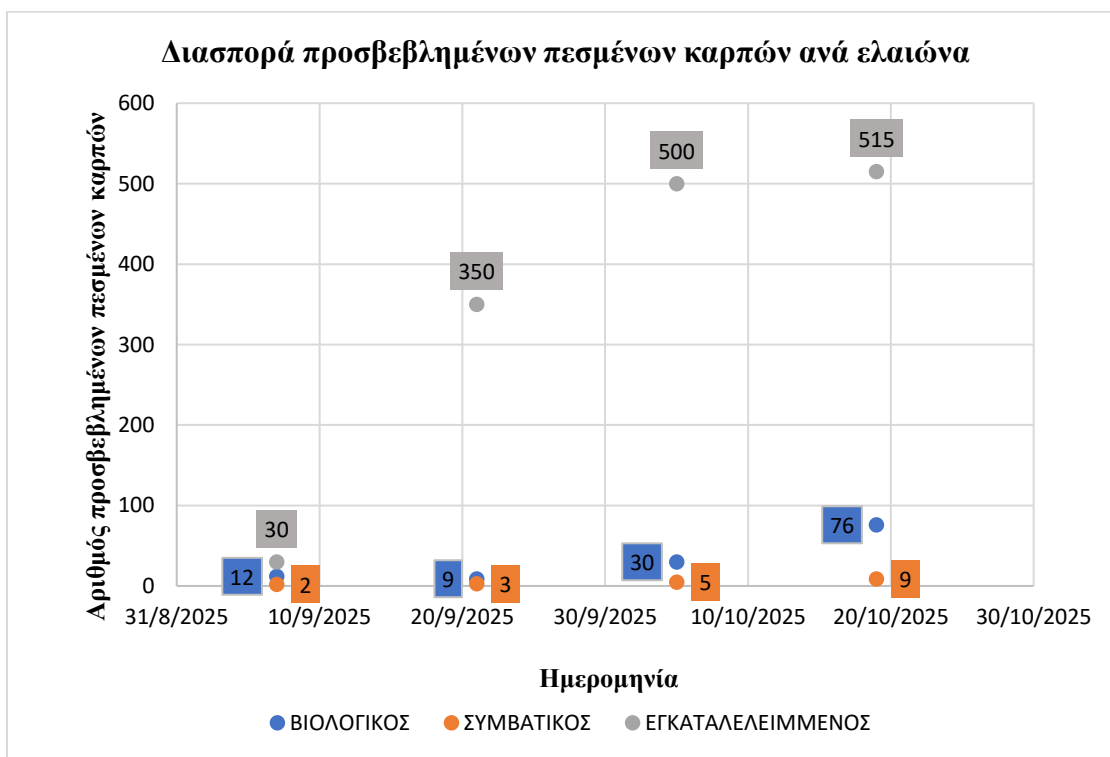


Διάγραμμα 3.16 Μέσος όρος ($\pm$ SE) ζωντανών προνυμφών και προσβεβλημένων καρπών ανά ελαιώνα σε δείγμα 100 καρπών. Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0.05$).

Το Διάγραμμα 3.17 παρουσιάζει την εξέλιξη του αριθμού των προσβεβλημένων πεσμένων καρπών από τον δάκο της ελιάς που καταγράφηκαν γύρω από την κόμη των δέντρων στους τρεις ελαιώνες της μελέτης (συμβατικός, βιολογικός και εγκαταλελειμμένος) κατά το χρονικό διάστημα

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

από 7/9/2025 έως 19/10/2025. Στον “εγκαταλελειμμένο” ελαιώνα παρατηρείται ιδιαίτερα υψηλός και συνεχώς αυξανόμενος αριθμός προσβεβλημένων πεσμένων καρπών, με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται στις 19/10/2025, φτάνοντας τους 515 καρπούς. Ο βιολογικός ελαιώνας εμφανίζει ενδιάμεσες τιμές με σαφή ανοδική τάση, παρουσιάζοντας μέγιστη τιμή 76 προσβεβλημένων πεσμένων καρπών στην τελευταία δειγματοληψία. Αντίθετα, στον συμβατικό ελαιώνα καταγράφεται πολύ μικρός αριθμός προσβεβλημένων πεσμένων καρπών σε όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας, με τη μέγιστη τιμή να μην ξεπερνά τους 9 καρπούς.

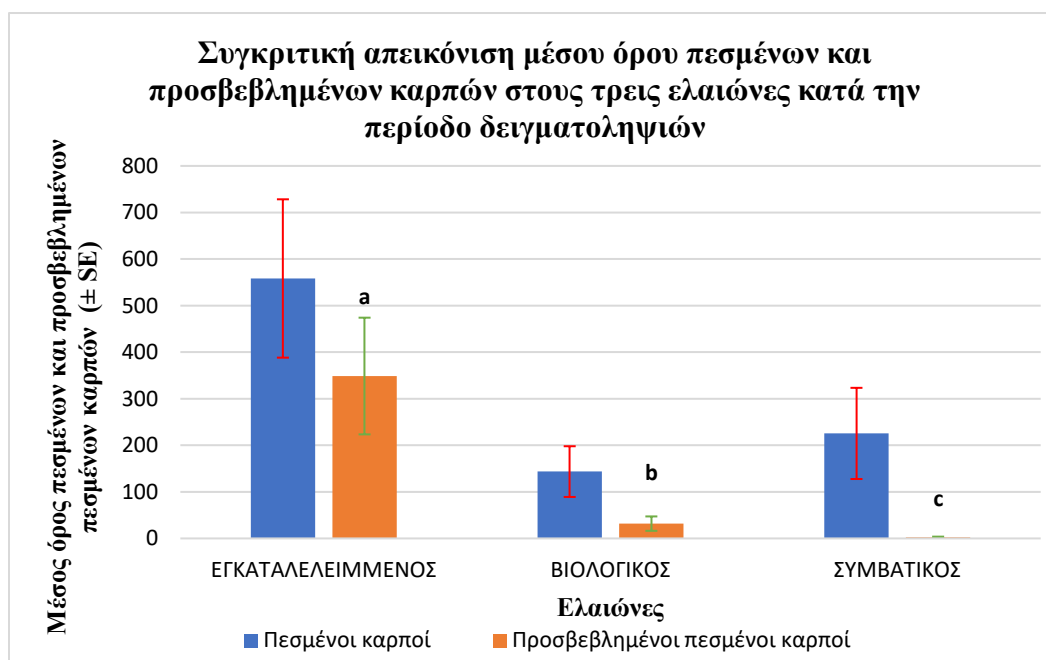


Διάγραμμα 3.17 Εξέλιξη του αριθμού προσβεβλημένων πεσμένων καρπών από τον δάκο της ελιάς γύρω από την κόμη των δέντρων στους τρεις ελαιώνες της μελέτης κατά την περίοδο 7/9/2025–19/10/2025

Το Διάγραμμα 3.18 απεικονίζει τον μέσο αριθμό των πεσμένων καρπών και των πεσμένων προσβεβλημένων καρπών από τον δάκο της ελιάς που καταγράφηκαν στους τρεις ελαιώνες της μελέτης (εγκαταλελειμμένος, βιολογικός και συμβατικός). Στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα παρατηρείται ο υψηλότερος μέσος αριθμός πεσμένων καρπών, εκ των οποίων σημαντικό ποσοστό

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

αφορά προσβεβλημένους καρπούς. Ο βιολογικός ελαιώνας εμφάνισε σαφώς χαμηλότερο μέσο αριθμό πεσμένων καρπών και προσβεβλημένων πεσμένων καρπών, παρουσιάζοντας ενδιάμεσες τιμές σε σύγκριση με τους άλλους δύο ελαιώνες. Αντίθετα, στον συμβατικό ελαιώνα, παρότι ο συνολικός αριθμός των πεσμένων καρπών ήταν σχετικά υψηλός, ο αριθμός των προσβεβλημένων πεσμένων καρπών παρέμεινε ιδιαίτερα χαμηλός. Η ανάλυση διακύμανσης (one-way ANOVA) έδειξε ότι ο αριθμός των πεσμένων προσβεβλημένων καρπών διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών τύπων ελαιώνα ($p < 0,01$). Συγκεκριμένα, ο εγκαταλελειμμένος ελαιώνας παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τον βιολογικό και τον συμβατικό, ενώ ο συμβατικός ελαιώνας κατέγραψε τις χαμηλότερες τιμές.



Διάγραμμα 3.18 Μέσος όρος ($\pm$ SE) πεσμένων και προσβεβλημένων πεσμένων καρπών ανά ελαιώνα.

Διαφορετικά γράμματα πάνω από τις μπάρες υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων (one-way ANOVA, Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3 Ερωτηματολόγια

Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τα βασικά δημογραφικά και καλλιεργητικά χαρακτηριστικά των παραγωγών που συμμετείχαν στην έρευνα, και συγκεκριμένα την ηλικία, την περιοχή δραστηριοποίησης, τις καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς και τα έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια της ελιάς. Το δείγμα αποτελείται από 17 παραγωγούς της ευρύτερης περιοχής της Χαλκιδικής, καλύπτοντας διαφορετικές γεωγραφικές ενότητες του νομού.

Η ηλικία των παραγωγών κυμαίνεται από 28 έως 75 έτη, γεγονός που υποδηλώνει συμμετοχή τόσο νεότερων όσο και ιδιαίτερα έμπειρων καλλιεργητών. Η πλειονότητα των παραγωγών ανήκει στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, στοιχείο που αντανακλά τη διαχρονική ενασχόληση με την ελαιοκαλλιέργεια στην περιοχή. Αντίστοιχα, τα έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια της ελιάς παρουσιάζουν μεγάλο εύρος, από 15 έως 50 έτη, επιβεβαιώνοντας το υψηλό επίπεδο εμπειρίας των περισσότερων συμμετεχόντων.

Όσον αφορά τη γεωγραφική κατανομή, οι παραγωγοί προέρχονται από διάφορες περιοχές της Χαλκιδικής, όπως η Νέα Καλλικράτεια, ο Νέος Μαρμαράς, η Νικήτη, τα Νέα Μουδανιά, το Λάκκωμα και άλλες, γεγονός που ενισχύει την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος και επιτρέπει τη διερεύνηση διαφορών ανά περιοχή.

Σε σχέση με τις καλλιεργούμενες ποικιλίες, διαπιστώνεται ότι η Χονδρελιά Χαλκιδικής αποτελεί την κυρίαρχη ποικιλία, είτε ως μονοκαλλιέργεια είτε σε συνδυασμό με άλλες ποικιλίες, όπως η Μεγαρείτικη, η Αμφίσσης, η Αγιορείτικη, η Κορωνέικη και η Καλαμών. Η παρουσία συνδυασμών ποικιλιών υποδηλώνει διαφοροποίηση των παραγωγικών πρακτικών, πιθανώς με στόχο την κάλυψη διαφορετικών αναγκών της αγοράς ή τη μείωση του παραγωγικού κινδύνου.

Συνολικά, τα στοιχεία του πίνακα καταδεικνύουν ότι το δείγμα αποτελείται κυρίως από έμπειρους παραγωγούς με μακροχρόνια ενασχόληση στην ελαιοκαλλιέργεια, γεγονός που προσδίδει αξιοπιστία στις απόψεις και τις εκτιμήσεις τους σχετικά με την παραγωγή, την αντιμετώπιση του δάκου και την αξιολόγηση υφιστάμενων και καινοτόμων πρακτικών διαχείρισης.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Ηλικία	Περιοχή	Καλλιεργούμενες ποικιλίες	Έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια της ελιάς
65	Νέα Καλλικρατεια	Χονδρελιά Χαλκιδικής	15
61	Νικήτη Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής Μεγαρείτικη Αμφίσσης	43
65	Παραλία Διονυσίου	Χονδρελιά Χαλκιδικής	30
68	Νέος Μαρμαράς	Χονδρελιά Χαλκιδικής	27
71	Νέος Μαρμαράς	Χονδρελιά Χαλκιδικής Αγιορείτικη Μεγαρείτικη	50
75	Νέος Μαρμαράς	Χονδρελιά Χαλκιδικής	50
72	Τορώνη Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	45
63	Νέα Καλλικρατεια	Χονδρελιά Χαλκιδικής Κωρονέικη	15
70	Νέα Καλλικρατεια	Χονδρελιά Χαλκιδικής	20
60	Παραλία Διονυσίου	Χονδρελιά Χαλκιδικής	32
35	Γαλάτιστα Χαλκιδικής	Γαλάτιστας	20
63	Λάκκωμα Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	26
62	Λάκκωμα Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	23
70	Ψακούδια Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	30
69	Νέα Μουδανιά Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής Καλαμών Μεγαρείτικη	35
28	Νέα Μουδανιά Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	28
53	Νικήτη Χαλκιδικής	Χονδρελιά Χαλκιδικής	30

Πίνακας 3.1 Ηλικία, περιοχή δραστηριοποίησης, καλλιεργούμενες ποικιλίες και έτη ενασχόλησης με την καλλιέργεια της ελιάς των συμμετεχόντων παραγωγών

Ο Πίνακας 3.2 παρουσιάζει βασικά παραγωγικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των ελαιώνων που μελετήθηκαν, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης της παραγωγής (ελαιόλαδο, επιτραπέζιες ελιές ή συνδυασμός των δύο), των καλλιεργούμενων εκτάσεων, της μέσης στρεμματικής

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

απόδοσης, καθώς και των τιμών πώλησης του ελαιόλαδου και των βρώσιμων ελιών. Τα στοιχεία αυτά επιτρέπουν την αξιολόγηση της παραγωγικότητας και της οικονομικής απόδοσης των διαφορετικών τύπων εκμετάλλευσης.

Όσον αφορά τη χρήση της παραγωγής, παρατηρείται ότι αρκετοί παραγωγοί ακολουθούν μικτό σύστημα καλλιέργειας, διαθέτοντας την παραγωγή τους τόσο για ελαιοποίηση όσο και για επιτραπέζια χρήση. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση, από πολύ μικρές εκμεταλλεύσεις (3–5 στρέμματα) έως ιδιαίτερα εκτεταμένες καλλιέργειες που φτάνουν τα 140 στρέμματα, γεγονός που υποδηλώνει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο μέγεθος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων της περιοχής.

Η μέση στρεμματική απόδοση κυμαίνεται από 400 έως 1.600 kg/στρέμμα, με υψηλότερες αποδόσεις να παρατηρούνται κυρίως σε εκμεταλλεύσεις που κατευθύνονται στην επιτραπέζια ελιά ή στον συνδυασμό επιτραπέζιας και ελαιοποιήσιμης παραγωγής. Αντίθετα, χαμηλότερες αποδόσεις εμφανίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις αποκλειστικά ελαιοποιήσιμων ελαιώνων.

Σε επίπεδο οικονομικών δεδομένων, η τιμή πώλησης του ελαιόλαδου κυμαίνεται από 5 έως 9 €/L, αντανakλώντας διαφοροποιήσεις στην ποιότητα, στην αγορά διάθεσης και στις χρονικές συνθήκες πώλησης. Αντίστοιχα, η τιμή πώλησης των βρώσιμων ελιών παρουσιάζει μικρότερη διακύμανση, κυμαινόμενη κυρίως μεταξύ 1 και 1,5 €/kg. Η σύγκριση των τιμών με τη στρεμματική απόδοση και το μέγεθος της καλλιέργειας παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας των διαφορετικών συστημάτων παραγωγής.

Συνολικά, τα δεδομένα του πίνακα αναδεικνύουν τη σημαντική ετερογένεια των ελαιοκαλλιεργειών ως προς το μέγεθος, την παραγωγικότητα και την οικονομική απόδοση, στοιχεία που επηρεάζουν άμεσα το κόστος παραγωγής και την αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένης της αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Χρήση	Καλλιεργούμενα στρέμματα	Μέση στρεμματική απόδοση (Kg/στρέμμα)	Τιμή πώλησης λαδιού (ευρώ/L)	Τιμή πώλησης για βρώσιμες ελιές (ευρώ/Kg)
Λάδι	7	700	5	-
Επιτραπέζια και Λάδι	9	900	7	1,5
Επιτραπέζια	45	1000	-	1,5
Λάδι	10	400	6	-
Λάδι	20	800	6	-
Επιτραπέζια και Λάδι	30	700	6	1
Επιτραπέζια και Λάδι	30	600	6	1
Επιτραπέζια και Λάδι	8	1500	6	1,5
Λάδι	4	1600	5	-
Επιτραπέζια και Λάδι	140	1200	7	1,5
Λάδι	10	1000	7	
Επιτραπέζια	5	1000	-	1
Επιτραπέζια	4	1200	-	1
Επιτραπέζια	5	1500	-	1
Λάδι	3	700	9	-
Λάδι	4	1200	7	-
Επιτραπέζια και Λάδι	8	500	6	1,5

Πίνακας 3.2 Χρήση παραγωγής, καλλιεργούμενη έκταση, μέση στρεμματική απόδοση και τιμές πώλησης ελαιόλαδου και βρώσιμων ελιών των συμμετεχόντων παραγωγών

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Από το παρακάτω Διάγραμμα 3.19 προκύπτει ότι ο δάκος της ελιάς αποτελεί τον κυρίαρχο εντομολογικό εχθρό στην περιοχή μελέτης, καθώς αναφέρεται από τη μεγάλη πλειονότητα των παραγωγών. Μικρότερο ποσοστό παραγωγών αναφέρει ταυτόχρονη παρουσία δάκου και πυρηνοτρήτης, ενώ ο πυρηνοτρήτης ως μεμονωμένος εχθρός εμφανίζεται σε περιορισμένο βαθμό. Το αποτέλεσμα αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της στοχευμένης διαχείρισης του δάκου στο πλαίσιο της φυτοπροστασίας της ελιάς.



Διάγραμμα 3.19 Κατανομή σημαντικότερων εντομολογικών εχθρών της ελιάς σύμφωνα με τους παραγωγούς

Ο Πίνακας 2.3 παρουσιάζει το ετήσιο κόστος που σχετίζεται με την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς, διαχωρισμένο σε τρεις βασικές κατηγορίες: κόστος εργατικών, κόστος καυσίμων και κόστος φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Τα δεδομένα προέρχονται από 17 παραγωγούς και αποτυπώνουν τις οικονομικές διαφοροποιήσεις στις εφαρμοζόμενες πρακτικές διαχείρισης του εντόμου.

Η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι το κόστος φυτοπροστατευτικών προϊόντων έχει τον υψηλότερο μέσο όρο ($\approx 541,2$ €) και τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση ($\approx 721,2$ €), γεγονός που υποδηλώνει μεγάλη διακύμανση στις τιμές. Το κόστος εργατικών παρουσιάζει μέσο όρο περίπου

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

355,9 € και τυπική απόκλιση $\approx 316,2$ €, επίσης με σχετικά υψηλή μεταβλητότητα. Οι αποκλίσεις αυτές πιθανόν σχετίζονται με το μέγεθος της καλλιέργειας, τη συχνότητα των επεμβάσεων και τις εφαρμοζόμενες πρακτικές διαχείρισης του δάκου. Η σύγκριση με τον μέσο όρο αναδεικνύει την ανάγκη για υιοθέτηση πιο αποδοτικών και οικονομικά βιώσιμων μεθόδων καταπολέμησης, καθώς και τη δυνητική συμβολή καινοτόμων τεχνολογιών στη μείωση του κόστους παραγωγής.

Αντίθετα, το κόστος καυσίμων εμφανίζει τον χαμηλότερο μέσο όρο ($\approx 170,6$ €) και μικρότερη τυπική απόκλιση ($\approx 178,6$ €), γεγονός που δείχνει πιο περιορισμένη διασπορά τιμών. Συνολικά, η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρείται στα φυτοπροστατευτικά, ενώ η μικρότερη στα καύσιμα.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

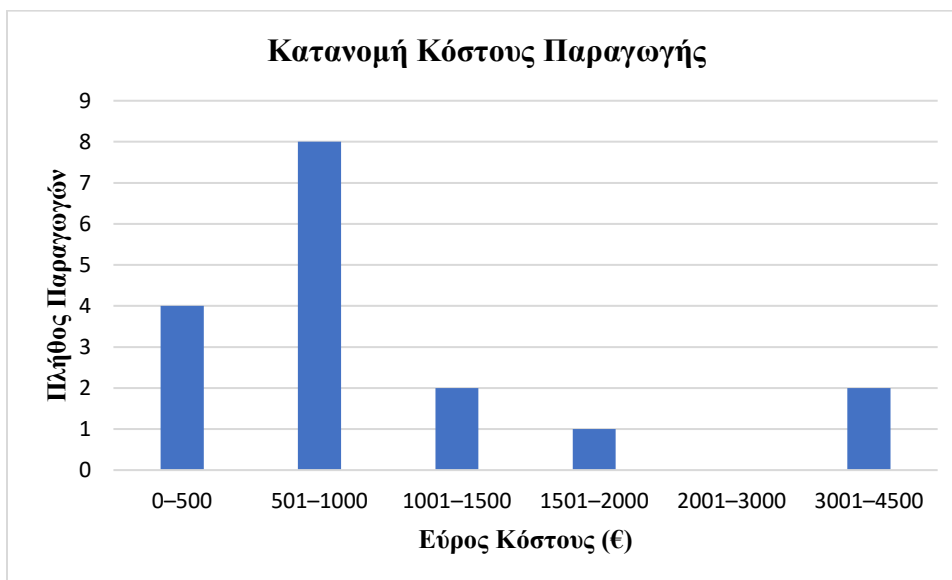
Κόστος εργατικών/έτος για την καταπολέμηση του δάκου (σε ευρώ)	Κόστος καυσίμων/έτος για την καταπολέμηση του δάκου (σε ευρώ)	Κόστος για φυτοπροστατευτικά προϊόντα/έτος για την καταπολέμηση του δάκου (σε ευρώ)
0	150	600
350	200	300
500	700	3000
0	0	0
800	200	800
400	200	300
200	100	200
200	200	300
0	0	0
1200	500	1500
200	100	300
400	100	300
600	100	400
500	150	400
0	0	200
300	100	400
400	100	200

Πίνακας 3.3 Ετήσιο κόστος εργατικών, καυσίμων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς

Το Διάγραμμα 2.20 απεικονίζει την κατανομή των παραγωγών ανά εύρος κόστους παραγωγής για την καταπολέμηση του δάκου (σε ευρώ, €). Η κατανομή των παραγωγών ανά διαστήματα κόστους εμφανίζει σαφή δεξιά ασυμμετρία, με την πλειονότητα να συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα επίπεδα δαπανών. Συγκεκριμένα, 4 παραγωγοί (22,2%) δηλώνουν κόστος 0–500 €,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

ενώ 8 παραγωγοί (44,4%) αναφέρουν κόστος 501–1000 €, γεγονός που υποδηλώνει ότι σχεδόν το ήμισυ του δείγματος επιβαρύνεται με σχετικά χαμηλές δαπάνες για την καταπολέμηση του δάκου. Στα ενδιάμεσα επίπεδα κόστους, 2 παραγωγοί (11,1%) εντάσσονται στο διάστημα 1001–1500 € και 1 παραγωγός (5,6%) στο διάστημα 1501–2000 €, ενώ στο διάστημα 2001–3000 € δεν καταγράφεται κανένας παραγωγός. Τέλος, στο υψηλότερο διάστημα κόστους (3001–4500 €) εντοπίζονται 2 παραγωγοί (11,1%). Ο μέσος όρος του κόστους παραγωγής για την καταπολέμηση του δάκου υπολογίζεται περίπου στα 1.097 €, γεγονός που επιβεβαιώνει τη συγκέντρωση των δαπανών στα χαμηλότερα επίπεδα.



Διάγραμμα 3.20 Κατανομή των παραγωγών ανά εύρος κόστους παραγωγής για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς

Στο Διάγραμμα 3.21 παρουσιάζεται η κατανομή των παραγωγών ανά ποσοστό καταπολέμησης του δάκου της ελιάς. Οι τιμές κυμαίνονται από 30% έως 90%, με μέσο ποσοστό περίπου 68%. Η πλειονότητα των απαντήσεων συγκεντρώνεται στην κατηγορία 70–80%, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι παραγωγοί αξιολογούν την αποτελεσματικότητα των υφιστάμενων πρακτικών σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Παράλληλα,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

παρατηρούνται χαμηλότερες και υψηλότερες τιμές, οι οποίες καταδεικνύουν διαφοροποίηση στις εκτιμήσεις μεταξύ των παραγωγών.

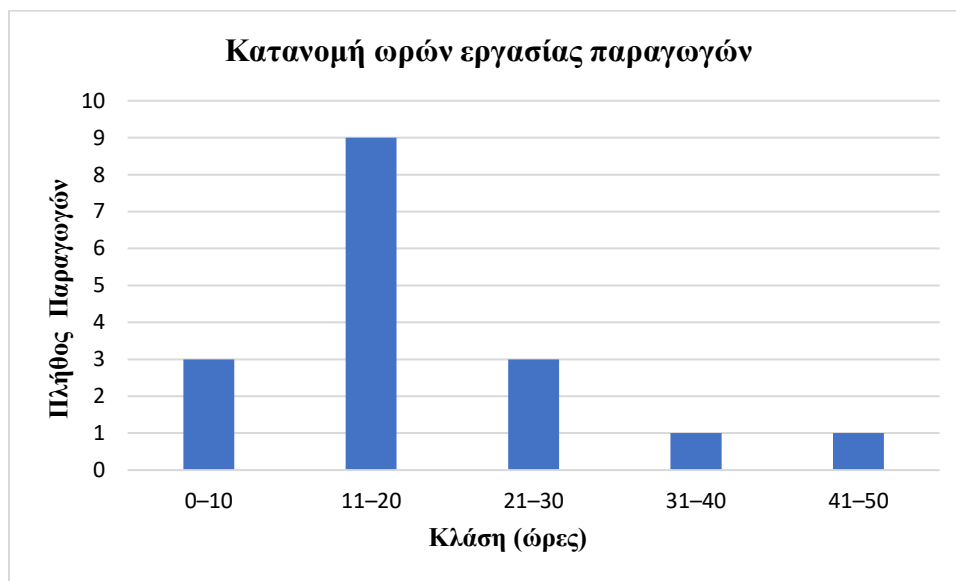


Διάγραμμα 3.21 Κατανομή των παραγωγών ανά ποσοστό καταπολέμησης του δάκου της ελιάς

Το Διάγραμμα 3.22 παρουσιάζει την κατανομή των παραγωγών ανά κλάση ετησίων ωρών ενασχόλησης με την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς. Από το σύνολο των 17 παραγωγών που συμμετείχαν στην έρευνα, προκύπτει ότι οι τιμές κυμαίνονται από 10 έως 48 ώρες, γεγονός που υποδηλώνει διαφοροποίηση στον βαθμό ενασχόλησης. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται στην κλάση 11–20 ωρών, όπου εντάσσεται η πλειονότητα των παραγωγών. Αυτό δείχνει ότι οι περισσότεροι αφιερώνουν έναν μέτριο και σχετικά σταθερό χρόνο για την αντιμετώπιση του δάκου. Μικρότερος αριθμός παραγωγών εμφανίζεται στις κλάσεις 21–30 και 0–10 ωρών, γεγονός που υποδηλώνει περιορισμένη αλλά υπαρκτή διαφοροποίηση προς χαμηλότερα ή ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα ενασχόλησης. Στις υψηλότερες κλάσεις (31–40 και 41–50 ώρες) καταγράφονται ελάχιστες περιπτώσεις, με έναν μόνο παραγωγό να φτάνει στη μέγιστη τιμή των 48 ωρών. Συνολικά, η κατανομή εμφανίζει συγκέντρωση στις μεσαίες τιμές και περιορισμένη

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

παρουσία ακραίων τιμών, γεγονός που δείχνει ότι η πλειονότητα των παραγωγών ακολουθεί μια σχετικά ομοιογενή πρακτική ως προς τον χρόνο που αφιερώνει.



Διάγραμμα 3.22 Κατανομή των παραγωγών ανά κλάση ετήσιων ωρών ενασχόλησης με την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς.

Το Διάγραμμα 3.23 απεικονίζει τις απαντήσεις 17 παραγωγών σχετικά με το ενδιαφέρον τους για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, με στόχο τη βελτίωση της αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς και τη μείωση του κόστους καταπολέμησης. Από τις απαντήσεις, 12 παραγωγοί ($\approx 71\%$) δήλωσαν ότι ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν τέτοιες τεχνολογίες, ενώ 5 παραγωγοί ($\approx 29\%$) δεν ενδιαφέρονται. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η πλειονότητα των παραγωγών είναι ανοικτή στην εισαγωγή καινοτόμων πρακτικών και τεχνολογιών, γεγονός που μπορεί να συμβάλει σε πιο αποδοτικές και οικονομικά συμφέρουσες στρατηγικές καταπολέμησης του δάκου.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής



Διάγραμμα 3.23 Ενδιαφέρον παραγωγών ελιάς στη Χαλκιδική για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως η γεωργία ακριβείας, για τη βελτίωση της αντιμετώπισης του δάκου και τη μείωση του κόστους καταπολέμησης.

4 Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης καταδεικνύουν ότι η δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των τριών τύπων ελαιώνα και σχετίζεται άμεσα τόσο με τις μετεωρολογικές συνθήκες όσο και με το σύστημα διαχείρισης. Η έντονη αύξηση των συλλήψεων που παρατηρήθηκε κατά τον Σεπτέμβριο και η επακόλουθη μείωση τον Οκτώβριο συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες στη Μεσόγειο, οι οποίες αναφέρουν ότι η πτώση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την αύξηση της σχετικής υγρασίας δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και δραστηριότητα του δάκου, ενώ οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες και τα παρατεταμένα ξηρά διαστήματα περιορίζουν την πληθυσμιακή του αύξηση (Pontikakos et al., 2012; Broumas et al., 2013). Υπό συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής σχετικής υγρασίας, ακόμη και όταν υπάρχουν καρποί ευάλωτοι σε προσβολή, τα θηλυκά άτομα του δάκου φαίνεται ότι εισέρχονται σε αναπαραγωγική διάπαυση (δες Tzanakakis 2006 για περισσότερη σχετική συζήτηση). Αυτό σημαίνει ότι δεν συζευγνύονται, οι ωοθήκες τους δεν ωριμάζουν και δεν ωοτοκούν τα θηλυκά των οποίων οι ωοθήκες είναι ήδη ώριμες (Fletcher et al., 1978). Επιπλέον, ακόμη και όταν εμφανίζονται σποραδικές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η αναπαραγωγική ωριμότητα των θηλυκών δεν επανέρχεται άμεσα μετά από αυτές (Broufas et al., 2009).

Η σαφώς υψηλότερη πυκνότητα πληθυσμών που καταγράφηκε στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα επιβεβαιώνει τη σημασία της διαχειριστικής πρακτικής στη ρύθμιση των πληθυσμών του εντόμου. Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί σε μελέτες από την Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία, όπου οι εγκαταλελειμμένοι ή μη προστατευόμενοι ελαιώνες λειτουργούν ως εστίες αναπαραγωγής και πηγές διασποράς του δάκου προς γειτονικούς καλλιεργούμενους ελαιώνες (Haniotakis, 2005; Gutierrez et al., 2009). Κατά τις δειγματοληψίες στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, όπου η παρατεταμένη ξηρασία οδήγησε σε ανομοιόμορφη ωρίμανση των καρπών, οι προσβεβλημένοι καρποί ήταν κυρίως άγουροι, ενώ οι ώριμοι καρποί σπάνια προσβάλλονταν,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

υπογραμμίζοντας την προτίμηση του δάκου για πράσινους καρπούς (Jose et al., 2019). Παράλληλα, η παρουσία πολλών άλλων εντόμων στις παγίδες του εγκαταλελειμμένου ελαιώνα δημιούργησε δυσκολίες στην ακριβή καταμέτρηση των συλλήψεων του δάκου, περιορίζοντας εν μέρει την ακρίβεια των δεδομένων.

Παράλληλα με τις χρονικές μεταβολές των πληθυσμών, παρατηρήθηκαν και χωρικές διαφοροποιήσεις στις συλλήψεις μεταξύ των παγίδων εντός του ίδιου ελαιώνα. Συγκεκριμένα, καταγράφεται έντονη παραλλακτικότητα στις τιμές, με ορισμένες θέσεις να εμφανίζουν αυξημένους πληθυσμούς δάκου, ενώ άλλες διατηρούνται σε χαμηλότερα επίπεδα. Η διαφοροποίηση αυτή υποδηλώνει ότι η κατανομή του πληθυσμού δεν είναι ομοιόμορφη στον χώρο, αλλά επηρεάζεται από τοπικούς παράγοντες. Πιθανές αιτίες περιλαμβάνουν τη χωρική διάταξη του ελαιώνα, τη γειτνίαση με άλλες καλλιέργειες, καθώς και μικροπεριβαλλοντικές συνθήκες που ευνοούν την παρουσία του εντόμου σε συγκεκριμένα σημεία. Συνολικά, τα δεδομένα αναδεικνύουν την ύπαρξη χωρικής ετερογένειας στις συλλήψεις, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της κατάλληλης χωροθέτησης των παγίδων για την αξιόπιστη αποτύπωση της δυναμικής του πληθυσμού.

Αντίστοιχα φαινόμενα χωρικής ετερογένειας έχουν αναφερθεί και σε άλλες μελέτες, όπου η εγγύτητα σε μη διαχειριζόμενους ή διαφορετικά διαχειριζόμενους ελαιώνες επηρεάζει σημαντικά τις συλλήψεις παγίδων και την εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας (Nestel et al., 2004; Kounatidis et al., 2008).

Η χρονική περίοδος της μελέτης (15/6–19/10/2025) αποτελεί περιορισμό, καθώς η δυναμική του δάκου μπορεί να διαφοροποιηθεί σημαντικά σε άλλα έτη ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την εφαρμογή διαχειριστικών πρακτικών (Pasquali et al., 2016).

Στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, η υψηλότερη συγκέντρωση συλλήψεων καταγράφηκε στην παγίδα #C, η οποία ήταν τοποθετημένη σε δέντρο μεγάλης ηλικίας με πλούσια και ανεπτυγμένη βλάστηση. Η συγκεκριμένη μικροπεριβαλλοντική συνθήκη πιθανόν δημιουργούσε ευνοϊκό μικροκλίμα, με αυξημένη σκίαση και υγρασία, προσφέροντας καταφύγιο και κατάλληλες συνθήκες για τη διατήρηση και ανάπτυξη των πληθυσμών του δάκου της ελιάς. Η παρατήρηση αυτή ενισχύει την άποψη ότι οι εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες και συγκεκριμένα δέντρα με έντονη

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

βλαστική ανάπτυξη μπορούν να λειτουργούν ως τοπικά «hotspots» πληθυσμιακής συγκέντρωσης, συμβάλλοντας στη συνολική δυναμική του εντόμου στο αγροτοοικοσύστημα (Daane & Johnson, 2010; Petacchi et al., 2015).

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης αναδεικνύουν την ανάγκη για πειραματικές εργασίες παρόμοιου σχεδιασμού και μεγαλύτερης χρονικής κλίμακας, ώστε να αποσαφηνιστεί σε βάθος η ετήσια πληθυσμιακή δυναμική του δάκου της ελιάς σε βασικές ελαιοπαραγωγικές ζώνες.

4.2 Προσβολή του ελαιόκαρπου

Η ανάλυση των γραφημάτων 1–4 υπογραμμίζει με σαφήνεια τη σημαντική επίδραση του τύπου διαχείρισης των ελαιώνων στη δυναμική του πληθυσμού του δάκου και στην ένταση της προσβολής των καρπών. Στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα παρατηρείται συνεχώς υψηλό ποσοστό προσβεβλημένων καρπών, μεγάλος αριθμός ζωντανών προνυμφών και έντονη καρπόπτωση, γεγονός που καταδεικνύει ότι η απουσία ενεργών επεμβάσεων διευκολύνει την αδιάκοπη ανάπτυξη του πληθυσμού του εντόμου.

Κατά τις δειγματοληψίες στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, όπου η παρατεταμένη ξηρασία οδήγησε σε ανομοιόμορφη ωρίμανση των καρπών, παρατηρήθηκε ότι οι προσβεβλημένοι καρποί ήταν κυρίως πράσινοι, ενώ από εκείνους που είχαν αλλάξει χρώμα, ελάχιστοι ήταν προσβεβλημένοι. Πειραματικές μελέτες δείχνουν ότι ο δάκος προτιμά τους άγουρους καρπούς λόγω της σύστασης και περιεκτικότητας σε φαινόλες, αλλά η προτίμηση αυτή δεν είναι απόλυτη και μπορεί να επηρεάζεται από θερμοκρασία, υγρασία και γενική πληθυσμιακή πίεση (Jose et al., 2019).

Στον βιολογικό ελαιώνα, η προσβολή είναι μέτρια, με σταδιακή αύξηση των προσβεβλημένων καρπών και των ζωντανών προνυμφών, υποδεικνύοντας ότι οι βιολογικές πρακτικές διαχείρισης περιορίζουν εν μέρει την ένταση της προσβολής αλλά δεν εξαλείφουν πλήρως το έντομο. Αντίθετα, στον συμβατικό ελαιώνα τα επίπεδα προσβολής και καρπόπτωσης παραμένουν εξαιρετικά χαμηλά

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

καθ' όλη τη διάρκεια της παρακολούθησης, αναδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών καταπολέμησης.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που δείχνουν ότι οι διαφορετικές στρατηγικές διαχείρισης επηρεάζουν σημαντικά τα επίπεδα προσβολής του δάκου, με τις συμβατικές πρακτικές να περιορίζουν δραστικά την προσβολή σε σύγκριση με βιολογικές ή μη διαχειριζόμενους ελαιώνες (Arvaniti et al., 2024). Συνολικά, τα δεδομένα υπογραμμίζουν τη στενή σχέση μεταξύ του συστήματος διαχείρισης της καλλιέργειας και της μείωσης της ζημιάς από τον δάκο, τονίζοντας την ανάγκη προσαρμογής των στρατηγικών διαχείρισης ανάλογα με τον τύπο ελαιώνα, τη φάση ανάπτυξης των καρπών και την εποχιακή ωρίμανση.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα αφορούν μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και περιορισμένο αριθμό δέντρων και παγίδων ανά ελαιώνα, γεγονός που μπορεί να περιορίζει τη γενίκευση των συμπερασμάτων σε άλλα έτη ή διαφορετικά μικροπεριβάλλοντα (Pasquali et al., 2016).

4.3 Η άποψη των παραγωγών

Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αναδεικνύουν τον δάκο της ελιάς ως τον κυρίαρχο εντομολογικό εχθρό στην περιοχή μελέτης, γεγονός που συμφωνεί με πληθώρα προηγούμενων ερευνών στη Μεσόγειο, οι οποίες τεκμηριώνουν τη σημαντική επίδρασή του τόσο στην παραγωγικότητα όσο και στο κόστος καλλιέργειας. Η έντονη διαφοροποίηση στο κόστος καταπολέμησης, στον χρόνο ενασχόλησης και στην εκτιμώμενη αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών υποδηλώνει ότι οι υφιστάμενες μέθοδοι διαχείρισης δεν είναι εξίσου αποδοτικές για όλους τους παραγωγούς και επηρεάζονται από παράγοντες όπως το μέγεθος της εκμετάλλευσης, η ένταση των επεμβάσεων και η εμπειρία των καλλιεργητών. Παράλληλα, το υψηλό ποσοστό παραγωγών που δηλώνουν ενδιαφέρον για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών υπογραμμίζει τη δυναμική εφαρμογής καινοτόμων προσεγγίσεων στη φυτοπροστασία.

Στο πλαίσιο αυτό, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης ευθυγραμμίζονται με σύγχρονες έρευνες που αναδεικνύουν τη συμβολή της γεωργίας ακριβείας και των αλγοριθμικών συστημάτων

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Systems – DSS) στη διαχείριση του δάκου της ελιάς. Ενδεικτικά, η μελέτη των Miranda et al. (2019) έδειξε ότι η χρήση ευφύων παγίδων, χωρικά κατανεμημένων δεδομένων και αλγορίθμων πρόβλεψης της πληθυσμιακής δυναμικής του *B. oleae* μπορεί να οδηγήσει σε πιο έγκαιρες και στοχευμένες επεμβάσεις, μειώνοντας τόσο τον αριθμό των ψεκασμών όσο και το συνολικό κόστος διαχείρισης. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την άποψη ότι η μετάβαση από καθολικές πρακτικές καταπολέμησης σε συστήματα ακριβείας μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και τη βιωσιμότητα της φυτοπροστασίας στους ελαιώνες.

Ωστόσο, παρά τις ενθαρρυντικές ενδείξεις, καθίσταται σαφής η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στον τομέα της γεωργίας ακριβείας, ιδιαίτερα όσον αφορά την ανάπτυξη νέων τύπων παγίδων και αυτοματοποιημένων συστημάτων παρακολούθησης που θα επιτρέπουν την πρόωπη διάγνωση πληθυσμιακών εξάρσεων του δάκου. Η ενσωμάτωση τέτοιων τεχνολογιών σε ολοκληρωμένα συστήματα λήψης αποφάσεων θα μπορούσε να ενισχύσει την ακρίβεια των επεμβάσεων, να μειώσει τις άσκοπες εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων και να συμβάλει σε πιο περιβαλλοντικά φιλικές και οικονομικά βιώσιμες στρατηγικές διαχείρισης στο μέλλον.

4.4 Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής προκύπτει ότι οι εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες, όπως αυτός στον Παρθενώνα Μαρμαρά, παρουσιάζουν τις υψηλότερες συλλήψεις δάκου, γεγονός που υποδηλώνει ότι λειτουργούν ως «καταφύγιο» για τον πληθυσμό, ιδιαίτερα σε περιόδους μειωμένης διαθεσιμότητας καρπού στους εμπορικούς ελαιώνες. Αντίθετα, οι πληθυσμοί στα βιολογικά και συμβατικά συστήματα καλλιέργειας ήταν σημαντικά χαμηλότεροι, με το συμβατικό χωράφι στα Νέα Μουδανιά να εμφανίζει τις μικρότερες συλλήψεις, πιθανώς λόγω της εφαρμογής δολωματικών ψεκασμών και άλλων πρακτικών δακοκτονίας. Η κατανομή των φύλων έδειξε μεγαλύτερη παρουσία θηλυκών στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα, υποδηλώνοντας έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα, ενώ στα υπόλοιπα χωράφια οι συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών ήταν πιο ισορροπημένες, και η παράλληλη αύξηση και μείωση των δύο φύλων δείχνει συγχρονισμένη εποχική δραστηριότητα του είδους. Οι δειγματοληψίες καρπών επιβεβαίωσαν τη

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

στενή συσχέτιση μεταξύ των συλλήψεων στις παγίδες και του πραγματικού ποσοστού προσβολής των καρπών, με υψηλότερα επίπεδα ζημιάς στον εγκαταλελειμμένο ελαιώνα και χαμηλότερα στον συμβατικό. Η δυναμική των πληθυσμών επηρεάζεται από κλιματικούς παράγοντες: οι ξηρές περίοδοι εμφάνισης συσχετίστηκαν με μειωμένες συλλήψεις, ενώ τον Σεπτέμβριο, με πτώση της θερμοκρασίας και αύξηση της υγρασίας, παρατηρήθηκε αύξηση των συλλήψεων, ενώ τον Οκτώβριο η περαιτέρω πτώση της θερμοκρασίας συνδέθηκε με σταθεροποίηση της δραστηριότητας του δάκου (Miranda et al., 2019). Τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια στους παραγωγούς έδειξαν ότι το κόστος και η αποτελεσματικότητα της δακοκτονίας επηρεάζονται από παράγοντες όπως το μέγεθος της εκμετάλλευσης, η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, η ποικιλία της ελιάς και η στρεμματική απόδοση. Επιπλέον, η εφαρμογή συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων βασισμένων σε αλγορίθμους παρακολούθησης και γεωχωρικών δεδομένων, όπως αυτά που περιγράφονται στη βιβλιογραφία για τον έλεγχο του δάκου μέσω DSS (Papadopoulos et al., 2019), μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής και να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τον κατάλληλο χρόνο επέμβασης με τη σωστή δόση. Συνολικά, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης των εγκαταλελειμμένων ελαιώνων στις στρατηγικές διαχείρισης, καθώς αποτελούν σημαντική πηγή πληθυσμού, ενώ η διαφοροποίηση ανά τύπο καλλιέργειας, η παρακολούθηση των φύλων, η εποχική δραστηριότητα, η αξιολόγηση της προσβολής στους καρπούς και η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών με αλγοριθμικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων παρέχουν κρίσιμες πληροφορίες για τη στοχευμένη και ορθολογική καταπολέμηση του δάκου σε ελαιοκομικές περιοχές. Τέλος, η παρούσα μελέτη καταδεικνύει ότι ο συνδυασμός επιτόπιας παρακολούθησης πληθυσμών, δειγματοληψίας καρπών και δεδομένων από τους ίδιους τους παραγωγούς μπορεί να αποτελέσει ένα αξιόπιστο πλαίσιο για τη βελτιστοποίηση των στρατηγικών δακοκτονίας σε τοπικό επίπεδο. Παράλληλα, αναδεικνύεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας και σε ευρύτερη χωρική κλίμακα, με έμφαση στην αξιολόγηση ευφών παγίδων, αυτοματοποιημένων συστημάτων παρακολούθησης και αλγοριθμικών μοντέλων πρόβλεψης, ώστε να επιτευχθεί πιο έγκαιρη και στοχευμένη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς.

5 Κεφάλαιο 5^ο : Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, Ε. (2019). *Ο δάκος της ελιάς: Βιολογία, παρακολούθηση και μέθοδοι καταπολέμησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου.

Τζανακάκης, Μ. Ε., & Κατσόγιαννος, Β. Ι. (2003). *Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. ΑγροΤύπος Α.Ε.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Akhavani, M., Karimi, N., & Khosh-Khui, M. (2022). Identification of the promising olive (*Olea europaea* L.) cultivars based on morphological and pomological characters. *Food Science & Nutrition*, 10(3), 1299–1311

Albertini, A., Marchi, S., Ratti, C., Burgio, G., & Petacchi, R. (2017). *Bactrocera oleae* pupae predation by *Ocypus olens* (Coleoptera: Staphylinidae) detected by molecular gut content analysis. *IOBC/WPRS Bulletin*.

Al-Ruqaie, I., Al-Khalifah, N. S., & Shanavaskhan, A. E. (2016). *Morphological cladistic analysis of eight popular olive (Olea europaea L.) cultivars grown in Saudi Arabia using Numerical Taxonomic System for personal computer to detect phyletic relationship and their proximate fruit composition*.

Aluja M, Ordano M, Guillén L, Rull J (2012) Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for area wide management. *J Econ Entomol* 105: 823–836. PMID:22812118

Aluja M, Ordano M, Teal PE, Sivinski JM, García-Medel D, Anzures-Dadda A (2009) Larval feeding substrate and species significantly influence the effect of juvenile hormone analog on

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

sexual development/performance in four tropical tephritid flies. *J Insect Physiol* 55: 231–242.
doi: 10.1016/j.jinsphys.2008.11.013 PMID: 19101560

Annecke D, Moran VC (1982) *Insects and Mites of Cultivated Plants in South Africa*.
Butterworths, Durban/Pretoria.

Ant, T., Koukidou, M., Rempoulakis, P., Gong, H.-F., Economopoulos, A., Vontas, J., Alphey, L.
(2012). Control of the olive fruit fly using genetics-enhanced sterile insect technique. *BMC
Biology*, 10(1), 1-8.

Apostolaki, A., Livadaras, I., Saridaki, A., Chrysargyris, A., Savakis, C., Bourtzis, K. (2011).
Transinfection of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* with Wolbachia: towards a symbiont-based
population control strategy. *Journal of Applied Entomology*, 135(7), 546-553.
doi:10.1111/j.1439-0418.2011.01614.x

Argyriou L.C., Studies on the morphology and biology of the black scale *Saissetia oleae* Bernard
in Greece, *Ann. Inst. Phytopathol.* 5 (1963) 353–377.

Armendáriz I, Pérez Sanz A, Nicolás J, et al. 2009. Cinco años de seguimiento de la mosca del
olivo (*Bactrocera oleae* Gmelin, 1790) en los Arribes del Duero. *Bol. San. Veg. Plagas* 35:219–
229.

Arvaniti, O. S., Rodias, E., Terpou, A., Afratis, N., Athanasiou, G., & Zahariadis, T. (2024).
Bactrocera oleae control and smart farming technologies for olive orchards in the context of
optimal olive oil quality: A review. *Agronomy*, 14(11), 2586.

Ascolese, R., Gargiulo, S., Pace, R., Nappa, P., Griffo, R., Nugnes, F., & Bernardo, U. (2022,
April 15). E-traps: A valuable monitoring tool to be improve. *EPPO Bulletin*.

Augustinos AA, Stratikopoulos EE, Zacharopoulou A, Mathiopoulos KD (2002) Polymorphic
microsatellite markers in the olive fly, *Bactrocera oleae*. *Molecular Ecology Notes*, 2, 278–280.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Bagnoli, B. (2000). Indagini sull'impatto di dispositivi per la cattura massale di adulti di *Bactrocera oleae* sull'entomofauna utile dell'oliveto. Available in <http://www.ecotrap.net/prove/arzaisha>.
- Balachowsky, A. S. (1953). *Les Cochenilles des Plantes Ligneuses d'Europe, du Bassin Méditerranéen et du Caucase*. Paris: Paul Lechevalier.
- Baratella, V.; Pucci, C.; Paparatti, B.; Speranza, S. Response of *Bactrocera oleae* to Different Photoperiods and Temperatures Using a Novel Method for Continuous Laboratory Rearing. *Biol. Control*. 2017, 110, 79–88.
- Barazani, O., Dag, A., Kerem, Z., Rohwer, J. G., Fragman-Sapir, O., & Kadereit, J. W. (2016). Genetic structure of wild olives in Israel: Ecological and historical considerations. *Annals of Botany*, 117(1), 77–85. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv152>
- Bedker P.J., O'Brien J.G., Mielke M.E., Arboricultural pruning methodologies, *Arborist News* 3 (4) (1994) 33–38.
- Bento, A. A., Cabanas, J. E., & Pereira, J. A. (2005). Bioecology of the olive moth, *Prays oleae* (Bernard, 1788), in Trás-os-Montes region (northeast Portugal). *IOBC-WPRS Bulletin*, 28, 183–191.
- Berryman AA (1999) Principles of population dynamics and their application. Cheltenham: Stanley Thornes
- Besnard, G., Henry, P., Wille, L., Cooke, D., & Chapuis, E. (2007). On the origin of the invasive olives (*Olea europaea* L., Oleaceae). *Heredity*, 99, 608–619.
- Bibolini S., Contributo alla conoscenza delle cocciniglie dell'olivo: *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera: Cocc.), *Entomologica* 1 (4) (1958) 95 p.
- Biche, M., & Sellami, M. (2011). Biology of *Parlatoria oleae* (Homoptera, Diaspididae) in the area of Cap-Djinet (Algeria). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(1), 52-55.
- Bragard C, Dehnen-Schmutz K, Di Serio F, Gonthier P, Jacques MA, et

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

al. 2020. Pest categorisation of non-EU Tephritidae.

Brook BW, Bradshaw CJA (2006) Strength of evidence for density dependence in abundance time series of 1198 species. *Ecology* 87: 1445–1451. PMID: 16869419

Broufas, G.D.; Pappas, M.L.; Koveos, D.S. Effect of Relative Humidity on Longevity, Ovarian Maturation, and Egg Production in the Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 2009, 102, 70–75.

Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., & Ragoussis, N. (2012). The efficacy of different traps for the capture of *Bactrocera oleae* in olive groves of Greece. *Hellenic Plant Protection Journal*, 5, 27–35.

Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., & Ragoussis, N. (2013). The efficacy of an attract-and-kill strategy in the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 137(3), 179–190.

Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., & Ragoussis, N. (2002). The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. *Journal of Applied Entomology*, 126(5), 217–223.

Bueno, A. M., Jones, O. (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. *IOBC wprs Bulletin*, 25(9), 147–156.

Burrack, H. J., Bingham R., Price R., Connell J.H., Phil A. Phillips A.P., Wunderlich L., Vossen M. P., Neil V. O'Connell V. N., Ferguson L., Zalom F.G. (2011). Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *California Agriculture* 65(1), 14–20.

Burrack, H. J., Connell, J. H., Zalom, F. G. (2008). Comparison of olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae) captures in several commercial traps in California. *International Journal of Pest Management*, 54(3), 227–234.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Byron, M. A., & Gillett-Kaufman, J. L. (1999). Olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi)(Insecta: Diptera: Tephritidae). *Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension*.

Cañellas-Boltà, N., Riera-Mora, S., Orengo, H. A., Livarda, A., & Knappett, C. (2018). *Human management and landscape changes at Palaikastro (Eastern Crete) from the Late Neolithic to the Early Minoan period. Quaternary Science Reviews, 183, 59–75.*

Castrignanò, A.; Boccaccio, L.; Cohen, Y.; Nestel, D.; Kounatidis, I.; Papadopoulos, N.T.; De Benedetto, D.; Mavragani-Tsipidou, P. Spatio-Temporal Population Dynamics and Area-Wide Delineation of *Bactrocera oleae* Monitoring Zones Using Multi-Variate Geostatistics. *Precis. Agric.* 2012, 13, 421–441.

Chardonnet, F., Blanchet, A., Hurtrel, B., Marini, F., & Smith, L. (2019). *Mass-rearing optimization of the parasitoid Psytalia lounsburyi for biological control of the olive fruit fly.* Journal of Applied Entomology, 143(3), 277–288.

Clausen CP (1978) Tephritidae. In: Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Review (ed. Clausen CP), pp. 320–325. USDA Handbook 480. Washington, DC.

Corrado, G., Alagna, F., Rocco, M., Renzone, G., Varricchio, P., Coppola, V., ... & Rao, R. (2012). Molecular interactions between the olive and the fruit fly *Bactrocera oleae*. *BMC plant biology, 12*(1), 86.

Daane KM, Johnson MW: Olive Fruit Fly: Managing an ancient pest in modern times. *Ann Rev Entomol.* 2010, 55: 151-169. 10.1146/annurev.ento.54.110807.090553.

Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2010). *Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times.* Annual Review of Entomology, 55, 151–169.

Daane, K. M., Sime, K. R., Wang, X.-G., Nadel, H., Johnson, M. W., Walton, V. M., Kirk, A. A., & Pickett, C. H. (2008). *Psytalia lounsburyi* (Hymenoptera: Braconidae), potential biological control agent for the olive fruit fly. *Biological Control, 44*(1), 79–89.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Daane, K. M., Wang, X., Nieto, D. J., Pickett, C. H., Hoelmer, K. A., Blanchet, A., Johnson, M. W. (2015). Classic biological control of olive fruit fly in California, USA: release and recovery of introduced parasitoids. *BioControl*, 60(3), 317-330.

DAANE, K. M.; BARZMAN, M. S.; KENNETT, C. E.; CALTAGIRONE, L. E. Parasitoids of black scale in California: establishment of *Prococcophagus probus* Annecke; Mynhardt and *Coccophagus rusti* Compere (Hymenoptera: Aphelinidae) in olive orchards. *Pan-Pacific Entomologist*, v. 67, n. 2, p. 99-106, 1991.

Daane, K.M.; Johnson, M.W. Olive Fruit Fly: Managing an Ancient Pest in Modern Times. *Annu. Rev. Entomol.* 2010, 55, 151–169.

Daane, K.M.; Johnson, M.W.; Pickett, C.H.; Sime, K.R.; Wang, X.-G.; Nadel, H.; Andrews, J.W., Jr.; Hoelmer, K.A. Biological Controls Investigated to Aid Management of Olive Fruit Fly in California. *Calif. Agric.* 2011, 65, 21–28.

De Lotto G., On the black scales of southern Europ (Homoptera: Coccoidea: Coccidae), J. Entomol. Soc. S. Afr. 39 (1976) 147–149.

De Meyer, M. and Ekesi, S. (2016). Exotic Invasive Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): In and Out of Africa. In *Fruit Fly Research and Development in Africa - Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture*. S. Ekesi, S. A. Mohamed & M. De Meyer. Cham: Springer International Publishing, pp. 127–150.

Delkash-Roudsari S, Zibae A, Abbci-Mozhdehi MR. 2014. Digestive proteolytic activity in larvae and adults of *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17: 483-491.

Diller, Y.; Shamsian, A.; Shaked, B.; Altman, Y.; Danziger, B.-C.; Manrakhan, A.; Serfontein, L.; Bali, E.; Wernicke, M.; Egartner, A.; et al. A Real-Time Remote Surveillance System for Fruit Flies of Economic Importance: Sensitivity and Image Analysis. *J. Pest Sci.* 2023, 96, 611–622.

Dinis, A. M., Pereira, J. A., Benhadi-Marín, J., & Santos, S. A. P. (2016). Feeding preferences and functional responses of *Calathus granatensis* and *Pterostichus globosus* (Coleoptera:

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Carabidae) on pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research*, 106(6), 701–709.

Doitsidis, L., Fouskitakis, G. N., Varikou, K. N., Rigakis, I. I., Chatzichristofis, S. A., Papafilippaki, A. K., & Birouraki, A. E. (2017, May). Remote monitoring of the *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) population using an automated McPhail trap. *Computers and Electronics in Agriculture*, 137, σσ. 69-78.

Drew, R. A., & Hancock, D. L. (2022). Biogeography, speciation and taxonomy within the genus *Bactrocera* Macquart with application to the *Bactrocera dorsalis* (Hendel) complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae). *Zootaxa*, 5190(3), 333–360.

El Yamani, M., & Cordovilla, M. D. P. (2024). Tolerance mechanisms of olive tree (*Olea europaea*) under saline conditions. *Plants*, 13(15), 2094.

El-hajj, A.K.; Nemer, N.; Chhadeh, S.H.; Dandashi, F.; Yosef, H.; Nasrallah, M.; Houssein, M.; Talj, V.; Haris, M.; Moussa, Z. Status, Distribution and Parasitism Rate of Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*, Rossi) Natural Enemies in Lebanon. *J. Agric. Stud.* 2018, 5, 246.

Elhrech, H., Aguerd, O., El Kourchi, C., Gallo, M., Naviglio, D., Chamkhi, I., & Bouyahya, A. (2024). Comprehensive review of *olea europaea*: a holistic exploration into its botanical marvels, phytochemical riches, therapeutic potentials, and safety profile. *Biomolecules*, 14(6), 722.

Erlar, F., & Tunç, İ. (2001). A survey (1992–1996) of natural enemies of Diaspididae species in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica*, 29(4), 299–305.

Ferrar P (1987). A guide to the breeding habits and immature stages of Diptera Cyclorrhapha. *Entomophaga* 8: 1–17.

Fletcher, B. S., Pappas, S., & Kapatatos, E. (1978). *Changes in the ovaries of olive flies (Dacus oleae (Gmelin)) during the summer and their relationship to temperature, humidity and fruit availability*. *Ecological Entomology*, 3, 99–107.

Fletcher, B.S. The Biology of Dacine Fruit Flies. *Annu. Rev. Entomol.* 1987, 32, 115–144.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Flint, M. L., B. Kobbe, J. K. Clark, S. H. Dreistadt, J. E. Pehrson, D. L. Flaherty, N. V. O'Connell, P. A. Phillips, and J. G. Morse. 1991. Integrated pest management for citrus, 2nd ed. University of California. Oakland, CA.
- Foxhall, L. (2007). *Olive cultivation in ancient Greece: Seeking the ancient economy*. Oxford University Press.
- Galili, E., Rosen, B., Hartman, G., Kolska Horwitz, L., Weinstein-Evron, M., & Barazani, O. (2021). Holocene morphometric variation of olive stones in the southern Levant: Assessing the impact of domestication and cultivation. *Scientific Reports*, 11, Article 14074. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92784-5>
- Gasperi G, Bonizzoni M, Gomulski LM et al. (2002) Genetic differentiation, gene flow and the origin of infestations of the medfly, *Ceratitis capitata*. *Genetica*, 116, 125–135.
- Genç, H. (2014). Embryonic development of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera: Tephritidae), in vivo. *Turkish Journal of Zoology*, 38(5), 598-602.
- Genç, H., Schetelig, M. F., Nirmala, X., Handler, A. M. (2016). Germline transformation of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), with a piggyBac transposon vector. *Turkish Journal of Biology*, 40(4), 845-855. doi:10.3906/biy-1510-55
- Genç, H.; Nation, J.L. Survival and Development of *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera:Tephritidae) Immature Stages at Four Temperatures in the Laboratory. *Afr. J. Biotechnol.* 2008, 7, 2495–2500.
- Gil-Ortiz, R. (2015). Development of new ecological long-lasting dispensers of semiochemicals for the control of *Bactrocera oleae* (Rossi). *Pest Management Science*, 71(12), 1694-1694. doi:10.1002/ps.4156
- Gutierrez, A. P., Ponti, L., Cossu, Q. A., & Baumgärtner, J. (2009). Climate warming effects on the olive fly (*Bactrocera oleae*) in Mediterranean ecosystems. *Climatic Change*, 96, 195–216.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Gutierrez, A.P.; Ponti, L.; Cossu, Q.A. Effects of Climate Warming on Olive and Olive Fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Clim. Chang.* 2009, 95, 195–217.
- Hagen, K. S., Finney, G. L. (1950). A Food Supplement for Effectively Increasing the Fecundity of Certain Tephritid Species. *Journal of Economic Entomology*, 43(5), 735.
doi:10.1093/jee/43.5.735
- Haniotakis, G. E. (2005). Olive pest control: present status and prospects. *Bulletin OILB/SROP*, 28(9), 1-9.
- Hashmi, M.A.; Khan, A.; Hanif, M.; Farooq, U.; Perveen, S. Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2015
- Hladnik, M. (2017). A review of plant protection against the olive fly (*Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) Gmelin) and molecular methods to monitor the insecticide resistance alleles. *Acta Agriculturae Slovenica*, 109(1), 135-146.
- Hoelmer, K. A., Kirk, A. A., Pickett, C. H., Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2011). *Prospects for improving biological control of olive fruit fly, Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae), with introduced parasitoids*. *Biocontrol Science and Technology*, 21(9), 1005–1025.
- Iost Filho, F., de Bastos Pazini, J., Alves, T., Koch, R., & Yamamoto, P. (2022, November 30). How does the digital transformation of agriculture affect the implementation of Integrated Pest Management? *Frontiers in Sustainable Food System*.
- Jose, P. A., Ben-Yosef, M., Jurkevitch, E., & Yuval, B. (2019). *Symbiotic bacteria affect oviposition behavior in the olive fruit fly Bactrocera oleae*. *Journal of Insect Physiology*, 117, 103917.
- Jose, S., Singh, A., & Patel, R. (2019). Host fruit preference of *Bactrocera oleae* in relation to fruit maturity. *Journal of Pest Science*, 92(2), 743–752.
- Kaniewski, D., Van Campo, E., & Weiss, H. (2012). Drought is a recurring challenge in the Middle East. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(10), 3862–3867.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Katsikogiannis, G.; Kavroudakis, D.; Tscheulin, T.; Kizos, T. Population Dynamics of the Olive Fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), Are Influenced by Different Climates, Seasons, and Pest Management. *Sustainability* 2023, 15, 14466.

Kavroudakis, D.; Kizos, T.; Tscheulin, T.; Katsikogiannis, G.; Stavrianakis, G.; Tsalta, L. Spatial Analysis of Olive Fly on Samos Island. *Int. J. Pest Manag.* 2024, 1–13.

Kennett, C. E. (1967). Biological control of oliver scale, *Parlatoria oleae* (Colvée), in a deciduous fruit Orchard in California. *Entomophaga* 12(4), 461–474. Rochat, J., & Gutierrez, J. (2001). *Biological control in olive orchards: parasitic and predatory insects*.

Kiritani S (2013) Different effects of climate change on the population dynamics of insects. *Appl Entomol Zool* 48: 97–104.

Knap, T., Bandelj, D. (2016). Microsatellite analysis revealed a different approach of control of olive fly population (*Bactrocera oleae*) in Slovenia. *Journal of Applied Entomology*. doi:10.1111/jen.12333

Knape J, de Valpine P (2012) Are patterns of density dependence in the Global Population DynamicsDatabase driven by uncertainty about population abundance? *Ecology Lett* 15: 17–23.

Kokkari, A.I.; Pliakou, O.D.; Floros, G.D.; Kouloussis, N.A.; Koveos, D.S. Effect of Fruit Volatiles and Light Intensity on the Reproduction of *Bactrocera (Dacus) oleae*. *J. Appl. Entomol.* 2017, 141, 841–847.

Koprivnjak O, Dminic I, Kosic U, Majetic V, Godena S, Valencic V: Dynamics of oil quality parameters changes related to olive fruit fly attack. *Europ J Lip Sci Tech.* 2010, 112 (9): 1033-1040. 10.1002/ejlt.201000298.

Kounatidis, I., Papadopoulos, N. T., & Nestel, D. (2008). Patterns of olive fruit fly dispersal among adjacent olive orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 129(3), 250–257.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Kounatidis, I.; Papadopoulos, N.T.; Mavragani-Tsipidou, P.; Cohen, Y.; Tertivanidis, K.; Nomikou, M.; Nestel, D. Effect of Elevation on Spatio-Temporal Patterns of Olive Fly (*Bactrocera oleae*) Populations in Northern Greece. *J. Appl. Entomol.* 2008, *132*, 722–733.
- Ksentini, I.; Gharsallah, H.; Sahnoun, M.; Schuster, C.; Hamli Amri, S.; Gargouri, R.; Triki, M.A.; Ksantini, M.; Leclerque, A. *Providencia entomophila* Sp. Nov., a New Bacterial Species Associated with Major Olive Pests in Tunisia. *PLoS ONE* 2019, *14*, e0223943.
- Kumar, P., Singh, R., & Sharma, A. (2011). Genetic characterization of *Olea europaea* L.: Chromosomal analysis and diversity. *Journal of Plant Genetics*, *12*(3), 145–153.
- Langgut, D., Cheddadi, R., Carrión, J. S., Cavanagh, M., Colombaroli, D., Eastwood, W. J., ... & Woodbridge, J. (2019). The origin and spread of olive cultivation in the Mediterranean Basin: The fossil pollen evidence. *The Holocene*, *29*(5), 902–922.
<https://doi.org/10.1177/0959683619826642>
- Leftwich, P. T., Bolton, M., Chapman, T. (2016). Evolutionary biology and genetic techniques for insect control. *Evolutionary Applications*, *9*(1), 212–230. doi:10.1111/eva.12280
- Maes, W. H., & Steppe, K. (2019, February). Perspectives for Remote Sensing with Unmanned Aerial Vehicles in Precision Agriculture. *Trends in plant science*, *24*(2).
- Malacrino, A., Schena, L., Campolo, O., Laudani, F., Palmeri, V. (2015). Molecular analysis of the fungal microbiome associated with the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Fungal Ecology*, *18*, 67–74. doi:10.1016/j.funeco.2015.08.006
- Malheiro, R.; Casal, S.; Baptista, P.; Pereira, J.A. A Review of *Bactrocera oleae* (Rossi) Impact in Olive Products: From the Tree to the Table. *Trends Food Sci. Technol.* 2015, *44*, 226–242.
- Mamdouh, N.; Khattab, A. YOLO-Based Deep Learning Framework for Olive Fruit Fly Detection and Counting. *Inst. Electr. Electron. Eng. Access* 2021, *9*, 84252–84262.
- Margaritis LH (1985). Comparative study of the eggshell of the fruit flies *Dacus oleae* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Trypetidae). *Can J Zool* *63*: 2194–2206.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Martínez-Núñez, C.; Rey, P.J.; Salido, T.; Manzaneda, A.J.; Camacho, F.M.; Isla, J. Ant Community Potential for Pest Control in Olive Groves: Management and Landscape Effects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2021, 305, 107185.

McKenzie, H. L. (1952). *The Armored Scale Insects of California (Homoptera: Diaspididae)*. Berkeley, CA: University of California Press.

Mendes F, Cavaco M (2009). Manual de Protecção Fitossanitária para Protecção Integrada e Agricultura Biológica do Olival. Lisbon, Portugal: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, DGADR (in Portuguese).

Mira, J.L.; Barba, J.; Romero, F.P.; Escolar, M.S.; Caba, J.; López, J.C. Benchmarking of Computer Vision Methods for Energy-Efficient High-Accuracy Olive Fly Detection on Edge Devices. *Multimed. Tools Appl.* 2024, 83, 81785–81809.

Miranda, M.Á.; Barceló, C.; Valdés, F.; Feliu, J.F.; Nestel, D.; Papadopoulos, N.; Sciarretta, A.; Ruiz, M.; Alorda, B. Developing and Implementation of Decision Support System (DSS) for the Control of Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae*, in Mediterranean Olive Orchards. *Agronomy* 2019, 9, 620.

Molina-Rotger, M.; Morán, A.; Miranda, M.A.; Alorda-Ladaria, B. Remote Fruit Fly Detection Using Computer Vision and Machine Learning-Based Electronic Trap. *Front. Plant Sci.* 2023, 14, 1241576.

Moreno-Alcaide, F., Quesada-Moraga, E., Valverde-García, P., & Yousef-Yousef, M. (2025). Optimizing decision-making potential, cost, and environmental impact of traps for monitoring olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi)(Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 118(1), 219-228.

Morris, T. I., Campos, M., & Kidd, N. A. C. (1998). A sustainable strategy for controlling the olive moth *Prays oleae* (Bern.) using predators. *Integrated Pest Management Reviews*, 3, 1–12.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Nardi F, Carapelli A, Dallai R, Frati F. 2003. The mitochondrial genome of the olive fly *Bactrocera oleae*: two haplotypes from distant geographical locations. *Insect Molecular Biology* 12: 605-611.
- Nardi, F., Carapelli, A., Dallai, R., Roderick, G. K., & Frati, F. (2005). Population structure and colonization history of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae). *Molecular ecology*, 14(9), 2729-2738.
- Navarro-Llopis, V., Alfaro, C., Primo, J., & Vacas, S. (2011). Response of two tephritid species, *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata*, to different emission levels of pheromone and parapheromone. *Crop Protection*, 30(7), 913-918.
- Nave, A., Gonçalves, F., Teixeira, R., Costa, C. A., Campos, M., & Torres, L. (2003). Hymenoptera parasitoid complex of *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera: Praydidae) in Portugal. *Turkish Journal of Zoology*, 41(3), 419–425.
- Navrozidis, E. I., Papadopoulos, N. T., Kouloussis, N. A., & Katsoyannos, B. I. (2007). Influence of temperature and relative humidity on longevity and fecundity of *Bactrocera oleae*. *Journal of Insect Science*, 7(1), 1–9.
- Navrozidis, E., Zartaloudis, Z., Thomidis, T., Karagiannidis, N., Roubos, K. and Michailides, Z. (2007). Effect of Soil Plowing and Fertilization on the Susceptibility of Four Olive Cultivars to the Insect *Bactrocera oleae* and the Fungi *Sphaeropsis dalmatica* and *Spilocaea oleagina*. *Phytoparasitica* 35(5), 429–432.
- NBN Atlas. (2025). *Bactrocera oleae* (olive fruit fly). National Biodiversity Network. <https://species.nbnatlas.org/species/NHMSYS0000446240>
- Nestel D, Carvalho J, Nemny-Lavy E (2004) The spatial dimension in the ecology of insect pests and its relevance to pest management. In: Horowitz AR, Ishaaya I, editors. Insect pests management. Berlin: Springer-Verlag. pp. 45–63.
- Nestel, D., Carvalho, J., Zaidan, S., Ben-Yehuda, S., & Nemni-Lavi, E. (2002). *Three years of trials on mass-trapping of the olive fly (Bactrocera oleae) in Israel*. *Alon Hanotea*, 56, 460–469.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Nestel, D., Nemny-Lavy, E., & Zada, A. (2004). Spatial dynamics of olive fruit fly populations in Israel: Implications for IPM. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111(3), 189–196.
- Nicholson AJ (1958) Dynamics of insect populations. *Annu Rev Entomol* 3: 107–136.
- Nobre, T. Olive Fruit Fly and Its Obligate Symbiont *Candidatus* *Erwinia dacicola*: Two New Symbiont Haplotypes in the Mediterranean Basin. *PLoS ONE* 2021, 16, e0256284.
- Noman, M.S.; Liu, L.; Bai, Z.; Li, Z. Tephritidae Bacterial Symbionts: Potentials for Pest Management. *Bull. Entomol. Res.* 2020, 110, 1–14.
- Notario, A., et al. (2022). Effect of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) infestation on the volatile profile and quality of olive oil. *Molecules*, 27(5), 1650.
- Notario, A., Pérez-Rodríguez, J. M., González-Mas, M. C., Martín, M. C., & Sanz, J. (2022). *Influence of Bactrocera oleae infestation on the chemical composition and sensory quality of olive oil*. *Foods*, 11(15), 2314.
- Ordano, M., Engelhard, I., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Blum, M., Yasin, S., ... & Nestel, D. (2015). Olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) population dynamics in the Eastern Mediterranean: influence of exogenous uncertainty on a monophagous frugivorous insect. *PloS one*, 10(5), e0127798.
- Ortis, G., Santoiemma, G., Marangoni, F., Sanna, F., Fidanza, M. R., Baldessari, M., & Mori, N. (2025). Efficacy of Attract-and-Kill Techniques in Controlling *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in a Highly Variable Olive Production Scenario. *Insects*, 16(11), 1161.
- Ouguas, Y., et al. (2024). The olive fruit fly (*Bactrocera oleae*): Biology, distribution, and control strategies. *African Mediterranean Agricultural Journal*.
- Ouguas, Y., & Chemseddine, M. (2011). Effect of pruning and chemical control on *Saissetia oleae* (Olivier)(Hemiptera, Coccidae) in olives. *Fruits*, 66(3), 225-234.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Papadopoulos NT (2003) Las plagas en los cultivos de cítricos en Grecia: la mosca del Mediterráneo, las prácticas de control actuales y las directrices futuras. *Phytoma España* 153: 149–154.

Papadopoulos, N. T., De Meyer, M., Terblanche, J. S., & Kriticos, D. J. (2024). Fruit flies: challenges and opportunities to stem the tide of global invasions. *Annual Review of Entomology*, 69(1), 355-373.

Papadopoulos, N. T., et al. (2019). *Decision support systems and algorithms for precision pest management in olive orchards*. *Agronomy*, 9(10), 620.

Papadopoulos, N. T., Plant, R. E., & Carey, J. R. (2013). From trickle to flood: The large-scale, climatically driven population dynamics of olive fruit fly in Mediterranean ecosystems. *Biological Control*, 65(2), 227–238.

Papadopoulos, N.T. (2014). Fruit Fly Invasion: Historical, Biological, Economic Aspects and Management. In *Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies*. T. Shelly, N. Epsky, E.B. Jang, J. Reyes-Flores & R. Vargas. pp. 219–252.

Paredes, D., Campos, M., & Benítez, E. (2015). Elevating complexity in olive orchard agroecosystems to promote the conservation of natural enemies. *Ecological Applications*, 25(4).

Paredes, D., Cayetano, M., & Campos, M. (2019). Predatory bugs associated with the biological control of the olive moth (*Prays oleae*) in olive orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 272, 210–218.

Pascual, S., Ortega, M., & Villa, M. (2022). *Prays oleae* (Bernard), its potential predators and biocontrol depend on the structure of the surrounding landscape. *Biological Control*, 176, 105092.

Pasquali, S., Conti, E., & Ioriatti, C. (2016). Seasonal dynamics and environmental influences on *Bactrocera oleae* populations in Italian olive orchards. *Bulletin of Insectology*, 69(1), 25–33.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Pavlidis, N., Dermauw, W., Rombauts, S., et al. (2013). Analysis of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* transcriptome and phylogenetic classification of the major detoxification gene families. *PLoS ONE*, 8(6), e66533.

Pavlidis, N.; Gioti, A.; Wybouw, N.; Dermauw, W.; Ben-Yosef, M.; Yuval, B.; Jurkevich, E.; Kampouraki, A.; Van Leeuwen, T.; Vontas, J. Transcriptomic Responses of the Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae* and Its Symbiont *Candidatus* *Erwinia dacicola* to Olive Feeding. *Sci. Rep.* 2017, 7, 42633.

Pedigo LP. 1996. Entomology and pest management. New Jersey: Prentice-Hall.

Petacchi, R., Rossi, S., & Lucchi, A. (2015). Impact of abandoned olive groves on the population dynamics of *Bactrocera oleae*. *Journal of Applied Entomology*, 139(9), 681–690.

Petacchi, R.; Marchi, S.; Federici, S.; Ragaglini, G. Large-Scale Simulation of Temperature-Dependent Phenology in Wintering Populations of *Bactrocera oleae* (Rossi). *J. Appl. Entomol.* 2015, 139, 496–509.

Phillips VT. 1946. The biology and identification of trypetid larvae (Diptera: Trypetidae). *Memoirs of the American Entomological Society* 12: 1-161.

Picchi, M.S., Boccia, G., Petacchia, R., and Entling, M.H. (2016). Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 222, 138–147.

Picchi, M.S., Marchi, S., Albertini, A. and Petacchi, R. (2017). Organic management of olive orchards increases the predation rate of overwintering pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 108, 9–15.

Piñero, J. C., Mau, R. F. L., Vargas, R. I. (2010). Comparison of Rain-Fast Bait Stations Versus Foliar Bait Sprays for Control of Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis*, in Papaya Orchards in Hawaii. *Journal of Insect Science*, 10, 157. doi:10.1673/031.010.14117

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Ponti, L.; Gutierrez, A.P.; Ruti, P.M.; Dell'Aquila, A. Fine-Scale Ecological and Economic Assessment of Climate Change on Olive in the Mediterranean Basin Reveals Winners and Losers. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2014, *111*, 5598–5603.
- Pontikakos, C. M., Tsiligiridis, T. A., & Yialouris, C. P. (2012). Spatio-temporal analysis of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) population dynamics. *Computers and Electronics in Agriculture*, *82*, 35–44.
- Pontikakos, C.M.; Tsiligiridis, T.A.; Drougka, M.E. Location-Aware System for Olive Fruit Fly Spray Control. *Comput. Electron. Agric.* 2010, *70*, 355–368.
- Pontikakos, C.M.; Tsiligiridis, T.A.; Yialouris, C.P.; Kontodimas, D.C. Pest Management Control of Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*) Based on a Location-Aware Agro-Environmental System. *Comput. Electron. Agric.* 2012, *87*, 39–50.
- Potamitis, I., Eliopoulos, P., & Rigakis, I. (2017, August 22). Automated Remote Insect Surveillance at a Global Scale and the Internet of Things. *Robotics*, *6*(19).
- Potamitis, I., Rigakis, I., Fysarakis, K. (2014). The Electronic McPhail Trap. *Sensors*, *14*(12), 22285-22299. doi:10.3390/s141222285
- Potamitis, I., Rigakis, I., Vidakis, N., Petousis, M., & Weber, M. (2018, May 8). Affordable Bimodal Optical Sensors to Spread the Use of Automated Insect Monitoring. *Journal of sensors*, 2018.
- Prado, E., Alvarenga, T. M., & Santa-Cecília, L. V. C. (2015). Parasitoids associated with the black scale *Saissetia oleae* (Olivier)(Hemiptera: Coccidae) in olive trees in Minas Gerais State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, *37*(4), 411-416.
- Preti, M., Verheggen, F., & Angeli, S. (2021). Insect pest monitoring with camera-equipped traps: strengths. *Journal of Pest Science*, *94*, σσ. 203- 217.
- Preu, M., Bigler, F., & Picchi, M. (2020). Case study 1: Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*). In *Ecological Networks in Sustainable Agriculture* (pp. 45–63). Springer Nature.
- Qing, Y., Jin, F., Jian, T., Wei-gen, X., Xu-hua, Z., Bao-jun, Y., . . . Li-jun,

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Ras, E.; Beukeboom, L.W.; Cáceres, C.; Bourtzis, K. Review of the Role of Gut Microbiota in Mass Rearing of the Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae*, and Its Parasitoids. *Entomol. Exp. Appl.* 2017, *164*, 237–256.
- Rejili, M., Fernandes, T., Dinis, A. M., Pereira, J. A., Baptista, P., Santos, S. A. P., Lino-Neto, T. (2016). A PCR-based diagnostic assay for detecting DNA of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, in the gut of soil-living arthropods. *Bulletin of Entomological Research*, *106*(5), 695-699. doi:10.1017/S000748531600050X
- Rice R. (2000). Bionomics of the olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae*. University of California Plant Protection Quarterly 10: 1-5. (14 February 2019)
- Rice RE (1999) Olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae*. UC Plant Protection Quarterly, 9, 2.
- Rice RE, Phillips PA, Stewart-Leslie J, Sibbett GS (2003) Olive fruit fly populations measured in central and southern California. *California Agriculture*, *57*, 122–127.
- Rice, R.E. (2001). Bionomics of the Olive Fruit Fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *Plant Protection Quarterly* 40(3), 1-5.
- Rochat, J. and Gutierrez, A.P. (2001). Weather-mediated regulation of olive scale by two parasitoids. *Journal of Animal Ecology* 70(3), 476–490.
- Roderick GK (2004) Tracing the origin of pests and natural enemies: genetic and statistical approaches. In: Genetics, Evolution, and Biological Control (eds Ehler LE, Sforza R, Mateille T), pp. 97–112. CAB International, Wallingford, UK.
- Roderick GK, Navajas M (2003) Genes in new environments: genetics and evolution in biological control. *Nature Reviews Genetics*, *4*, 889–899.
- Sánchez-Martínez, J. D., & Garrido-Almonacid, A. (2018). Olive cultivation in the era of globalization. *VNUHCM Journal of Social Sciences and Humanities*, *2*(1), 60-71.
- scharntke, T.; Brandl, R. Plant-Insect Interactions in Fragmented Landscapes. *Annu. Rev. Entomol.* 2004, *49*, 405–430.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Schweizer, H., J. G. Morse, and R. F. Luck. 2003. Evaluation of *Metaphycus* spp. for suppression of black scale (Homoptera: Coccidae) on southern California citrus. *Biol. Control* 32: 377–386.
- Sciarretta A, Travaglini T, Kfoury L, et al. 2024. Comparison of different trapping devices for the capture of *Bactrocera oleae* (Rossi) and other non-target insects in the Mediterranean basin. *J. Entomol. Acarol. Res.* 56:1–15. <https://doi.org/10.4081/jear.2024.12302>.
- Segura, M.D., Callejas, C. and Ochando, M.D. (2008). *Bactrocera oleae*: A single large population in Northern Mediterranean basin. *Journal of Applied Entomology* 132(9–10), 706–713.
- Silvestri F (1916) Prima notizia sulla presenza della mosca delle olive e di un parassita di essa in India. *Rendiconti Della Reale Accademia dei Lincei*, 25, 424.
- Silvestri, F. (1913). *Machilidarum* (Thysanura) species nonnullae novae ex regione indomalayana. *Zool. Anz.*, xl, 1912 (*Machilis gravis*, p. 1; *Megalopsobius convergens*, p. 4; *Macht. Records of the Indian Museum*, 9, 51.
- Skouras PJ, Margaritopoulos JT, Seraphides NA, Ioannides IM, Kakani EG, Mathiopoulos KD, Tsitsipis JA: Organophosphate resistance in olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, populations in Greece and Cyprus. *Pest Manag Sci.* 2007, 63 (1): 42–48. 10.1002/ps.1306.
- Solomon ME (1957) Dynamics of insect populations. *Annu Rev Entomol* 2: 121–142.
- Stathas, G. J., Bouras, S. L., Elipoulos, P. A., & Emmanouel, N. G. (2005). Control of diaspidid scales on olive trees by releasing coccinellid predators. *IOBC WPRS BULLETIN*, 28(9), 157.
- Stathas, G. J., Eliopoulos, P. A., Kontodimas, D. C., & Giannopoulos, G. (2005). Parameters of the reproductive biology of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae). *International Journal of Pest Management*, 51(3), 175–181.
- Stavrianakis, G., Sentas, E., Zafeirelli, S., Tscheulin, T., & Kizos, T. (2025). Utilizing Olive Fly Ecology Towards Sustainable Pest Management. *Biology*, 14(2), 125.

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- Stavrianakis, G.; Sentas, E.; Stattegger, S.R.; Tscheulin, T.; Kizos, T. Effect of Olive Grove's Understorey Management on Arthropod Diversity. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 2024, 48, 1115–1138.
- Stern, V. M., Smith, R. F., van den Bosch, R., & Hagen, K. S. (1959). *The integrated control concept*. *Hilgardia*, 29(2), 81–101.
- Sustainability. (2023). *Population Dynamics of the Olive Fly, Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae), Are Influenced by Different Climates, Seasons, and Pest Management*. Sustainability, 15(19), 14466.
- Templeton AR (1998) Nested clade analysis of phylogeographic data: testing hypotheses about gene flow and population history. *Molecular Ecology*, 7, 381–397.
- Tena, A., Soto, A., Vercher, R., & Garcia-Mari, F. (2007). Density and structure of Saissetia oleae (Hemiptera: Coccidae) populations on citrus and olives: relative importance of the two annual generations. *Environmental entomology*, 36(4), 700-706.
- Terral, J.-F., Alonso, N., Buxó, R., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., ... & Rovira, N. (2004). Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography*, 31(1), 63–77. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.01019.x>
- Terral, J.-F., Badal, E., & Heinz, C. (2021). The contribution of archaeobotany to the understanding of olive domestication and diffusion in the Mediterranean Basin. *Vegetation History and Archaeobotany*, 30, 207–223. <https://doi.org/10.1007/s00334-020-00773-2>
- Therios, I.N. *Olives*; CABI: Wallingford, UK, 2009; p. 409.
- Torres-Vila, L. M., Rodríguez-Molina, M. C., & Martínez, J. A. (2003). Olive fly damage and olive storage effects on paste microflora and virgin olive oil acidity. *Grasas y Aceites*, 54(3), 285–294.
- Tsantili, E.; Evangelou, E.; Kiritsakis, A. Botanical characteristics of olive trees: Cultivation and growth conditions—Defense mechanisms to various stressors and effects on

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

olive growth and functional compounds. In *Olives and Olive Oil as Functional Foods*, 1st ed.; Shahidi, F., Kiritsakis, A., Eds.; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2017; pp. 13–33.

Tscharntke, T.; Bommarco, R.; Clough, Y.; Crist, T.O.; Kleijn, D.; Rand, T.A.; Tylianakis, J.M.; van Nouhuys, S.; Vidal, S. Reprint of “Conservation Biological Control and Enemy Diversity on a Landscape Scale” [Biol. Control 43 (2007) 294–309]. *Biol. Control*. 2008, 45, 238–253.

Tsitsipis, J.A. Effect of Constant Temperatures on Larval and Pupal Development of Olive Fruit Flies Reared on Artificial Diet. *Env. Entomol.* 1980, 9, 764–768.

Tsitsipis, J.A. Effect of Constant Temperatures on The Eggs of The Olive Fruit Fly, *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae). 1977.

Tzanakakis, M. Seasonal Development And Dormancy of Insects And Mites Feeding on Olive: A Review. *Neth. J. Zool.* 2003, 52, 87–224.

United States Department of Agriculture (USDA) (2001) Fruit Fly Cooperative Control Program: Final Environmental Impact Statement, 2001. USDA Marketing and Regulatory Programs, Animal and Plant Health Inspection Service, Riverdale, Maryland

Varikou, K., Alexandrakis, V., Gika, V., Birouraki, A., Marnelakis, C., Sergeantani, C. (2013). Estimation of fly population density of *Bactrocera oleae* in olive groves of Crete. *Phytoparasitica*, 41(1), 105-111. doi:10.1007/s12600-012-0270-0

Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A. (2014). Response of olive fruit fly *Bactrocera oleae* to various attractant combinations, in orchards of Crete. *Bulletin of Insectology*, 67(1), 109-114.

Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A. (2015). Residual attractiveness of various bait spray solutions to *Bactrocera oleae*. *Crop Protection*, 68, 60-66. doi:10.1016/j.cropro.2014.11.009

Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A., Ioannou, A., Kapogia, E. (2016). Improvement of bait sprays for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection*, 81, 1-8. doi:10.1016/j.cropro.2015.11.007

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Villa, M., Santos, S. A. P., Mexia, A., & Bento, A. (2016a). Natural control of *Prays oleae* (Bernard) by predatory arthropods in olive groves. *Biological Control*, 99, 139–146.

Villablanca FX, Roderick GK, Palumbi SR (1998) Invasion genetics of the Mediterranean fruit fly: variation in multiple nuclear introns. *Molecular Ecology*, 7, 547–560

Virgilio, M., Jordaens, K., Verwimp, C., White, I. M., & De Meyer, M. (2014). *Cryptic diversity and gene flow among three African fruit fly species: Implications for taxonomy and pest management. PLoS ONE*, 9(3), e92854.

Vitanović, E.; Aldrich, J.R.; Boundy-Mills, K.; Čagalj, M.; Ebeler, S.E.; Burrack, H.; Zalom, F.G. Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), Attraction to Volatile Compounds Produced by Host and Insect-Associated Yeast Strains. *J. Econ. Entomol.* 2020, 113, 752–759.

Vizzarri, V.; Lombardo, L.; Novellis, C.; Rizzo, P.; Pellegrino, M.; Cruceli, G.; Godino, G.; Zaffina, F.; Ienco, A. Testing the Single and Combined Effect of Kaolin and Spinosad against *Bactrocera oleae* and Its Natural Antagonist Insects in an Organic Olive Grove. *Life* 2023, 13, 607.

Vossen, P., Varela, L. and Devarenne, A. (2006). Olive fruit fly. *University of California Cooperative Extension*, 1–4.

Yao, Q., Feng, J., Tang, J., Xu, W.-g., Zhu, X.-h., Yang, B.-j., Lü, J., Xie, Y.-z., Yao, B., Wu, S.-z., Kuai, N.-y., & Wang, L.-j. (2020). Development of an automatic monitoring system for rice light-trap pests based on machine vision. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(10), 2500–2513. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63168-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63168-9)

Wang, X., Levy, K., Nadel, H., Johnson, M. W., Blanchet, A., Argov, Y., Pickett, C. H., & Daane, K. M. (2013). *Overwintering survival of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) and two introduced parasitoids in California*. *Environmental Entomology*, 42(3), 467–476.

Weems Jr, H. V. (1966). The Caribbean fruit fly in Florida. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 79, pp. 401-404).

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

- White IM, Elson-Harris MM. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. Wallingford, UK: CAB Int.
- Wiesman, Z. (2009). *Desert olive oil cultivation: advanced bio technologies*. Academic press.
- Yasin, S., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Levi-Zada, A., Tsukada, M., Papadopoulos, N.T. and Nestel, D. (2014). Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. *Crop Protection* 57, 63–70.
- Yokoyama, V. Y. (2014a). Olive fruit fly adult response to attract-and-kill bait stations in greenhouse cages with weathered bait spray and a commercial table olive orchard. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(4), 717-721. doi:10.1016/j.aspen.2014.07.004
- Yokoyama, V. Y. (2014b). Response of Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) to an Attract-and-Kill Trap in Greenhouse Cage Tests. *14*(250). doi:10.1093/jisesa/ieu112
- Yokoyama, V.Y. (2015). Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Table Olives, USA: Invasion, Distribution, and Management Implications. *Journal of Integrated Pest Management* 6(1).
- Yokoyama, V.Y. Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Table Olives, USA: Invasion, Distribution, and Management Implications. *J. Integr. Pest Manag.* 2015, 6.
- Yousef, M., Garrido-Jurado, I., Ruíz-Torres, M., Quesada-Moraga, E. (2016). Reduction of adult olive fruit fly populations by targeting preimaginals in the soil with the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum*. *Journal of Pest Science*, 1-10. doi:10.1007/s10340-016-0779-y
- Zohary D (1994) The wild genetic resources of the cultivated olive. *Acta Horticulturae*, 365, 62–65.
- Zohary, D., & Spiegel-Roy, P. (1975). Beginnings of fruit growing in the Old World. *Science*, 187(4174), 319–327. <https://doi.org/10.1126/science.187.4174.319>

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). *Domestication of plants in the Old World* (4th ed.). Oxford University Press.

Zygouridis, N. E., Argov, Y., Nemny-Lavy, E., Augustinos, A. A., Nestel, D., Mathiopoulos, K. D. (2014). Genetic changes during laboratory domestication of an olive fly SIT strain. *Journal of Applied Entomology*, 138(6), 423-432. doi:10.1111/jen.12042

Πηγές από το διαδίκτυο

ΔΑΟΚ Π.Ε. Μεσσηνίας. (2025, 7 Οκτωβρίου). Δελτίο Τύπου — Ψεκασμοί δακοκτονίας 8/10/2025. Περιφέρεια Πελοποννήσου. <https://www.ppel.gov.gr/d-a-o-k-p-e-messinias-deltio-tipou-psekasmon-dakoktonias-stis-8-10-2025/>

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών / meteosearch.meteo.gr. (n.d.). Κατάλογος αρχείων μετρήσεων σταθμών (*list station files720*). <https://meteosearch.meteo.gr/data/list-station-files720.cfm>

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. (2026). *Meteo.gr: Μετεωρολογικά δεδομένα για τη Νέα Καλλικράτεια Χαλκιδικής*. <https://meteo.gr>

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. (2026). *Meteo.gr: Μετεωρολογικά δεδομένα για τα Νέα Μουδανιά Χαλκιδικής*. <https://meteo.gr>

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. (2026). *Meteo.gr: Μετεωρολογικά δεδομένα για το Νέο Μαρμαρά Χαλκιδικής*. <https://meteo.gr>

Ελληνική Δημοκρατία (2012). Νόμος 4036/2012 – Κώδικας φυτοπροστατευτικών προϊόντων και βιώσιμη χρήση (με ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/128/EK). Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Οικονομικός Ταχυδρόμος. (2023, February 1). Καταστροφική η ακαρπία στις ελιές Χαλκιδικής: Ζημία 161 εκατ. ευρώ. *Οικονομικός Ταχυδρόμος*. https://www.ot.gr/2023/02/01/agro/xalkidiki-katastrofiki-i-akarpia-stis-elies-zimia-161-ekat-eyro/?utm_source

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. (2020, Ιανουάριος 10). Απόφαση κατανομής πιστώσεων για το Πρόγραμμα Δακοκτονίας 2020 (Αρ. Πρωτ. 1904). <https://www.ypes.gr/wp-content/uploads/2020/01/eggr1904-10012020.pdf>

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). (2012). *OEPP/EPPO standard PM 3/092: Bactrocera oleae — Assessment of fruit infestation by fruit flies; sampling and monitoring*. Bulletin OEPP/EPPO, 42(3), 431–433. Retrieved from <https://www.eppo.int>

European Commission – DG AGRI. (2024). *Olive oil dashboard – Market situation in the EU*. <https://agriculture.ec.europa.eu/>

FAO. (2015). *Guidelines for pest eradication programmes (ISPM 26, Section 3.3: Bait stations)*. International Plant Protection Convention. https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2018/10/ISPM_26_2015_En_FF_Post-CPM-13_InkAm_2018-10-01.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). *FAOSTAT statistical database*. Retrieved November 28, 2025, from <https://www.fao.org/faostat/en/>

GNA AgroScience. (n.d.). *FruitFlyNet-II project description*. <https://gna-agroscience.gr/oliveflynet/>

Hellenic National Meteorological Service. (n.d.). *Climatological data for Northern Greece*. <https://www.hnms.gr>

Hellenic Statistical Authority (ELSTAT). (2023). *Annual Agricultural Statistical Survey – Final Results 2021 & 2022*. Piraeus: ELSTAT. <https://www.statistics.gr>

Hellenic Statistical Authority (ELSTAT). (2025). *Annual Agricultural Statistical Survey – Final Results 2023*. Piraeus: ELSTAT. <https://www.statistics.gr>

International Olive Council. (2022). *International Olive Council*. <https://www.internationaloliveoil.org>

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

International Olive Council. (2024a). *Key-figures on the world market of olive oil (120th Session)*. <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2024/12/120-HO-2024.pdf>

International Olive Council. (2024b). *World market of olive oil and table olives: Data from December 2024*. <https://www.internationaloliveoil.org/world-market-of-olive-oil-and-table-olives-data-from-december-2024>

IOBC/WPRS. (2005). Πρακτικά της συνάντησης της Ομάδας Εργασίας “Ολοκληρωμένη Προστασία των Ελαιώνων” / Groupe de travail “Protection Intégrée des Olivaies”, Χανιά, Κρήτη, Ελλάδα, 29–31 Μαΐου 2003 (A. Kalaitzaki, V. Alexandrakis & K. Varikou, επιμ.) (Τόμος 28(9), *IOBC-WPRS Bulletin*). IOBC/WPRS.
<https://www.iris.sssup.it/retrieve/handle/11382/301628/544/Petacchi%20et%20al..pdf>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Producciones agrícolas: Aceite de oliva y aceituna de mesa*. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/aceite.aspx>

Open-Meteo. (n.d.). *Historical weather API*. <https://open-meteo.com/en/docs/historical-weather-api>

Weather Atlas. (n.d.-a). *Nea Kallikratia climate*. <https://www.weather-atlas.com/en/greece/nea-kallikratia-climate>

Weather Atlas. (n.d.-b). *Nea Moudania climate*. <https://www.weather-atlas.com/en/greece/nea-moudania-climate>

Weather Atlas. (n.d.-c). *Neos Marmaras climate*. <https://www.weather-atlas.com/en/greece/neos-marmaras-climate>

Weathercloud. (n.d.). *Weather station data – Nea Moudania*. <https://app.weathercloud.net>

Wikipedia. (n.d.-a). *Νέα Καλλικράτεια*. https://el.wikipedia.org/wiki/Νέα_Καλλικράτεια

Wikipedia. (n.d.-b). *Παρθενώνας Χαλκιδικής*.
https://el.wikipedia.org/wiki/Παρθενώνας_Χαλκιδικής

Δυναμική πληθυσμών και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Χαλκιδικής

Πηγές εικόνων

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (n.d.). *FAOSTAT statistical database*. (Data on regional olive production share are based on FAO/FAOSTAT agricultural statistics; FAO, n.d.) <https://www.fao.org/faostat/en/>
Google. *Google Earth*. Διαθέσιμο στο: <https://earth.google.com/>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/ δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.