



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ  
& ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Διερεύνηση της προσαρμογής απομονώσεων *Colletotrichum* spp.  
σε ακραίες θερμοκρασίες καθώς και της παθογένειάς τους σε άνθη  
και καρπούς ποικιλιών ελιάς



**Κωνσταντίνα Κ. Πάνα**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:  
Αλίκη Τζίμα, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Διερεύνηση της προσαρμογής απομονώσεων *Colletotrichum* spp.  
σε ακραίες θερμοκρασίες καθώς και της παθογένειάς τους σε άνθη  
και καρπούς ποικιλιών ελιάς

«Investigation of the adaptation of *Colletotrichum* spp. isolates  
to extreme temperatures and their pathogenicity on flowers and fruits  
of olive varieties»

**Κωνσταντίνα Κ. Πάνα**

Εξεταστική επιτροπή:

Αλίκη Τζίμα, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ (επιβλέπουσα)

Δημήτριος Τσιτσιγιάννης, Καθηγητής ΓΠΑ

Επαμεινώνδας Παπλωματάς, Καθηγητής ΓΠΑ

**Διερεύνηση της προσαρμογής απομονώσεων *Colletotrichum* spp. σε ακραίες θερμοκρασίες καθώς και της παθογένειάς τους σε άνθη και καρπούς ποικιλιών ελιάς**

ΠΜΣ Ολοκληρωμένα Συστήματα Φυτοπροστασίας & Διαχείρισης του Περιβάλλοντος  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ασθένεια του γλοιοσπορίου γνωστή και ως ανθράκωση της ελιάς είναι μία σημαντική μυκητολογική ασθένεια που προκαλεί σοβαρές απώλειες στην ελαιοπαραγωγή. Τα πιο σοβαρά συμπτώματα είναι η σήψη των καρπών και η κηλίδωση των ανθέων. Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν οχτώ (8) στελέχη *Colletotrichum* spp. ως προς την παθογένειά τους να μολύνουν άνθη, φύλλα και καρπούς διαφόρων ποικιλιών ελιάς, καθώς και πέντε (5) στελέχη *Colletotrichum* spp. από διάφορες περιοχές της Ελλάδας ως προς την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παθογένειας είναι η Καλαμών, η Κορωνέικη και η Λιανολιά Κέρκυρας.

Τα στελέχη CL65, CL104, CL117 και CL118 που απομονώθηκαν από την Πρέβεζα ανήκουν στο είδος *C. godetiae* με βάση την ανάλυση αλληλουχίας της περιοχής ITS (Internal Transcribed Spacer region). Ενώ, το στέλεχος CL119 που απομονώθηκε από την Πρέβεζα ανήκει στο είδος *C. acutatum*. Τα στελέχη CL65, CL104 και CL118 του είδους *C. godetiae* συγκρίθηκαν με ένα απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* με κωδικό απομόνωσης CL31 από τη Μεσσηνία και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* από τη Ζάκυνθο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα στελέχη CL65, CL104 και CL118 από την Πρέβεζα ήταν πιο ικανά να αναπτυχθούν σε χαμηλότερη θερμοκρασία των 15°C, σε σύγκριση με το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* που αναπτύσσεται ενδιάμεσα. Από την άλλη, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασε αργή ανάπτυξη σε χαμηλή θερμοκρασία των 15°C και ικανοποιητική ανάπτυξη σε υψηλή θερμοκρασία των 30°C.

Επιπλέον, τα στελέχη CL65, CL104, CL117 και CL118 του είδους *C. godetiae*, καθώς και τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum*, αξιολογήθηκαν στις θερμοκρασίες 10°C, 22°C και 28°C, όπου παρουσίασαν διακυμάνσεις ως προς την προσαρμοστικότητα. Πιο συγκεκριμένα, τα στελέχη CL104, CL117 και CL118 του είδους *C. godetiae* παρουσίασαν καλύτερη ανάπτυξη στους 10°C, σε σχέση με τους 28°C, όπου είχαν πολύ χαμηλή ανάπτυξη. Αντίθετα, τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum* αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά στις υψηλές θερμοκρασίες των 28°C, σε σύγκριση με τους 10°C. Ομοίως και το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* που μπόρεσε να αναπτυχθεί ικανοποιητικά στους 28°C. Ενδιαφέρον είναι ότι στους 22°C το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε τη μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με τα στελέχη CL104 και CL117 του ίδιου είδους. Ενώ, τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum* παρουσίασαν ικανοποιητική ανάπτυξη, σε σχέση με το είδος *C. guajanae* που είχε ενδιάμεση ανάπτυξη.

Όσον αφορά, στη μόλυνση των ανθέων και στην ποικιλία Καλαμών το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* ήταν πιο επιθετικό στη μόλυνση των κλειστών ανθέων, σε σχέση με την ποικιλία Κορωνέικη. Στην ποικιλία Καλαμών τα στελέχη CL104 και CL118 του είδους *C. godetiae* ήταν λιγότερο ικανά να μολύνουν τα κλειστά άνθη σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*. Από την άλλη, στην ποικιλία Κορωνέικη

τα στελέχη CL65 και CL31 των ειδών *C. godetiae* και *C. guajanae* αντίστοιχα ήταν πιο επιθετικά στη μόλυνση, σε σύγκριση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*. Τόσο το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, όσο και το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* ήταν πιο ικανά να μολύνουν τα κλειστά άνθη της ποικιλίας Καλαμών από τη δεύτερη μέρα σε σχέση με τα στελέχη του είδους *C. godetiae*, όπου μολύναν τα κλειστά άνθη την τέταρτη ημέρα. Αξιοσημείωτο είναι ότι το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* στην ποικιλία Καλαμών ήταν πιο επιθετικό στη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων με ποσοστό 99% σε σύγκριση με τη μόλυνση των κλειστών ανθέων με ποσοστό 88%, όπου δεν ήταν τόσο επιθετικό στη μόλυνση.

Όσον αφορά στα αποκολλημένα φύλλα, το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* ήταν ικανότερο να μολύνει τα φύλλα στους 25°C στην ποικιλία Καλαμών, εν αντιθέσει με τα στελέχη *C. godetiae* και *C. acutatum*. Ενώ, στην υψηλή θερμοκρασία των 35°C τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* ήταν πιο ικανά να μολύνουν τα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών, σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*.

Σχετικά με τους πράσινους αποκολλημένους καρπούς της ποικιλίας Κορωνέικη σε συνθήκες ξηρασίας τα στελέχη του γένους *Colletotrichum* μολύναν σε μεγάλο βαθμό τους καρπούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* ήταν ικανότερο να μολύνει τους πράσινους καρπούς σε σχέση με τα στελέχη *C. acutatum* και *C. guajanae*. Αντίθετα, στις συνθήκες υγρασίας το στέλεχος που μολύνει περισσότερο τους καρπούς ήταν το *C. guajanae*, σε σύγκριση με τα είδη *C. acutatum* και *C. godetiae*.

Τέλος, διερευνήθηκε η ευαισθησία ή η ανθεκτικότητα των ποικιλιών Κορωνέικη, Καλαμών και Λιανολιά, ώστε να διαπιστωθεί η μόλυνσή τους από τα στελέχη *C. godetiae*, *C. guajanae* και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*. Από το πείραμα παθογένειας προέκυψε ότι η ποικιλία Κορωνέικη ήταν πιο ανθεκτική ως προς τη μόλυνση των ειδών του γένους *Colletotrichum* σε σχέση με τις ποικιλίες Καλαμών και Λιανολιά. Πιο συγκεκριμένα, στους ώριμους αποκολλημένους καρπούς της ποικιλίας Κορωνέικη διαπιστώθηκε ότι το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* ήταν πιο ικανό να μολύνει τους καρπούς σε σχέση με τα στελέχη *C. acutatum* και *C. godetiae*. Ενώ, στις ποικιλίες Καλαμών και Λιανολιά το στέλεχος *C. godetiae* ήταν το πιο μολυσματικό δείχνοντας μεγάλη επιθετικότητα στη μόλυνση των ώριμων αποκολλημένων καρπών. Λιγότερο επιθετικά στη μόλυνση ήταν τα στελέχη *C. acutatum* και *C. guajanae*. Εντούτοις, η αξιολόγηση της παθογένειας των ειδών *Colletotrichum* αποκαλύπτει σημαντικές διαφοροποιήσεις στη μολυσματική ικανότητα των στελεχών να προσβάλλουν τα φαινολογικά στάδια της ελιάς, επιβεβαιώνοντας την αυξημένη παθογένεια των στελεχών *Colletotrichum*.

Ωστόσο, η περαιτέρω διερεύνηση της ικανότητας μόλυνσης των ειδών του γένους *Colletotrichum* θα συμβάλει στην ασφαλή διαχείριση της ασθένειας του γλοιοσπορίου στην καλλιέργεια της ελιάς.

**Επιστημονική περιοχή:** Φυτοπαθολογία

**Λέξεις κλειδιά:** γλοιοσπόριο, ελιά, ασθένεια, μόλυνση, παθογένεια, άνθη, καρποί

## Investigation of the adaptation of *Colletotrichum* spp. isolates to extreme temperatures and their pathogenicity on flowers and fruits of olive varieties

MSc Integrated Plant Protection & Environmental Management Systems  
Department of Crop Science  
Laboratory of Plant Pathology

### ABSTRACT

Olive anthracnose is an important fungal disease that causes serious losses in olive production. The most serious symptoms are fruit rot and blossom blight. In the present study, eight (8) strains of *Colletotrichum* spp. were evaluated for their pathogenesis to infect blossoms, leaves and fruits of different olive cultivars, as well as five (5) strains of *Colletotrichum* spp. from different regions of Greece regarding their ability to grow at different temperatures. The varieties used in the pathogenesis experiment were Kalamon, Koroneiki and Lianolia of Corfu.

The strains CL65, CL104, CL117 and CL118 isolated from Preveza belong to the species *C. godetiae* based on the sequence analysis of the ITS (Internal Transcribed Spacer region). While, strain CL119 isolated from Preveza belongs to the species *C. acutatum*. Strains CL65, CL104 and CL118 of *C. godetiae* were compared with a *C. guajavae* isolate with isolation code CL31 from Messinia and the reference strain *C. acutatum* from Zakynthos. The results showed that strains CL65, CL104 and CL118 from Preveza were more able to grow at a lower temperature of 15°C, compared to the intermediately growing *C. guajavae* isolate. On the other hand, the reference strain *C. acutatum* which showed the slowest growth at a low temperature of 15°C and satisfactory growth at a high temperature of 30°C.

In addition, strains CL65, CL104, CL117 and CL118 of *C. godetiae*, as well as strains CL1 and CL119 of *C. acutatum*, were evaluated at 10°C, 22°C and 28°C, where they showed variation in adaptability. More specifically, strains CL104, CL117 and CL118 of *C. godetiae* showed better growth at 10°C, compared to 28°C, where they had very low growth. In contrast, *C. acutatum* strains CL1 and CL119 grew satisfactorily at high temperatures of 28°C, compared to low temperature of 10°C. Similarly, the isolate CL31 strain of *C. guajavae* species was able to grow satisfactorily at 28°C. Interestingly that the strain CL65 of *C. godetiae* showed the highest growth at 22°C compared to strains CL104 and CL117 of *C. godetiae*. While, strains CL1 and CL119 of *C. acutatum* species showed satisfactory growth, compared to *C. guajavae* which had intermediate growth.

Observing, the infection of detached blossoms, the reference strain *C. acutatum* was more aggressive to infect detached closed blossoms of the Koroneiki than the Kalamon variety. In the Kalamon variety strains CL104 and CL118 of *C. godetiae* were less able to infect closed blossoms than the reference strain *C. acutatum*. On the other hand, in the Koroneiki variety strains CL65 and CL31 of *C. godetiae* and *C. guajavae* respectively were more aggressive to infection, compared to the reference strain *C. acutatum*. Both reference strain *C. acutatum* and isolate strain CL31 of *C. guajavae* were more capable of infecting closed blossoms of Kalamon from the second day than the strains of *C. godetiae*, where they infected closed blossoms on the fourth day. Notably, the reference strain *C. acutatum* in the Kalamon variety was more aggressive

in infecting open blossoms at 99% compared to infecting detached closed blossoms at 88%, where it was not as aggressive in infectivity.

Regarding detached leaves, *C. guajavae* strain CL31 was more capable of infecting leaves at 25°C in the Kalamon variety, in contrast to *C. godetiae* and *C. acutatum* strains. Whereas, at the high temperature of 35°C, strains CL65 and CL118 of *C. godetiae* were more capable of infecting leaves in the Kalamon, compared to the reference strain *C. acutatum*.

Related to the green detached olive fruits of Koroneiki variety, in dry conditions, *Colletotrichum* strains infected the olive fruits satisfactorily. The results showed that *C. godetiae* strain CL65 was more capable of infecting green olive fruits than *C. acutatum* and *C. guajavae* strains. In contrast, in wet conditions the strain that infected the olive fruits more was *C. guajavae*.

Finally, the susceptibility or resistance of Koroneiki, Kalamon and Lianolia varieties was investigated to determine their infection by *C. godetiae*, *C. guajavae* and the reference strain *C. acutatum*. The pathogenesis experiment showed that the variety Koroneiki was more resistant to infection by species of the genus *Colletotrichum* than Kalamon and Lianolia variety.

Most specifically, in mature detached olive fruits of the Koroneiki variety, *C. guajavae* strain was found to be more capable of infecting olive fruits than *C. acutatum* and *C. godetiae* strains. While, in Kalamon and Lianolia varieties, *C. godetiae* was the most infectious strain showing high aggressiveness in infecting mature detached fruits. Less aggressive in infection were *C. acutatum* and *C. guajavae* strains.

Nevertheless, evaluation of the pathogenesis of *Colletotrichum* species reveals significant variation in the ability of the strains to infect the phenological stages of olive trees, confirming the increased pathogenesis of *Colletotrichum* strains.

However, further investigation of the infectivity of *Colletotrichum* species will contribute to effective management of olive anthracnose disease in olive cultivation.

**Scientific area:** Plant Pathology

**Key words:** olive anthracnose, olive tree, disease, infection, pathogenesis, blossoms, olive fruits

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια της φοίτησής μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Ολοκληρωμένα Συστήματα Φυτοπροστασίας και Διαχείρισης του Περιβάλλοντος» του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το πειραματικό μέρος έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας από τον Απρίλιο του 2023 μέχρι τον Ιανουάριο του 2024, υπό την επίβλεψη της κ. Αλίκης Τζίμα, Επίκουρης Καθηγήτριας του ΓΠΑ.

Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα μου κ. Αλίκη Τζίμα Επίκουρη Καθηγήτρια του ΓΠΑ για την ανάθεση του θέματος και την επιστημονική καθοδήγησή της που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Ευχαριστώ θερμά τον Γιώργο Πάτση μεταπτυχιακό φοιτητή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας για την πολύτιμη βοήθεια του και τη στήριξη που μου παρείχε από την αρχή του πειράματος. Ευχαριστώ επίσης και τον φοιτητή Μιχάλη Μπέκα για τη βοήθεια του και τη συνεργασία του, όπως επίσης και όλη την ομάδα του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Επαμεινώνδα Παπλωματά Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας και τον κ. Δημήτριο Τσιτσιγιάννη Καθηγητή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας για την τιμή που μου έκαναν ως εξεταστές της παρούσας διατριβής.

Επίσης, ευχαριστώ τον κ. Πέτρο Ρούσσο Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του ΓΠΑ, για τη βοήθειά του στη συλλογή των ανθέων και των ελαιόκαρπων από το Δενδροκομείο της σχολής.

Επιπρόσθετα, ευχαριστώ θερμά τον παραγωγό κ. Κωνσταντίνο Τζίμα για τις ελιές που μας διέθεσε να χρησιμοποιηθούν στο πειραματικό μέρος.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για όλη τη συμπαράσταση, κατανόηση και υποστήριξη που μου έχουν προσφέρει από την αρχή των σπουδών μου.

---

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

*«Ελαιῶνες κι ἀμπέλια μακριὰ ὡς τὴ θάλασσα  
Κόκκινες ψαρόβαρκες μακριὰ ὡς τὴ θύμηση  
Ἐλυτρα χρυσὰ τοῦ Αὐγούστου στὸν μεσημεριάτικο ὕπνο  
Μὲ φύκια ἢ ὄστρακα. Κι ἐκεῖνο τὸ σκάφος  
Φρεσκοβγαλμένο, πράσινο, ποὺ διαβάζει ἀκόμη  
στὴν εἰρήνη τοῦ κόλπου τῶν νερῶν ἔχει ὁ Θεός»*

«Προσανατολισμοί», ΟΔΥΣΣΕΑΣ ΕΛΥΤΗΣ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Η Ελιά ( <i>Olea europaea</i> L.).....	1
1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικά στοιχεία.....	1
1.1.2 Κατάταξη παγκοσμίως.....	3
1.1.3 Βοτανική ταξινόμηση.....	5
1.1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	6
1.1.5 Φαινολογικά στάδια.....	9
1.1.6 Συνθήκες ανάπτυξης.....	15
1.1.7 Ανθοφορία.....	16
1.1.8 Καρποφορία.....	17
1.2 Ποικιλίες της ελιάς.....	20
1.2.1 Ξένες ποικιλίες.....	20
1.2.2 Ελληνικές ποικιλίες.....	22
1.3 Εχθροί και Ασθένειες.....	26
1.3.1 Εχθροί.....	26
1.3.2 Ασθένειες.....	30
1.4 Το γλοιοσπόριο της ελιάς.....	38
1.4.1 Το αίτιο της ασθένειας.....	38
1.4.2 Ο κύκλος της ασθένειας.....	40
1.4.3 Συμπτώματα της ασθένειας.....	43
1.4.4 Ταξινόμηση και μορφολογικά χαρακτηριστικά γένους <i>Colletotrichum</i> .....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	49
3.1 Βιολογικό υλικό.....	49
3.1.1 Απομονώσεις μυκήτων.....	49
3.1.2 Φυτικό υλικό.....	50
3.2 Θρεπτικό υπόστρωμα.....	50
3.3 Πειραματικό μέρος.....	51
3.3.1 Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου σε ακραίες θερμοκρασίες 15°C και 30°C.....	51
3.3.2 Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου σε εύρη θερμοκρασιών 10°C, 22°C και 28°C.....	53
3.4 Πειράματα παθογένειας σε αποσπώμενους φυτικούς ιστούς ελιάς.....	54

3.4.1 Προετοιμασία δειγμάτων ανθέων και φύλλων .....	55
3.4.2 Προετοιμασία δειγμάτων πράσινων καρπών.....	55
3.4.3 Προετοιμασία δειγμάτων ώριμων καρπών .....	56
3.5 Επιφανειακή απολύμανση .....	56
3.5.1 Απολύμανση ανθέων και φύλλων.....	56
3.5.2 Απολύμανση πράσινων καρπών .....	57
3.5.3 Απολύμανση ώριμων καρπών.....	57
3.6 Μόλυνση αποσπόμενων φυτικών ιστών ελιάς .....	58
3.6.1 Τεχνητή μόλυνση κλειστών ανθέων (BBCH57), ανοιχτών ανθέων (BBCH65) και φύλλων (BBCH19).....	58
3.6.2 Τεχνητή μόλυνση πράσινων καρπών (BBCH79) .....	59
3.6.3 Τεχνητή μόλυνση ώριμων καρπών (BBCH81).....	60
3.7 Στατιστική ανάλυση .....	61
3.7.1 Απομονώσεις μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> .....	61
3.7.2 Αποσπώμενα φυτικά στελέχη της ελιάς .....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	63
4.1 Διαφορική ανάπτυξη απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε ακραίες θερμοκρασίες .....	63
4.1.1 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=15°C.....	64
4.1.2 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=25°C.....	66
4.1.3 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=30°C.....	68
4.1.4 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=10°C.....	70
4.1.5 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=22°C.....	72
4.1.6 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε T=28°C.....	75
4.2 Αξιολόγηση παθογένειας των απομονώσεων γλοιοσπορίου σε αποσπόμενους ιστούς διαφορετικών φαινολογικών σταδίων της ελιάς.....	77
4.2.1 Αξιολόγηση των ειδών του γένους <i>Colletotrichum</i> ως προς την ικανότητα μόλυνσης των κλειστών ανθέων (BBCH57) .....	77
4.2.2 Αξιολόγηση των ειδών του γένους <i>Colletotrichum</i> ως προς την ικανότητα μόλυνσης των ανοιχτών ανθέων (BBCH65) .....	81
4.2.3 Αξιολόγηση των ειδών του γένους <i>Colletotrichum</i> ως προς την ικανότητα μόλυνσης των φύλλων (BBCH19) .....	84

4.2.4 Αξιολόγηση των ειδών του γένους <i>Colletotrichum</i> ως προς την ικανότητα μόλυνσης των πράσινων καρπών (BBCH79).....	87
4.2.5 Αξιολόγηση των ειδών του γένους <i>Colletotrichum</i> ως προς την ικανότητα μόλυνσης των ώριμων καρπών (BBCH81) .....	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	97
5.1 Απομονώσεις μυκήτων σε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη .....	97
5.2 Παθογένεια των απομονώσεων γλοιοσπορίου σε φυτικά στελέχη ελιάς.....	101
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	112

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1:</b> A) <i>Olea europaea</i> subsp. <i>europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (άγρια ελιά), B) μεγέθυνση του κορμού και Γ) καρποί της άγριας ελιάς, (Chiappetta & Muzzalupo , 2012).....	3
<b>Εικόνα 2:</b> A) <i>Olea europaea</i> subsp. <i>europaea</i> var. <i>europaea</i> (καλλιεργούμενη ελιά), B) φύλλα, Γ) ταξιανθία, Δ) καρποί και Ε) ενδοκάρπιο, (Chiappetta & Muzzalupo , 2012).....	3
<b>Εικόνα 3:</b> Παραγωγή ελαιόλαδου στην Ευρωπαϊκή Ένωση (International Olive Council, 2021), (Solomakou & Goula, 2021) .....	5
<b>Εικόνα 4:</b> Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς, (Köhler, 1897).....	8
<b>Εικόνα 5:</b> A) η ταξιανθία της ελιάς, B) μεμονωμένη ταξιανθία, Γ) άνθος, όψη, με 4 πέταλα και 2 στήμονες, Δ) κατά μήκος τομή άνθους, με την ανώτερη ωσθήκη και Ε) εγκάρσια τομή ωσθήκης με τον ακραίο αξονικό πλακούντα, (Simpson, 2010).....	8
<b>Εικόνα 6:</b> Απεικόνιση των φαινολογικών σταδίων της ελιάς, (Κατσαντώνης, 2020) .....	10
<b>Εικόνα 7:</b> Ο καρπός και το ενδοκάρπιο της ποικιλίας Καλαμών, (Khadivi, 2022).....	24
<b>Εικόνα 8:</b> Ο καρπός και το ενδοκάρπιο της ποικιλίας Κορωνέικη, (Khadivi et al., 2022, Parageorgiou et al., 2012) .....	25
<b>Εικόνα 9:</b> Οι καρποί της ποικιλίας Λιανολιά Κέρκυρας, (Parageorgiou, 2012) .....	25
<b>Εικόνα 10:</b> A) θηλυκός δάκος που ωτοκεί στον καρπό, B) προνύμφη 2ου σταδίου, μήκος περίπου 4 mm, Γ) νύμφη (pupa) μήκος περίπου 5 mm και Δ) οπές εξόδου, (Yokoyama, 2015), (Malheiro et al., 2015).....	27
<b>Εικόνα 11:</b> A) ενήλικο άτομο, B) προνυμφικό στάδιο, Γ) προνύμφη 4ου σταδίου, Δ) δύο προνύμφες φυλλοφάγου γενεάς, Ε) στοές από προνύμφες 2ου σταδίου, (Τζανακάκης, 2003, Malheiro et al., 2015). .....	28
<b>Εικόνα 12:</b> A) ενήλικα άτομα σε βλαστό, B) στα φύλλα και σε κλάδους ελιάς, Γ) ωά κάτω από το ασπίδιο, (Tombesi, et al., 2007), (Αργυρόπουλος, 2024) .....	29
<b>Εικόνα 13:</b> A) ενήλικο θηλυκό χωρίς το ασπίδιο του, B) συμπτώματα κηλίδων σε καρπούς ελιάς, (Τζανακάκης, 2003) .....	29
<b>Εικόνα 14:</b> A) ενήλικα και ανήλικα άτομα σε φύλλο ελιάς, B) σε φύλλα και καρπούς ελιάς, (Σίμογλου, 2006) .....	30
<b>Εικόνα 15:</b> A) μουμιοποιημένοι καρποί που παραμένουν στο δέντρο, B) κηλίδωση των ανθέων, Γ) καστανός μεταχρωματισμός των ανθέων, Δ) σήψη και μουμιοποίηση των καρπών στους πράσινους καρπούς, Ε) ακέρβουλα και μάζες κονιδίων σε πράσινο καρπό ελιάς, Ζ) σήψη σε μαύρο καρπό ελιάς, (Moral, et al., 2021, Iliadi et al., 2018, Cacciola et al., 2012).....	32
<b>Εικόνα 16:</b> A) μέτρια προσβολή ελαιόδεντρου από <i>V. dahliae</i> , B) έντονα συμπτώματα της ασθένειας στην ελιά, Γ) συμπτώματα στους βλαστούς της ελιάς, Δ) συμπτώματα του βραδέως μαρασμού και αποφύλλωση, Ε) νέκρωση των ταξιανθιών και Ζ) μουμιοποίηση των καρπών, (Calderón, 2015, Rhouma, et al., 2024, López et al., 2010).....	33

<b>Εικόνα 17:</b> Α) φύλλα ελιάς με συμπτώματα μόλυνσης από κυκλοκόνιο, Β) προχωρημένο στάδιο μόλυνσης, με διευρυμένες κηλίδες και ολική χλόρωση του ελάσματος, (Lanzaa et al., 2017, Buljubasic et al., 2012).....	34
<b>Εικόνα 18:</b> Α) ξηροβούλα σε πράσινους καρπούς, Β) σαποβούλα και σήψη στους καρπούς,( <a href="https://www.ellinikigeorgia.gr/voula-elias-i-astheneia-rou-sundeetai-amesa-me-ton-dako/">https://www.ellinikigeorgia.gr/voula-elias-i-astheneia-rou-sundeetai-amesa-me-ton-dako/</a> ).....	35
<b>Εικόνα 19:</b> Α) φύλλα ελιάς με πρασινοκίτρινες και καστανές κηλίδες στην άνω επιφάνεια, Β – Γ) αργυρά συμπτώματα στην κάτω επιφάνεια, Δ – Ε) πρόωρη πτώση των φύλλων με υψηλό επίπεδο αποφύλλωσης της ελιάς, (Ávila, et al., 2019).....	35
<b>Εικόνα 20:</b> Α) εγκάρσια τομή με σήψη του ξύλου σε δέντρα ελιάς, Β) συμπτώματα σε δέντρα, (Βέμμος, 2017). .....	36
<b>Εικόνα 21:</b> Α – Β) όγκοι σε κλάδους ελιάς που προκαλούνται από το <i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i> , (Albanese et al., 2012).....	37
<b>Εικόνα 22:</b> Συμπτώματα από τον μικροοργανισμό <i>Xylella fastidiosa</i> , (Morelli et al., 2021)	37
<b>Εικόνα 23:</b> Οι πρώτες καταγραφές των επιδημικών εξάρσεων του γλοιοσπορίου της ελιάς που έχουν αναφερθεί παγκοσμίως, (Cacciola et al., 2012).....	38
<b>Εικόνα 24:</b> Χρονολογική αναφορά των συμπλόκων του γλοιοσπορίου, (Talhinhas et al., 2018) .....	40
<b>Εικόνα 25:</b> Προσαρμοσμένη απεικόνιση του κύκλου της ασθένειας του γλοιοσπορίου της ελιάς, (Martins et al., 2019).....	42
<b>Εικόνα 26:</b> Α-Β) Η ανάπτυξη της αποικίας του μύκητα <i>C. acutatum</i> σε υπόστρωμα PDA. Γ) Τα κονίδια του μύκητα (600X Magnification, DIC) (Iliadi, et al., 2018, Damm, et al., 2012)	45
<b>Εικόνα 27:</b> Μορφολογία αποικιών στην επάνω πλευρά (Α) και στην κάτω πλευρά (Β) του μύκητα <i>C. godetiae</i> σε PDA μετά από 7 ημέρες στους 25°C. Κονίδια = 10 μm (Γ) (Peng, et al., 2022).....	46
<b>Εικόνα 28:</b> Α) Appressoria του μύκητα <i>C. guajanae</i> , Β) Τα κονίδια του μύκητα (Damm, et al., 2012).....	46
<b>Εικόνα 29:</b> Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 15°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 4 επαναλήψεις. ....	65
<b>Εικόνα 30:</b> Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τεσσάρων επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. ....	65
<b>Εικόνα 31:</b> Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 25°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις. ....	67

**Εικόνα 32:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. .... 67

**Εικόνα 33:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 30°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 4 επαναλήψεις. .... 69

**Εικόνα 34:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τεσσάρων επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. .... 69

**Εικόνα 35:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 10°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις. .... 71

**Εικόνα 36:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. .... 72

**Εικόνα 37:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 22°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις. .... 74

**Εικόνα 38:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. .... 74

**Εικόνα 39:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 28°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις. .... 76

**Εικόνα 40:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών. .... 76

**Εικόνα 41:** Ακτινωτή ανάπτυξη όλων των στελεχών του γένους *Colletotrichum* spp. σε PDA στους 10°C, 15°C, 22°C, 25°C, 28°C και 30°C στις 14 ημέρες. .... 77

**Εικόνα 42:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των ποικιλιών Καλαμών και Κορωνέικη, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. .... 78

**Εικόνα 43:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν

τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. .... 79

**Εικόνα 44:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. .... 79

**Εικόνα 45:** A,F,K,P,U Μη μολυσμένα κλειστά άνθη (μάρτυρας) της ποικιλίας Καλαμών. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: B-E) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, G-J) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), L-O) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Q-T) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), V-Y) στέλεχος *C. guajavae* (CL31)..... 80

**Εικόνα 46:** A,F,K,P,U Μη μολυσμένα κλειστά άνθη (μάρτυρας) της ποικιλίας Κορωνέικη. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: B-E) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, G-J) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), L-O) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Q-T) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), V-Y) στέλεχος *C. guajavae* (CL31)..... 81

**Εικόνα 47:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα ανοιχτά άνθη στους 25°C και 35°C στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ανοιχτών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. .... 83

**Εικόνα 48:** Μολυσμένα ανοιχτά άνθη της ποικιλίας Καλαμών στους 25°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajavae* (CL31). Z) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, H) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα..... 83

**Εικόνα 49:** Μολυσμένα ανοιχτά άνθη της ποικιλίας Καλαμών στους 35°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajavae* (CL31). Z) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, H) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα..... 84

**Εικόνα 50:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα φύλλα στους 25°C και 35°C στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων φύλλων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. .... 85

**Εικόνα 51:** Μολυσμένα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών στους 25°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajavae* (CL31). Z) φύλλα (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, H) φύλλα (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα..... 86

**Εικόνα 52:** Μολυσμένα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών στους 35°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 14 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118),

Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Z) φύλλα (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, H) φύλλα (μάρτυρας) την 14<sup>η</sup> ημέρα. .... 86

**Εικόνα 53:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ξηρούς πράσινους καρπούς στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις. .... 87

**Εικόνα 54:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους πράσινους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις. .... 89

**Εικόνα 55:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους πράσινους καρπούς με ξηρασία και σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις. .. 89

**Εικόνα 56:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους 22°C στην ξηρασία. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 69 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Z) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63E3), H) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100E36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129E25) και I) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 69<sup>η</sup> ημέρα. .... 90

**Εικόνα 57:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους 22°C στην υγρασία. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 69 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: A) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, B) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), E) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Z) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63E3), H) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100E36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129E25) και I) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 69<sup>η</sup> ημέρα. .... 90

**Εικόνα 58:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Λιανολιά. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις. .... 92

**Εικόνα 59:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις. .... 93

**Εικόνα 60:** Ποσό ασθένειας ως εμβασό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των



απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις. .... 94

**Εικόνα 61:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στις ποικιλίες Λιανολιά, Κορωνέικη και Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε ανά ποικιλία. ... 95

**Εικόνα 62:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Λιανολιά στους  $22^{\circ}\text{C}$ . Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31), Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα. .... 95

**Εικόνα 63:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους  $22^{\circ}\text{C}$ . Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα. .... 96

**Εικόνα 64:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Καλαμών στους  $22^{\circ}\text{C}$ . Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα. .... 96

**Εικόνα 65:** Παθογένεια διαφόρων ειδών *Colletotrichum* σε αποσπώμενα άνθη και καρπούς στις ποικιλίες Λιανολιά Καλαμών και Κορωνέικη. Τα συμπτώματα των κλειστών και ανοιχτών ανθέων απεικονίστηκαν σε 6 ημέρες. Α) Συμπτώματα από την τεχνητή μόλυνση των κλειστών ανθέων στην ποικιλία Κορωνέικη, Β) συμπτώματα των ανοιχτών ανθέων στην ποικιλία Καλαμών, Γ) συμπτώματα των καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη την 36<sup>η</sup> ημέρα, Δ) συμπτώματα στην ποικιλία Λιανολιά την 42<sup>η</sup> ημέρα και Ε) συμπτώματα στην ποικιλία Καλαμών την 22<sup>η</sup> ημέρα. .... 104

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1:</b> Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς.....	5
<b>Πίνακας 2:</b> Φαινολογικά στάδια της ελιάς (κλίμακα BBCH), (Sanz-Cortes, et al., 2005).....	11
<b>Πίνακας 3:</b> Σύγκριση μεταξύ δύο διαφορετικών φαινολογικών σταδίων, (Sanz-Cortes, et al., 2005).....	15
<b>Πίνακας 4:</b> Ταξινόμηση του γένους <i>Colletotrichum</i> (EPPO) .....	44
<b>Πίνακας 5:</b> Απομονώσεις μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> , που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα .....	49
<b>Πίνακας 6:</b> Παρασκευή υδατικού διαλύματος γλυκερόλης.....	50
<b>Πίνακας 7:</b> Παρασκευή θρεπτικού υποστρώματος PDA .....	51
<b>Πίνακας 8:</b> Απομονώσεις μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> , που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα .....	52
<b>Πίνακας 9:</b> Απομονώσεις μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> , που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα παθογένειας .....	54
<b>Πίνακας 10:</b> Απομονώσεις μυκήτων του γένους <i>Colletotrichum</i> , που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Αναφέρεται ο κωδικός δείγματος, ο κωδικός συλλογής (CL), το είδος γλοιοσπορίου και η περιοχή προέλευσης και μήνα – έτος δειγματοληψίας. Ο κωδικός Γ αναφέρεται σε δειγματοληψίες στην περιοχή της Πρέβεζας με αύξων αριθμό, το γράμμα Ε στον κωδικό δένδρου, το γράμμα Π στην Πρέβεζα και το επόμενο γράμμα στο κτήμα (Σ: Σούσαλη, Λ: Λουτρό, Π: Παλαιοχώρι).....	63

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Η Ελιά (*Olea europaea* L.)

---

### 1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικά στοιχεία

Η ελιά, που αναφέρεται ως «δέντρο της αιωνιότητας», είναι μία από τις παλαιότερες οπωροφόρες καλλιέργειες που προέρχεται από την ασιατική ήπειρο. Η καταγεγραμμένη ιστορία της ελιάς έχει ηλικία 6.000 – 8.000 ετών. Ο καρπός της ελιάς θεωρούνταν ανέκαθεν σύμβολο ιερότητας και πηγή φαρμάκων από τους προφητικούς χρόνους (Naseer et al., 2021). Η ελιά (*Olea europaea* L.) ανήκει στην οικογένεια Oleaceae μαζί με σχεδόν 600 άλλα είδη φυτών (Green et al., 2004, Nogueira et al., 2020). Η ελιά είναι το μοναδικό είδος της οικογένειας αυτής που παράγει καρπούς για ανθρώπινη κατανάλωση (Rugini et al., 1990). Το κύριο κέντρο εξημέρωσης της ελιάς πιστεύεται, ότι βρίσκεται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου με μερικά δευτερεύοντα σημεία εξημέρωσης σε όλη την υπόλοιπη περιοχή της Μεσογείου, πριν από αρκετές χιλιετίες (Besnard, et al., 2013). Η ελιά εξημερώθηκε πιθανότατα πριν από 6.000 χρόνια στη Μέση Ανατολή, απ' όπου εξαπλώθηκε και κάλυψε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου (Besnard et al., 2013, Diez et al., 2015). Η διατήρηση των ποικιλιών της ελιάς γινόταν με αγνή πολλαπλασιασμό, ενώ, παρέμεναν περιορισμένες σε μικρές περιοχές (Rallo et al., 2015, Diez et al., 2015, Moral, et al., 2017).

Οι ελιές και η ελαιοκαλλιέργεια αναφέρονται εκτενώς στα αρχαία ρωμαϊκά γεωργικά κείμενα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων του Κάτωνος (*De Agricultura*, 2<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.), και του Columella (*De re rustica*, 1<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ., όπως αναφέρεται στο Barazani, 2023). Η ελιά συμβολίζει την ειρήνη και την ευημερία, καθώς και τη νίκη και τη σοφία στην αρχαία Ελλάδα (Barazani et al., 2023). Η έναρξη της καλλιέργειας της ελιάς απεικονίζεται σε 23 τοποθεσίες γύρω από τη Μεσόγειο (Ισραήλ, Λίβανος, Τουρκία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία) που δημοσιεύθηκε από τους Langgut (2021). Η μελέτη αυτή υποδεικνύει πειστικά την προέλευση της καλλιέργειας της ελιάς από τη νοτιοανατολική Μεσόγειο, η οποία άρχισε περίπου 6.500 χρόνια πριν από σήμερα (Barazani et al., 2023).

Το 1500 π.Χ. η Ελλάδα και ιδιαίτερα οι Μυκήνες ήταν η περιοχή όπου η ελιά καλλιεργούνταν περισσότερο. Το 775 π.Χ. στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Ολυμπία, στη θέση του αρχαίου Ολυμπιακού σταδίου, οι αθλητές αγωνίζονταν και προπονούνταν και οι νικητές πανηγυρίζαν θριαμβευτικά και στεφανώναν τους αθλητές

με στεφάνι από κλαδιά ελιάς. Τα αρχαία χρυσά νομίσματα που κόπηκαν στην Αθήνα απεικονίζουν το πρόσωπο της θεάς Αθηνάς που φορούσε στεφάνι από φύλλα ελιάς στο κράνος της και κρατούσε ένα πήλινο δοχείο με ελαιόλαδο (Wiesman et al., 2009). Η ελιά, σύμβολο αφθονίας, δόξας και ειρήνης, έδωσε τα φυλλώδη κλαδιά της για να στεφανώσει τους νικητές σε φιλικούς αγώνες (Wiesman et al., 2009).

Η ελληνική μυθολογία αναφέρει ότι όταν η Αθηνά, η θεά της σοφίας και της ειρήνης, χτύπησε τη μαγική της λόγχη στη γη, αυτή μετατράπηκε σε ελιά έτσι, η τοποθεσία όπου πρωτοεμφανίστηκε και μεγάλωσε η ελιά ονομάστηκε Αθήνα προς τιμήν της θεάς. Ο τοπικός θρύλος υπαγορεύει ότι το αρχικό ελαιόδεντρο εξακολουθεί να στέκεται στον αρχαίο ιερό τόπο. Οι πολίτες ισχυρίζονταν ότι όλα τα ελληνικά ελαιόδεντρα προέρχονταν από ριζωμένα μοσχεύματα που αναπτύχθηκαν από αυτό το αρχικό ελαιόδεντρο (Wiesman et al., 2009).

Ο μεγάλος αρχαίος Έλληνας συγγραφέας και φιλόσοφος, Όμηρος, υποστήριξε στα γραπτά του ότι η αρχαία ελιά που φύτευε στην Αθήνα ήταν ήδη 10.000 ετών (Wiesman et al., 2009). Επιπλέον, σπουδαίοι αρχαίοι όπως ο Ιπποκράτης που ήταν ο θεμελιωτής της ιατρικής, το αποκαλούσε «μεγάλο θεραπευτή» και ο Όμηρος «υγρό χρυσάφι» τέλος, ο Γαληνός το επαινέσε για τις θετικές του επιδράσεις στην υγεία (Clodoveo et al., 2014).

Η προέλευση και η εξημέρωση της ελιάς συζητείται μεταξύ των ιστορικών, αλλά πιθανότατα προήλθε από την περιοχή που περιβάλλεται από τα Νότια της οροσειράς του Καυκάσου, το περσικό οροπέδιο και την παράκτια Συρία. Θεωρείται ότι η εξάπλωσή της σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου ξεκίνησε από τη χερσόνησο της Ανατολίας, την Κύπρο, την Κρήτη και την Αίγυπτο, αρχικά από τους Έλληνες και τους Φοίνικες, αργότερα από τους Καρχηδόνιους, τους Ρωμαίους και τους Άραβες. Κατά συνέπεια, οι ελιές συνδέονται με την ιστορία ορισμένων από τους αρχαιότερους πολιτισμούς της Μεσογείου (Clodoveo et al., 2014).

Η ελιά (*Olea europaea* L.) είναι πιθανόν να προήλθε ως αρχαίο φυσικό υβρίδιο μεταξύ δύο ειδών: *Olea ferruginea* × *Olea laperinii* (Sauer et al., 1993). Η άγρια και η εξημερωμένη *O. europaea* διασταυρώνονται και καταλήγουν σε πολλές διαφορετικές ποικιλίες, οι οποίες πιθανότατα προέρχονται από τυχαία σπορόφυτα και διαπιστώθηκε ότι φέρουν καρπούς ανώτερης ποιότητας. Εκατοντάδες ποικιλίες που προέκυψαν από αυτή τη διασταύρωση, διατηρούνται και καλλιεργούνται σε διάφορες αγροκλιματικές

περιοχές του κόσμου. Διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ως προς το μέγεθος, το σχήμα και τη μορφή των καρπών, τα χημικά συστατικά τους και τις απαιτήσεις του μικροκλίματός τους. Η προέλευση και η γεωγραφική κατανομή αυτής της μεγάλης παραλλακτικότητας στην καλλιεργούμενη ελιά είναι ακόμη υπό διερεύνηση. Οι περισσότερες μελέτες συμφωνούν ότι μετά από μια προγονική εξάπλωση λίγων ποικιλιών ελιάς κατά μήκος της λεκάνης της Μεσογείου, η πλειονότητα των σύγχρονων ποικιλιών προήλθε από τη διασταύρωση αυτών των αρχαίων ποικιλιών μεταξύ τους ή από την αναπαραγωγή τους με άγρια φυτά (Angiolillo et al., 1999, Besnard et al., 2000, Ruqaiie et al., 2015).



**Εικόνα 1:** A) *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* (άγρια ελιά), B) μεγέθυνση του κορμού και Γ) καρποί της άγριας ελιάς, (Chiappetta & Muzzalupo , 2012)



**Εικόνα 2:** A) *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea* (καλλιεργούμενη ελιά), B) φύλλα, Γ) ταξιανθία, Δ) καρποί και E) ενδοκάρπιο, (Chiappetta & Muzzalupo , 2012)

### 1.1.2 Κατάταξη παγκοσμίως

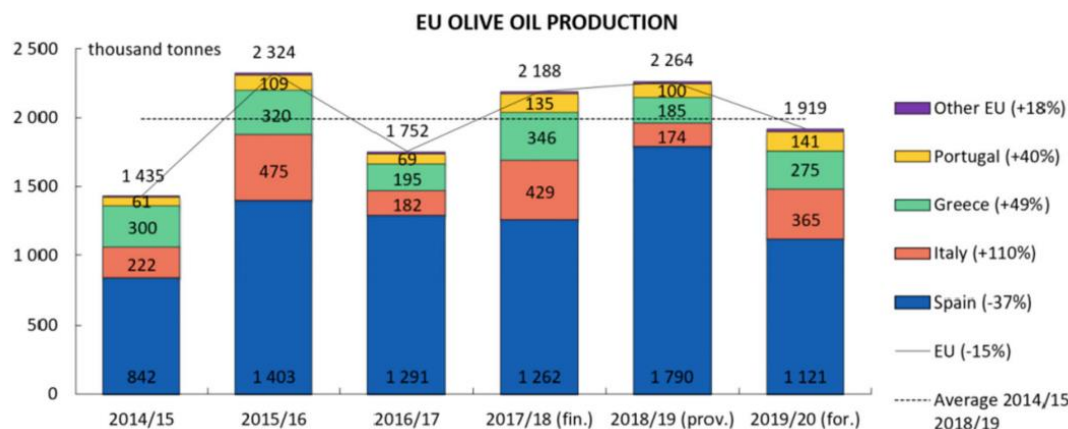
Η ελιά (*Olea europaea* L.) είναι πλέον καλλιεργούμενη δενδρώδης καλλιέργεια στη Μεσόγειο και μία από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες παγκοσμίως (Rosati et al., 2023). Η καλλιέργειά της καλύπτει πάνω από 8.000.000 εκτάρια γης, τα οποία

συγκεντρώνονται κυρίως στη λεκάνη της Μεσογείου, όπου καταναλώνεται το 70% του παραγόμενου ελαιόλαδου (Besnard et al., 2009, Bracci et al., 2011). Καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές του κόσμου εκτός από την Αρκτική. Ωστόσο, το 98% της παγκόσμιας ελαιοκαλλιέργειας βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου και συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στην παραγωγή ελαιόλαδου (Hashmi et al., 2015, Khadivi et al., 2022).

Σχεδόν το 25% του συνόλου των ελαιόδεντρων καλλιεργείται στην Ισπανία, όπου παράγεται πάνω από το 45% του ελαιόλαδου παγκοσμίως, σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO, 2015), (Moral, et al., 2017). Στην παγκόσμια κατάταξη παραγωγής ελαίων η Ισπανία είναι η πρώτη χώρα στον κόσμο με ετήσια παραγωγή 55,7 εκατομμυρίων τόνων που αποτελούν το 75% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ελιών. Στη δεύτερη θέση βρίσκεται η Ιταλία, ενώ στην τρίτη θέση βρίσκεται η Ελλάδα και ακολουθούν η Τουρκία και άλλες μεσογειακές χώρες (FAOSTAT, 2017 όπως αναφέρεται στο Naseer et al., 2021). Περίπου το 60% της καλλιεργούμενης γης στην Ελλάδα είναι αφιερωμένο στην ελαιοκαλλιέργεια, με παραγωγή 2.837.778 και 1.079.080 τόνων ελιών το 2017 και το 2018 αντίστοιχα (FAO, 2018), (Markakis, et al., 2021). Η Κρήτη συγκαταλέγεται μεταξύ των σημαντικότερων ελαιοπαραγωγικών περιοχών της Ελλάδας. Η συνολική γεωργική έκταση στην Κρήτη εκτιμάται γύρω στα 300 κίλο-εκτάρια, εκ των οποίων το 65% καλύπτεται από ελαιώνες (ΕΛΣΤΑΤ, 2018). Περισσότερα από 33.000.000 ελαιόδεντρα δημιουργούν το σκηνικό ενός ελαιόφυτου νησιού (Markakis, et al., 2021).

Από την άλλη, το ελαιόλαδο είναι ένα προϊόν με μεγάλη οικονομική αξία, ιδίως για τις χώρες της Μεσογείου. Περισσότερα από 800 εκατομμύρια ελαιόδεντρα καλλιεργούνται παγκοσμίως και η Μεσόγειος αντιπροσωπεύει περίπου το 97% της παγκόσμιας ελαιοκαλλιέργειας (Khdair et al., 2019). Η ετήσια παραγωγή επιτραπέζιων ελιών και ελαιόλαδου φτάνει τους 10 και 2000 εκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα, με το 72% να παράγεται στην Ευρώπη (Khdair et al., 2019). Κύριοι παραγωγοί ελαιόλαδου είναι η Ισπανία (42%), η Ιταλία (17%) και η Ελλάδα (11%), ενώ άλλες χώρες είναι η Τουρκία, η Συρία και η Τυνησία, με 6% η καθεμία, το Μαρόκο (4%), η Πορτογαλία (3,5%), η Ιορδανία (3%) και ο Λίβανος (1,5%). Οι μικρότερες ελαιοπαραγωγικές χώρες, εκτός από τη λεκάνη της Μεσογείου είναι η Ασία, η Αφρική και η Αμερική που συμμετέχουν με ποσοστό 15, 12 και 2% στην παγκόσμια παραγωγή ελιάς, αντίστοιχα (FAOSTAT, 2015). Η παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια των ετών παρακολουθείται εκτενώς, παρουσιάζοντας διακυμάνσεις μεταξύ των εποχών. Στατιστικά στοιχεία

σχετικά με την παραγωγή ελαιόλαδου στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζονται στην **Εικόνα 3**.



**Εικόνα 3:** Παραγωγή ελαιόλαδου στην Ευρωπαϊκή Ένωση (International Olive Council, 2021), (Solomakou & Goula, 2021)

### 1.1.3 Βοτανική ταξινόμηση

Η ελιά (*Olea europaea* L.) είναι το κυριότερο καλλιεργούμενο είδος που ανήκει στην οικογένεια Oleaceae, η οποία περιλαμβάνει 30 γένη και 600 είδη (Cronquist et al., 1981, Bracci et al., 2011). Το γένος *Olea* περιλαμβάνει 30 είδη και έχει εξαπλωθεί στην Ευρώπη, την Ασία, την Ωκεανία και την Αφρική (Bracci et al., 2011, Chiappetta et al., 2012).

Η οικογένεια Oleaceae περιλαμβάνει τα γένη *Fraxinus*, *Forsythia*, *Forestiera* (*F. neomexicana*, η "άγρια ελιά" της Καλιφόρνιας), *Ligustrum*, *Syringa* (πασχαλιά) καθώς και το γένος *Olea* (ελιά). Οι πρωτογενείς γενετικοί του πόροι ταξινομούνται στο σύμπλοκο *Olea europaea* στο οποίο αναγνωρίζονται έξι υποείδη (Green et al., 2002, Chiappetta et al., 2012). Στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 1**) αποτυπώνεται η βοτανική ταξινόμηση της ελιάς.

**Πίνακας 1:** Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς

<b>Kingdom</b>	Plantae
<b>Phylum</b>	Magnoliophyta
<b>Class</b>	Rosopsida
<b>Order</b>	Lamiales
<b>Family</b>	Oleaceae
<b>Sub-family</b>	Oleideae

<b>Genus</b>	<i>Olea</i>
<b>Sub-genera</b>	<i>Paniculatae, Tetrapilus, Olea</i>
<b>Sections</b>	<i>Ligustroides, Olea</i>
<b>Species</b>	<i>europaea</i>
<b>Sub-species</b>	<i>Cuspidate, laperrinei, maroccana, cerasiformis, guanchica</i>
<b>Varieties</b>	<i>Sylvestris</i> (wild olive), <i>europaea</i> (cultivated olive)

#### 1.1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Τα ελαιόδεντρα (*Olea europaea* L.) της οικογένειας Oleaceae είναι αιθθαλή, αιωνόβια και καρποφόρα δέντρα υποτροπικής φύσης (Khadivi et al., 2022). Στη φυσική τους κατάσταση όμως, είναι μεγάλοι θάμνοι που συνήθως κλαδεύονται σαν εύρωστα δέντρα με ογκώδεις κορμούς και ελεύθερες κόμης (Wang et al., 2010). Το ύψος της ελιάς κυμαίνεται από 10 έως 20 μέτρα και έχει πολλά κλαδιά (Chiappetta et al., 2012).

Τα βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς είναι τα εξής:

- Ο **κορμός** στα νεαρά ελαιόδεντρα είναι ξυλώδης, κυλινδρικός και έχει ύψος 1 – 2,5 μέτρα, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερης ηλικίας δέντρα, όπου ο κορμός είναι πιο ανομοιόμορφος, παχύς και αργυρός (Khadivi et al., 2022). Ο κορμός της ελιάς με την πάροδο των χρόνων δημιουργεί «κουφάλα» (Βασιλακάκης, 2016).
- Το **ριζικό σύστημα** της ελιάς είναι επιφανειακό και διεισδύει σε βάθος 90 – 120 μέτρα. Οι πλευρικές ρίζες εξαπλώνονται και φτάνουν τα 15 μέτρα σε μεγαλύτερης ηλικίας δέντρα (Seifi et al., 2015).
- Οι **βλαστοί** στην ελιά είναι πυκνοί και αναπτύσσονται επάκρια αλλά και πλάγια. Από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών που βρίσκονται ανά δύο στις μασχάλες των φύλλων προέρχεται η πλάγια βλάστηση, ενώ, από την έκπτυξη του επάκριου ξυλοφόρου οφθαλμού προέρχεται η επάκρια βλάστηση (Ποντίκης, 2000).
- Τα **φύλλα** της ελιάς είναι παχιά, δερματώδη, λογχοειδή και σκούρου πράσινου χρώματος στην πάνω επιφάνεια, ενώ στην κάτω επιφάνεια έχουν αργυρό τρίχωμα, το οποίο είναι σημαντικό, διότι προστατεύει από τις ακτίνες του ήλιου και ρυθμίζει τη διαπνοή (Khadivi et al., 2022, Βέμμος, 2017). Τα φύλλα εκφύονται σε αντίθετη διάταξη (Wang et al., 2010) ανά δύο στο βλαστό

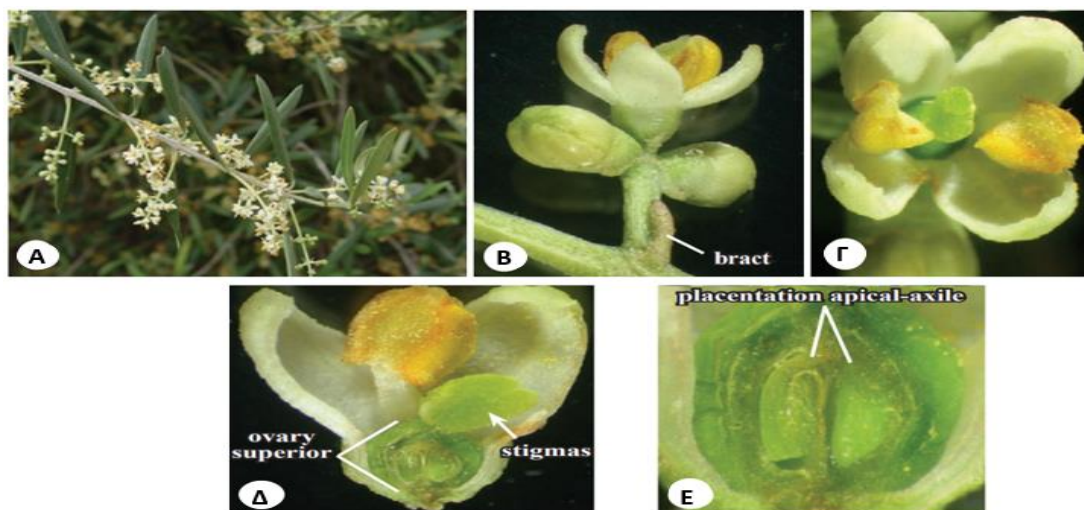


(Βέμμος, 2017), είναι γραμμικά και έχουν οξείες άκρες Συνήθως, έχουν διάρκεια ζωής 2 – 3 χρόνια (Seifi et al., 2015).

- Διακρίνονται δύο είδη **οφθαλμών** στην ελιά, οι ξυλοφόροι και οι μικτοί οφθαλμοί. Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων και συγκεκριμένα στα πλάγια ή στις άκρες των βλαστών, όπου αναπτύσσονται νέοι βλαστοί, ενώ οι μικτοί οφθαλμοί βρίσκονται μεν πλάγια στις μασχάλες των φύλλων αλλά όχι τόσο συχνά επάκρια (Ποντίκης, 2000). Οι μικτοί οφθαλμοί δίνουν μία ταξιανθία με πολλά άνθη. Τόσο οι ξυλοφόροι όσο και οι μικτοί οφθαλμοί έχουν μικρό μέγεθος και δεν είναι εύκολα ευδιάκριτοι. Όμως, οι μικτοί διακρίνονται από τους ξυλοφόρους κυρίως την περίοδο από τέλη Φεβρουαρίου μέχρι αρχές Μαρτίου, όταν δηλαδή αρχίζουν να διογκώνονται οι οφθαλμοί (Βέμμος, 2017).
- Τα **άνθη** της ελιάς βρίσκονται σε βλαστούς παρελθόντος έτους σε ταξιανθία βότρυ (Βασιλακάκης, 2016). Τα άνθη είναι είτε τέλεια δηλαδή φέρουν στήμονες και ύπερο, είτε ατελή (αρσενικά) (Seifi et al., 2015) και βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων (Khadiñi et al., 2022). Το χρώμα των ανθέων είναι υπόλευκο και έχουν μικρό μέγεθος 1 – 2 εκατοστά (Naseer et al., 2021). Ένα τέλειο άνθος αποτελείται από ένα μικρό κάλυκα, τέσσερα σέπαλα, τέσσερα πέταλα, δύο στήμονες και έναν ύπερο (Chiappetta et al., 2012). Ο αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία εξαρτάται επίσης από την ποικιλία (Martin et al., 2005), αλλά μπορεί να διαφέρει από έτος σε έτος, από δέντρο σε δέντρο, από βλαστό σε βλαστό και από ταξιανθία σε ταξιανθία (Brooks et al., 1948, Lavee et al., 1978, Lavee et al., 1985, Cuevas et al., 1994, Lavee et al., 1996, Lavee et al., 2002 Reale et al., 2006, Seifi et al., 2015). Κάθε ταξιανθία συνήθως περιέχει 15 έως 30 μικρά και περίγυνα άνθη (Chiappetta et al., 2012).
- Ο **καρπός** της ελιάς είναι δρύπης και αποτελείται από τρία διαφοροποιημένα τμήματα: το εξωκάρπιο (επιδερμίδα και φλοιός), το μεσοκάρπιο (σάρκα) και το ενδοκάρπιο (πυρήνας) (Naseer et al., 2021). Το ενδοκάρπιο διευρύνεται σε πλήρες μέγεθος και σκληραίνει έως 6 εβδομάδες μετά την πλήρη άνθηση. Το μεσοκάρπιο και το εξωκάρπιο συνεχίζουν τη σταδιακή ανάπτυξή τους (Chiappetta et al., 2012). Το χρώμα του καρπού όταν είναι ανώριμος είναι πράσινο ή κιτρινοπράσινο ενώ, όταν ωριμάζει γίνεται ιώδες ή μαύρο ανάλογα την ποικιλία ή την πλήρη ωρίμανση (Wang et al., 2010). Η ανάπτυξη του καρπού ακολουθεί διπλή σιγμοειδή καμπύλη (Seifi et al., 2015).



Εικόνα 4: Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς, (Köhler, 1897)

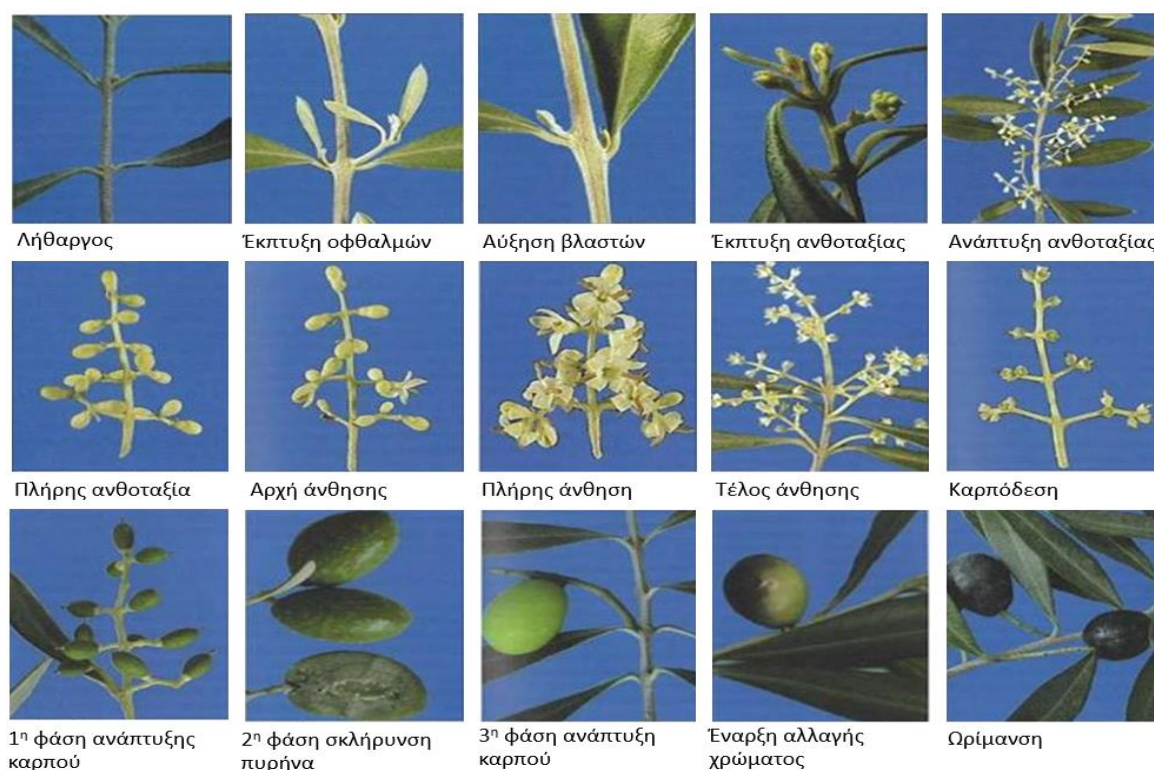


Εικόνα 5: Α) η ταξιανθία της ελιάς, Β) μεμονωμένη ταξιανθία, Γ) άνθος, όψη, με 4 πέταλα και 2 στήμονες, Δ) κατά μήκος τομή άνθους, με την ανώτερη ωοθήκη και Ε) εγκάρσια τομή ωοθήκης με τον ακραίο αξονικό πλακούντα, (Simpson, 2010)

### 1.1.5 Φαινολογικά στάδια

Τα φαινολογικά στάδια των φυτών είναι χρήσιμα σε διάφορους επιστημονικούς τομείς, όπως: i) στη φυσιολογία των φυτών, ii) στη βοτανική, iii) στη φυτοπαθολογία και iv) στην εντομολογία. Όπως επίσης και στη γεωργία, όπου εκτιμάται ο κίνδυνος και η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων, καθώς και στη χρήση των λιπασμάτων (<https://en.wikipedia.org/wiki/BBCH-scale>)

Τα φαινολογικά στάδια, όπως η έκπτυξη των οφθαλμών, η άνθηση και η ωρίμανση των καρπών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη διαχείριση του σπορόφυτου. Ο καθορισμός των σημαντικών φαινολογικών σταδίων βοηθά επίσης στη διαχείριση των οπωρώνων και στον προγραμματισμό των καλλιεργητικών πρακτικών, όπως το αραίωμα ή οι επεμβάσεις για τον έλεγχο των εντόμων, των ασθενειών και των φυσιολογικών διαταραχών. Στην **Εικόνα 6** παρουσιάζεται η ανάπτυξη των ελαιόδεντρων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Τα φαινολογικά στάδια για τα ελαιόδεντρα καθορίστηκαν από τον De Andres (1974) με βάση την κλίμακα Fleckinger για τους καρπούς (Fleckinger, 1948). Μια σχετικά νέα κλίμακα, η φαινολογική κλίμακα BBCH (Biologische, Bundesanstalt, Bundessortemant, Chemische Industrie) (Lancashire, et al., 1991, Hack et al., 1992), είναι πλέον το σύστημα που έχει γίνει επίσημα αποδεκτό από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Φυτοπροστασίας (EPPO) για την περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης ενός ευρέος φάσματος καλλιεργειών και ζιζανίων (Sanz-Cortes, et al., 2005).



**Εικόνα 6:** Απεικόνιση των φαινολογικών σταδίων της ελιάς, (Κατσαντώνης, 2020)

Η συντομογραφία BBCH προέρχεται από τα αρχικά “Biologische, Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie”, δηλαδή, το Ομοσπονδιακό Γραφείο Ποικιλιών και Χημικής Βιομηχανίας. Η κλίμακα ή ο κώδικας “BBCH” δίνει πληροφορίες για το στάδιο της μορφολογικής ανάπτυξης των φυτών. Επιπλέον, χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τα φαινολογικά στάδια των φυτών κάθε καλλιέργειας. Αυτή η κλίμακα έχει αναπτυχθεί για διάφορες καλλιέργειες, όπου τα παρόμοια στάδια των φυτών από κάθε καλλιέργεια έχουν τον ίδιο κωδικό (Sanz-Cortes, et al., 2005).

Η κλίμακα BBCH είναι δεκαδική, διψήφια κλίμακα που βασίζεται στο γνωστό κώδικα δημητριακών που αναπτύχθηκε από τους Zadoks et al. (1974). Το πρώτο ψηφίο της κλίμακας (0 έως 9) αντιστοιχεί σε ένα κύριο στάδιο ανάπτυξης (π.χ. «ανθοφορία») και το δεύτερο ψηφίο (επίσης 0 έως 9) σε ένα δευτερεύον στάδιο (π.χ. «τα πρώτα άνθη ανοίγουν»). Η επεξεργασία των σπόρων πριν τη φύτευση έχει κωδικό «00», ενώ η επεξεργασία μετά την αποθήκευση ή τη συγκομιδή έχει κωδικό «99» (Sanz-Cortes, et al., 2005).

Κλίμακες για τα οπωροφόρα δέντρα παρήχθησαν από τους Meier κ.ά. (1994) και για διάφορες καλλιέργειες και ζιζάνια από τους Hack κ.ά. (1992). Ο Meier (1997)

δημοσίευσε την «BBCH - Monograph» που καλύπτει 27 καλλιέργειες και ζιζάνια στα αγγλικά, γερμανικά, ισπανικά και γαλλικά. Στην Ισπανία, η κλίμακα BBCH έχει χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των φαινολογικών σταδίων ανάπτυξης διαφόρων ξυλωδών ειδών, όπως τα εσπεριδοειδή (Agusti et al., 1995), η ροδιά (Melgarejo et al., 1997) και η μουσμουλιά (Martinez, Calvo et al., 1999, Sanz-Cortes, et al., 2005).

Η φαινολογική ανάπτυξη των ελαιόδεντρων με βάση την κλίμακα BBCH είναι η κάτωθι:

**Πίνακας 2:** Φαινολογικά στάδια της ελιάς (κλίμακα BBCH), (Sanz-Cortes, et al., 2005)

Στάδιο ανάπτυξης	Κώδικας	Περιγραφή
0: Ανάπτυξη οφθαλμών	00	Οι φυλλοφόροι οφθαλμοί στην κορυφή των βλαστών που αναπτύχθηκαν την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είναι εντελώς κλειστοί
	01	Οι φυλλοφόροι οφθαλμοί αρχίζουν να διογκώνονται και να ανοίγουν, δείχνοντας τα πρώτα νεαρά φύλλα
	03	Οι φυλλοφόροι οφθαλμοί επιμηκύνονται και διαχωρίζονται από τη βάση
	07	Εξωτερικά μικρά φύλλα ανοιχτά, όχι πλήρως διαχωρισμένα, παραμένοντας ενωμένα στις κορυφές
	09	Εξωτερικά μικρά φύλλα που ανοίγουν περαιτέρω με τις άκρες τους να διασταυρώνονται μεταξύ τους

1: Ανάπτυξη φύλλων	11	Τα πρώτα φύλλα διαχωρίζονται εντελώς. Πρασινο-γκρι χρώμα
	15	Τα φύλλα επιμηκύνονται χωρίς να φτάνουν το τελικό τους μήκος. Τα πρώτα φύλλα γίνονται πρασινωπά στην άνω πλευρά
	19	Τα φύλλα αποκτούν το τυπικό μήκος και σχήμα της ποικιλίας
3: Ανάπτυξη βλαστών	31	Οι βλαστοί φτάνουν στο 10% του τελικού μήκους
	33	Οι βλαστοί φτάνουν στο 30% του τελικού μήκους
	37	Οι βλαστοί φτάνουν στο 70% του τελικού μήκους
5: Ανάπτυξη ταξιανθίας	50	Οι οφθαλμοί ταξιανθίας στις μασχάλες των φύλλων είναι πλήρως κλειστοί. Έχουν αιχμηρή μύτη, χωρίς μίσχο και χρώμα ώχρας
	51	Οι οφθαλμοί της ταξιανθίας αρχίζουν να διογκώνονται
	53	Οι οφθαλμοί της ταξιανθίας ανοίγουν. Ξεκινά η ανάπτυξη της ανθοταξίας
	54	Ανάπτυξη της συστάδας των ανθέων

	55	Η συστάδα των ανθέων αναπτύσσεται πλήρως. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί αρχίζουν να ανοίγουν
	57	Στεφάνη πράσινου χρώματος, μακρύτερη από τον κάλυκα
	59	Η στεφάνη αλλάζει χρώμα από πράσινο σε λευκό.
6: Ανθοφορία	60	Τα πρώτα άνθη ανοίγουν
	61	Έναρξη της ανθοφορίας: το 10% των ανθέων ανοίγει.
	65	Πλήρης ανθοφορία: τουλάχιστον το 50% των ανθέων είναι ανοιχτά
	67	Τα πρώτα πέταλα πέφτουν
	68	Η πλειονότητα των πετάλων πέφτει η ξεθωριάζει
	69	Τέλος της ανθοφορίας, καρπόδεση, πτώση μη γονιμοποιημένων ωοθηκών
7: Ανάπτυξη καρπών	71	Μέγεθος καρπού περίπου 10% του τελικού μεγέθους
	75	Μέγεθος καρπού περίπου 50% του τελικού μεγέθους. Το ενδοκάρπιο αρχίζει να ξυλοποιείται (δείχνει αντίσταση στην κοπή)

	79	Μέγεθος καρπού περίπου 90% του τελικού μεγέθους. Πράσινος καρπός κατάλληλος για συγκομιδή
8: Ωρίμανση καρπού	80	Καρπός βαθύ, πράσινο χρώμα που γίνεται ανοιχτό πράσινο, κιτρινωπό
	81	Έναρξη χρωματισμού του καρπού
	85	Αύξηση του ειδικού χρώματος του καρπού
	89	Ωριμότητα συγκομιδής: οι καρποί αποκτούν το τυπικό χρώμα της ποικιλίας, παραμένουν σφριγηλοί και είναι κατάλληλοι για εξαγωγή λαδιού
9: Γήρανση	92	Υπερώριμοι: οι καρποί χάνουν τη σφριγηλότητα και αρχίζουν να πέφτουν

Τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης είναι συγκεκριμένα για κάθε είδος, αλλά η στιγμή κατά την οποία επιτυγχάνεται κάθε στάδιο διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών ή των χρόνων. Επιπλέον, ο προσδιορισμός των φαινολογικών σταδίων είναι πολύ σημαντικός στις πρακτικές διαχείρισης των οπωρώνων, π.χ. κλάδεμα, αραίωμα, εφαρμογή φυτοφαρμάκων κ.λπ. (Sanz-Cortes, et al., 2005).

Η κλίμακα BBCH που καθορίστηκε για τα ελαιόδεντρα έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με την κλίμακα De Andres. Η τελευταία έχει μόνο στάδια, τα οποία περιγράφουν κυρίως την ανάπτυξη της ταξιανθίας και την ανθοφορία, όπως παρατηρείται στον **Πίνακα 3** (Sanz-Cortes, et al., 2005).



**Πίνακας 3:** Σύγκριση μεταξύ δύο διαφορετικών φαινολογικών σταδίων, (Sanz-Cortes, et al., 2005)

De Andres κλίμακα	B BCH κλίμακα
A: Λανθάνων οφθαλμός ταξιανθίας.....	50
B: Διογκωμένος οφθαλμός ταξιανθίας.....	51
C: Ανάπτυξη συστάδας.....	54
D1: Τα πέταλα είναι μόλις ορατά.....	55
D2: Πράσινα πέταλα μακρύτερα από τα σέπαλα.....	57
D3: Λευκά πέταλα.....	59
E: Τα πρώτα άνθη ανοίγουν.....	60
F1: Αρχή της ανθοφορίας.....	61
F2: Πλήρης ανθοφορία.....	65
G: Καρπόδεση.....	69
H: Σκλήρυνση του ενδοκαρπίου.....	75
I: Έναρξη αλλαγής χρώματος καρπού.....	81
J: Ωρίμανση των καρπών.....	89

Κατά τη διάρκεια αυτών των σταδίων, τα οποία καθορίζονται πλήρως από τη νέα ψηφιακή κλίμακα B BCH, εφαρμόζονται πολλοί κανονισμοί ανάπτυξης ή φυτοφάρμακα. Άλλοι συγγραφείς έχουν επικεντρωθεί σε μία μόνο καλλιέργεια για τον καθορισμό των φαινολογικών σταδίων (Melgarejo et al., 1997). Ωστόσο, η χρήση δεδομένων από περισσότερες ποικιλίες μιας συλλογής έχει το πλεονέκτημα της παρατήρησης ενός ευρέος φάσματος παραλλακτικότητας εντός του είδους και της διασφάλισης ότι η κλίμακα είναι κατάλληλη για διάφορους τύπους ποικιλιών (Sanz-Cortes, et al., 2005).

#### 1.1.6 Συνθήκες ανάπτυξης

Η ελιά (*Olea europaea* L.) είναι ένα είδος που παρουσιάζει μεγάλη ανοχή στην ξηρασία, στις χαμηλές θερμοκρασίες έως  $-8^{\circ}\text{C}$  και στην αλατότητα, ειδικά, αν συγκριθεί με άλλα οπωροφόρα δέντρα που είναι γενικά ευαίσθητα σ' αυτές τις

συνθήκες (Gucci et al., 1997, Bracci et al., 2011). Το γένος *Olea* αναπτύσσεται καλά σε υποτροπικές περιοχές και σε υψόμετρο 2.850 μέτρων. Προτιμά ημίξερές και θερμές συνθήκες, δηλαδή μακρύ καλοκαίρι και ήπιους χειμώνες για την επιτυχή ανάπτυξη της. Η άριστη θερμοκρασία και η απαιτούμενη βροχόπτωση για την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων κυμαίνεται μεταξύ 15 – 20°C και 650 – 900 mm, αντίστοιχα. Οι ελιές δεν ανέχονται τις υγρές συνθήκες λόγω των δυσμενών επιπτώσεών τους στην ανάπτυξη του καρπού. Παρ' όλα αυτά αναπτύσσεται καλά σε διάφορα εδάφη, ωστόσο τα καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα, βαθιά και αργιλώδη εδάφη με αλκαλικό pH (6,5 – 7,5) είναι άριστα για την παραγωγή της ελιάς (Del Cima et al., 2008 όπως αναφέρεται στο Naseer et al., 2021). Τέλος, συνιστάται η επαρκής άρδευση και η λίπανση για να εξασφαλιστεί η ταχεία ανάπτυξη των ελαιόδεντρων (Chiappetta et al., 2012).

#### 1.1.7 Ανθοφορία

Η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών της ελιάς πραγματοποιείται το χειμώνα κυρίως τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο (Βασιλακάκης, 2016). Για να πραγματοποιηθεί η διαφοροποίηση των οφθαλμών, είναι απαραίτητο το δέντρο να πέσει σε λήθαργο (επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών) την περίοδο του χειμώνα (Βασιλακάκης, 2016). Οι ανθοφόροι οφθαλμοί βρίσκονται σε βλαστούς ενός έτους, οι οποίοι σχηματίζονται στις μασχάλες των φύλλων (Seifi et al., 2015).

Για το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών οι ευνοϊκές θερμοκρασίες είναι 10 – 13°C. Όμως, για να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός αυτός και να εξέλθουν από το λήθαργο οι οφθαλμοί, η ανώτερη θερμοκρασία θα πρέπει να είναι στους 16°C (Βέμμος, 2017).

Η έναρξη της ανθοφορίας δηλαδή η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών ξεκινά την άνοιξη από τον Μάρτιο μέχρι τις αρχές Απριλίου. Η άνθιση εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική περιοχή της καλλιέργειας, την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν (Βέμμος, 2017).

Η διάρκεια της άνθησης ξεκινάει από τη στιγμή που εκπτύσσονται οι οφθαλμοί μέχρι την πλήρη άνθιση (άνοιγμα των πετάλων) και διαρκεί περίπου 6 – 7 εβδομάδες (Βέμμος, 2017). Τα άνθη της ελιάς επικονιάζονται με τον άνεμο και με τα έντομα. Κρίσιμες συνθήκες, όπως ισχυροί και ξηροί άνεμοι, βροχή και υψηλή θερμοκρασία, επηρεάζουν την επικονίαση και μπορεί να μειώσουν την καρπόδεση (Lavee et al., 1986, Conner et al., 2005, Seifi et al., 2015). Αν και η γύρη της ελιάς μπορεί να μεταφερθεί

με τον άνεμο έως και 12 χιλιόμετρα (Fabbri et al., 2004), η αποτελεσματική απόσταση επικονίασης έχει αναφερθεί ότι είναι 30 μέτρα σε κανονικές συνθήκες (Ayerza et al., 2004, Fabbri et al., 2004, Sibbett et al., 2005, Seifi, et al., 2015).

#### 1.1.8 Καρποφορία

Η είσοδος της ελιάς στην καρποφορία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι: i) το σχήμα διαμόρφωσης των δέντρων, ii) το είδος, iii) η ποικιλία και iv) ο τρόπος πολλαπλασιασμού. Σε πυκνές φυτεύσεις δέντρων η είσοδός τους σε καρποφορία ξεκινά τον 3<sup>ο</sup> με 4<sup>ο</sup> χρόνο, σε αντίθεση με τις υπέρ πυκνές, όπου η είσοδός τους ξεκινά τον 2<sup>ο</sup> χρόνο (Βέμμος, 2017).

Τα ελαιόδεντρα πρέπει να περάσουν από συγκεκριμένα στάδια για να γίνει η σωστά η παραγωγή και η ωρίμανση των καρπών (Βέμμος, 2017). Αυτά τα στάδια είναι τα εξής:

---

**Άνθηση – Επικονίαση – Γονιμοποίηση – Καρπόδεση – Ανάπτυξη του καρπού – Εναπόθεση και παραγωγή λαδιού στον καρπό – Ωρίμανση – Συλλογή των καρπών**

---

Απαιτούνται δύο χρόνια για την καρποφορία της ελιάς. Τον πρώτο χρόνο αναπτύσσεται η νέα βλάστηση στα πλάγια, όπου δημιουργούνται οι μικτοί ανθοφόροι οφθαλμοί, οι οποίοι θα δώσουν άνθη και καρπούς την επόμενη χρονιά (Μάρτιο – Ιούνιο) και θα ωριμάσουν το φθινόπωρο – χειμώνα (Βέμμος, 2017).

Η ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων καθορίζεται κυρίως από το στάδιο της καρπόδεσης της ελιάς. Για να υπάρξει καλή καρπόδεση, θα πρέπει να υπάρχει σημαντικό φορτίο ανθοφόρων οφθαλμών στα ελαιόδεντρα. Η τελική καρπόδεση πραγματοποιείται σχεδόν πάντα εντός 6 εβδομάδων από την πλήρη άνθηση (Chiappetta et al., 2012). Κρίσιμος παράγοντας για την καρπόδεση είναι η έλλειψη νερού, η οποία μπορεί να συμβάλλει στην μείωση του αριθμού των ταξιανθιών και των ανθέων. Όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες με δυνατούς ανέμους, τότε μπορεί να μειωθεί η καρπόδεση, διότι προκαλείται ξήρανση και αφυδάτωση στις ταξιανθίες και στα άνθη. Από την άλλη, η υψηλή σχετική υγρασία και η περίοδος των βροχοπτώσεων μπορεί να προκαλέσει μυκητολογικές ασθένειες στα ελαιόδεντρα. Η άριστη θερμοκρασία στο στάδιο της καρπόδεσης κυμαίνεται μεταξύ 22 – 25°C. Οι θερμοκρασίες που ξεπερνούν

τους 30°C μπορεί να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στην καρπόδεση (Βέμμος, 2017).

#### *1.1.8.1 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος του καρπού*

Το μέγεθος των καρπών προκύπτει από την αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων και του δυναμικού ανάπτυξης των καρπών, το οποίο καθορίζεται γενετικά. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα του αζώτου, (Escobar et al., 2008), τη διαθεσιμότητα νερού και την ηλιακή ακτινοβολία (Trentacoste et al., 2017, Rosati et al., 2023).

Η άρδευση, για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι αυξάνει το μέγεθος του καρπού στην ελιά κυρίως μέσω της αύξησης του μεγέθους των κυττάρων (Costagli et al., 2003, Rosati et al., 2023). Ωστόσο, έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι η υδατική καταπόνηση, όταν εφαρμόζεται κατά την πρώιμη ανάπτυξη του καρπού, μειώνεται το μέγεθός του, ενώ, όταν εφαρμόζεται αργότερα μειώνεται το μέγεθος των κυττάρων (Beede et al., 1994, Orgaz et al., 1999, Rosati et al., 2023).

Στην ελιά το μέγεθος του καρπού ελέγχεται γενετικά (Padula, et al., 2008), διαφέροντας πολλές φορές μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών (Barranco et al., 1999, Rosati et al., 2023). Σε γενικές γραμμές, οι διαφορές στο μέγεθος των καρπών μεταξύ των ποικιλιών μπορούν να εξηγηθούν από το διαφορετικό αριθμό των κυττάρων, από το μέγεθος των κυττάρων και από τους μεσοκυττάριους χώρους (Bertinnnn et al., 2002, Grappadelli et al., 2004, Rosati et al., 2023). Παρ' όλα αυτά, στην ελιά ο καρπός αναπτύσσεται μέσω της αύξησης του αριθμού των κυττάρων, κυρίως από την ωοθήκη μέχρι τον καρπό (Raporport et al., 2004, Hammami et al., 2011, Coombe et al., 1976, Rosati et al., 2023). Κατά συνέπεια, όταν εξετάζεται ολόκληρος ο όγκος της ωοθήκης – καρπού, ο αριθμός των κυττάρων αυξάνεται περίπου 8 – 40 φορές στην ώριμη ελιά, σε σύγκριση με την ωοθήκη, ενώ το μέγεθος των κυττάρων αυξάνεται περίπου 100 – 300 φορές (Rosati et al., 2023). Αυτό σχετίζεται με το γεγονός, ότι η κυτταρική διαίρεση σταματά νωρίς κατά τον σχηματισμό του καρπού (περίπου 6 εβδομάδες μετά την άνθηση), ενώ η κυτταρική επέκταση συνεχίζεται περισσότερο, ιδίως στο μεσοκάρπιο (Rallo et al., 2001, Rosati et al., 2023).

#### *1.1.8.2 Ωρίμανση του καρπού*

Περίπου ένα μήνα μετά την πλήρη άνθηση, μια περίοδο έντονης κυτταρικής διαίρεσης, το εξωκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο είναι ευδιάκριτα. Στη

συνέχεια, τα κύτταρα του ενδοκαρπίου παύουν να διαιρούνται και γίνονται σκληρά, η διαίρεση στα κύτταρα του μεσοκαρπίου επιβραδύνεται και αρχίζουν να παράγουν λάδι περίπου 60 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση. Η συσσώρευση ελαίου είναι πολύ έντονη μεταξύ 100 και 180 ημερών από την πλήρη άνθιση. Το χρώμα του φλοιού αλλάζει από πράσινο σε υπόλευκο, κόκκινο και τελικά σε μαύρο ξεκινώντας περίπου από τις 160 – 180 ημέρες της πλήρους ανθήσεως, παράλληλα με τη μείωση της πυκνότητας του φλοιού και του χρωματισμού του φλοιού (Crisosto, et al., 2001).

Η αναπνοή των καρπών είναι υψηλή κατά τη διάρκεια της κυτταρικής διαίρεσης, μέτρια κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών και της σύνθεσης του ελαίου και χαμηλή κατά την αρχική περίοδο της ωρίμανσης, όταν η κλιμακτηριακή αύξηση φαίνεται να συμβαίνει μόνο στους καρπούς που είναι συνδεδεμένοι με το δέντρο. Γενικά, οι μαύροι καρποί έχουν υψηλότερο ρυθμό αναπνοής από τους ώριμους πράσινους καρπούς (Crisosto et al., 2001).

Η φωτοσύνθεση του καρπού συνδέεται με την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και είναι υψηλή μέχρι να χρωματιστεί πλήρως ο καρπός, ενώ η περιεκτικότητα του καρπού σε άμυλο και διαλυτά σάκχαρα μειώνεται κατά την ωρίμανση. Οι νεαροί καρποί έχουν υψηλά ποσοστά πολικών λιπιδίων σε σχέση με τα ουδέτερα λιπίδια που επικρατούν κατά την ωρίμανση. Πρόκειται κυρίως για τριγλυκερίδια του ελαϊκού οξέος, αλλά με σημαντικές ποσότητες λιπαρών οξέων 16:0, 18:0 και 18:2. Η συσσώρευση ξηρής ουσίας είναι συνεχής κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών, ενώ ο καρπός, ο πυρήνας, η σάρκα και το λάδι έχουν συγκεκριμένες περιόδους ταχείας ανάπτυξης. Κατά την τελευταία περίοδο της ωρίμανσης, οι καρποί αποκτούν εξειδικευμένες αρωματικές ενώσεις που μεταφέρονται στο λάδι κατά την εκχύλιση ή συμβάλλουν στον χαρακτηρισμό των επεξεργασμένων ελιών (Crisosto et al., 2001).

Η ωρίμανση του ελαιόκαρπου είναι ένας συνδυασμός φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών που μπορούν να επηρεαστούν από το φορτίο του καρπού, τις κλιματολογικές και καλλιεργητικές συνθήκες. Ο ελαιόκαρπος θεωρείται ώριμος όταν το χρώμα του φλοιού και της σάρκας έχει γίνει μαύρο και δεν αναμένονται περαιτέρω βελτιώσεις στην περιεκτικότητα και την ποιότητα του λαδιού ή στη γεύση του καρπού, εκτός από μια προοδευτική αργή απώλεια πικρότητας που οφείλεται σε καταστροφή της ελαιοευρωπαϊνης από τη φυσική ζύμωση (Crisosto et al., 2001).

Ο καρπός της ελιάς περιέχει λάδι (22%), νερό (50%), πρωτεΐνες (1,6%), υδατάνθρακες (19,1%), κυτταρίνη (5,8%) και ανόργανα άλατα (1,5%) (Doveri et al., 2007, Seifi et al., 2015).

Διατίθενται δύο διαφορετικοί τύποι ελιών, οι πράσινες και οι μαύρες. Αυτές διαφοροποιούνται με βάση το βαθμό ωρίμανσης. Οι πράσινες ελιές είναι ώριμοι καρποί, που συλλέγονται πριν από την έναρξη της ωρίμανσης, ενώ οι μαύρες ελιές συλλέγονται αφού ο καρπός έχει υποστεί πλήρη διαδικασία ωρίμανσης (Khan et al., 2015). Το μαύρο χρώμα των ελιών οφείλεται στην οξειδωση των φαινολικών ενώσεων (Naseer et al., 2021). Γενικά, οι πράσινες ελιές χρησιμοποιούνται για επιτραπέζια χρήση. Ωστόσο, οι φρέσκες ελιές έχουν πικρή γεύση λόγω της παρουσίας της ελαιοευρωπαϊνης και συνεπώς δεν καταναλώνονται φρέσκες (Naseer et al., 2021).

## 1.2 Ποικιλίες της ελιάς

---

### 1.2.1 Ξένες ποικιλίες

Ο μεγάλος αριθμός ποικιλιών σε συνδυασμό με τις πολλές ονομασίες καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την περιγραφή και την ταξινόμηση των ποικιλιών ελιάς (Fabbri et al., 2009, Bracci et al., 2011). Ο ακριβής αριθμός των ποικιλιών ελιάς είναι άγνωστος, αλλά είναι πιθανό ο αριθμός αυτός να φτάνει τις 2.000 ποικιλίες και να τις ξεπερνά (Moral, et al., 2017).

Η ελιά είναι ένα εξαιρετικά ποικιλόμορφο είδος με περισσότερες από 2.600 διαφορετικές ποικιλίες συμπεριλαμβανομένων των συνωνύμων και των οικοτύπων (Hatzopoulos, et al., 2002), (Wang et al., 2010). Υπολογίζεται ότι 1.250 ποικιλίες που καλλιεργούνται σε 54 χώρες και διατηρούνται σε περισσότερες από 100 συλλογές, περιλαμβάνονται στον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας και στη βάση δεδομένων των σποροφύτων της ελιάς (FAO), (Bartolini et al., 2008, Bracci et al., 2011). Υπάρχει πιθανότητα ο αριθμός αυτός να είναι υψηλότερος, λόγω της έλλειψης πληροφοριών για πολλές τοπικές ποικιλίες (Cantini et al., 1999). Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των ποικιλιών προέρχεται από χώρες της Νότιας Ευρώπης, όπως η Ιταλία (538 ποικιλίες), η Ισπανία (183 ποικιλίες), η Γαλλία (88 ποικιλίες) και η Ελλάδα (52 ποικιλίες), (Bartolini et al., 2008, όπως αναφέρεται στο Bracci et al., 2011).

Κάθε ελαιοπαραγωγός χώρα έχει τις δικές της μοναδικές ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για την ελαιοποίηση ή την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών. Για

παράδειγμα, οι ποικιλίες “Leccino” και “Frantoio” είναι ευρέως διαδεδομένες ποικιλίες για την παραγωγή λαδιού στην Ιταλία. Ενώ, στην Ελλάδα η πιο διαδεδομένη ποικιλία είναι η «Κορωνέικη» (Wang et al., 2010). Με βάση το μέγεθος του καρπού οι ποικιλίες ελιάς ταξινομούνται σαν μικρόκαρπες, μεσόκαρπες, μεγαλόκαρπες ποικιλίες (Βασιλακάκης, 2016).

Οι πιο γνωστές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ευρώπη αλλά και παγκοσμίως είναι οι εξής:

- Arbequina: η ποικιλία αυτή καλλιεργείται παγκοσμίως, αλλά η χώρα προέλευσής της είναι η Ισπανία. Ανήκει στις μικρόκαρπες ποικιλίες. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 1,5 – 2,5 γραμμάρια. Η συγκομιδή των ελαιόκαρπων γίνεται τους χειμερινούς μήνες (Νοέμβριο – Δεκέμβριο). Η περιεκτικότητα του σε λάδι κυμαίνεται σε ποσοστό 20%. Είναι ανθεκτική στο ψύχος και σε μυκητολογικές ασθένειες, όπως π.χ. στο κυκλοκόνιο και στη βερτισιλλίωση (Βέμμος, 2017).
- Frantoio: η ποικιλία αυτή καλλιεργείται παγκοσμίως, αλλά η καταγωγή της είναι από την Τοσκάνη. Είναι ποικιλία ιταλικής προελεύσεως και ανήκει στις μικρόκαρπες ποικιλίες. Παράγει λάδι πολύ καλής ποιότητας. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 1,5 – 2,5 γραμμάρια. Ο καρπός της είναι κυλινδρικός, χωρίς θηλή. Η συγκομιδή του καρπού γίνεται τους χειμερινούς μήνες (Νοέμβριο – Δεκέμβριο). Είναι πολύ ανθεκτική στην ασθένεια της βερτισιλλίωσης, αλλά όχι στο κυκλοκόνιο (Βέμμος, 2017).
- Picual: η ποικιλία αυτή καλλιεργείται παγκοσμίως, αλλά είναι ισπανικής προέλευσης και ανήκει στις μεσόκαρπες ποικιλίες. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2,0 – 4,0 γραμμάρια. Το σχήμα του καρπού είναι κωνικό – κυλινδρικό, ενώ είναι κυρτό προς τη μία πλευρά. Παράγει λάδι πολύ καλής ποιότητας, ενώ η ελαιοπεριεκτικότητά του κυμαίνεται από 20 – 25%. Η συγκομιδή του καρπού γίνεται τον Νοέμβριο. Είναι ανθεκτική στο ψύχος, αλλά ευαίσθητη στις μυκητολογικές ασθένειες όπως π.χ. στο κυκλοκόνιο και στη βερτισιλλίωση (Βέμμος, 2017).

### 1.2.2 Ελληνικές ποικιλίες

Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλές ποικιλίες ελιάς, όμως η κατάταξή τους γίνεται είτε με βάση τον προορισμό του καρπού (ελαιοποιήσιμη, επιτραπέζια), είτε με βάση το μέγεθος του καρπού (μικρόκαρπες, μεσόκαρπες, μεγαλόκαρπες) (Βασιλακάκης, 2016).

Στις μικρόκαρπες ταξινομούνται οι εξής ποικιλίες:

- Κορωνέικη: ο καρπός είναι πολύ μικρός περίπου 0,5 – 1,5 γραμμάρια και χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή ελαιόλαδου. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία με μεγάλη παραγωγικότητα ανάλογα την εποχή. Περιοχές στις οποίες καλλιεργείται περισσότερο είναι η Πελοπόννησος και η Κρήτη. Η περιεκτικότητα του καρπού σε έλαια κυμαίνεται από 20% μέχρι 25% (Βασιλακάκης, 2016).
- Διανολιά Κέρκυρας: από το όνομα της ποικιλίας, κυρίως, καλλιεργείται στην Κέρκυρα και καλύπτει το 90% των εκτάσεων. Το μέγεθος του καρπού είναι μικρό γύρω στο 1,3 – 1,8 γραμμάρια και η περιεκτικότητα του καρπού σε ελαιόλαδο κυμαίνεται στο 20% (Βασιλακάκης, 2016).
- Μαστοειδής η κοινή: το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2,0 – 3,0 γραμμάρια και η περιεκτικότητά του σε ελαιόλαδο υπολογίζεται γύρω στα 20 – 30%. Καλλιεργείται κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και σε υψόμετρο που δεν ξεπερνά τα 1.000 μέτρα, αλλά μπορεί να καλλιεργηθεί και στη Νότια Ελλάδα και στις περιοχές, όπως η Κρήτη και η Πελοπόννησος. Παράγει λάδι υψηλής ποιότητας (Βέμμος, 2017).

Στις μεσόκαρπες ταξινομούνται οι εξής ποικιλίες:

- Θρούμπα: το βάρος του καρπού κυμαίνεται γύρω στα 2,5 – 5,0 γραμμάρια. Η περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο κυμαίνεται στο 30% και προορίζεται τόσο για την παραγωγή λαδιού, όσο και για επιτραπέζια χρήση (Βασιλακάκης, 2016).
- Μεγαρίτικη: το βάρος του καρπού κυμαίνεται γύρω στα 2,5 – 5,0 γραμμάρια. Η περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο κυμαίνεται γύρω στα 16 – 25% (Βασιλακάκης, 2016).

Στις μεγαλόκαρπες ταξινομούνται οι εξής ποικιλίες:



- Κονσερβολιά: το βάρος του καρπού κυμαίνεται γύρω στα 5,5 – 8,0 γραμμάρια. Η ποικιλία αυτή προορίζεται καθαρά για επιτραπέζια χρήση (Βασιλακάκης, 2016).
- Καλαμών: το βάρος του καρπού κυμαίνεται γύρω στα 5,2 – 6,3 γραμμάρια. Καλλιεργείται στην Πελοπόννησο, στην Στερεά Ελλάδα και σε άλλες περιοχές. Παράγει λάδι υψηλής ποιότητας. Η περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο κυμαίνεται γύρω στα 19 – 25% (Βασιλακάκης, 2016).
- Χονδρολιά Χαλκιδικής: το βάρος του καρπού κυμαίνεται γύρω στα 6,0 – 10 γραμμάρια. Η ποικιλία αυτή προορίζεται καθαρά για επιτραπέζια χρήση. Η περιοχή που καλλιεργείται κυρίως είναι η Χαλκιδική αλλά, παρ' όλα αυτά καλλιεργείται και σε άλλες περιοχές. Έχει πολύ καλή ποιότητα καρπού (Βασιλακάκης, 2016).

Οι κυριότερες ποικιλίες ελιάς είναι η «Κορωνέικη», η «Μαστοειδής», και η «Θρουμπολιά» (Pakyurek et al., 2017), οι οποίες από το 2013 μέχρι το 2018 είχαν παραγάγει κατά μέσο όρο 530.000 τόνους ελαιόκαρπου ετησίως (ΕΛΣΤΑΤ, 2018) (Markakis, et al., 2021).

#### 1.2.2.1 Καλαμών

Η ποικιλία Καλαμών (*Olea europaea* var. *ceraticarpa*) ανήκει στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες. Η κύρια περιοχή καλλιέργειάς της είναι η Μεσσηνία, αλλά καλλιεργείται και στην Λακωνία, στην Αχαΐα, στο Αγρίνιο και σε άλλες περιοχές (Ποντίκης, 2000). Τα φύλλα της ποικιλίας αυτής είναι δερματώδη σκούρου πράσινου χρώματος και ο καρπός έχει σχήμα κυλινδρικό κωνικό. Είναι ανθεκτική στην αλατότητα, στο ψύχος αλλά και σε υγρές κλιματικές συνθήκες (Βασιλακάκης, 2016). Ανήκει στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες.

Το ύψος των ελαιόδεντρων της ποικιλίας αυτής μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 μέτρα (Ποντίκης, 2000). Είναι απαιτητική σε νερό, οπότε χρειάζεται και την κατάλληλη άρδευση για την ανάπτυξή της (Βασιλακάκης, 2016).

Κατά την περίοδο της ανθοφορίας απαιτείται να επικρατούν στην περιοχή, όπου καλλιεργείται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξή της και για να υπάρξει ικανοποιητική καρπόδεση (Βασιλακάκης, 2016). Η ποικιλία αυτή προορίζεται κυρίως για επιτραπέζια χρήση.

Οι ποικιλίες Κορωνέικη, Μεγαρείτικη, Θρουμπολιά και Αδραμυτινή είναι πρόωμης άνθησης, ενώ οι Καλαμών, Λιανολιά Κέρκυρας και Αγουρομάνακο όψιμης άνθησης (Βέμμος, 2017).



**Εικόνα 7:** Ο καρπός και το ενδοκάρπιο της ποικιλίας Καλαμών, (Khadivi, 2022)

#### 1.2.2.2 Κορωνέικη

Η ποικιλία Κορωνέικη (*Olea europaea* var. *microcarpa alba*) καλλιεργείται κυρίως στην Πελοπόννησο και συγκεκριμένα στην Μεσσηνία, απ' όπου πιστεύεται ότι έχει προέλθει, στην Κρήτη, στην Αχαΐα, στην Αιτωλοακαρνανία και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Ποντίκης, 2000). Ανήκει στις μικρόκαρπες ποικιλίες.

Το ύψος των δέντρων της ποικιλίας αυτής φτάνει περίπου μέχρι τα 7 μέτρα, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί εξίσου καλά και σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων. Τα φύλλα της είναι παχιά δερματώδη, σκούρου πράσινου χρώματος και ο καρπός φέρει θηλή και το σχήμα του είναι κυλινδρικό – κωνικό, ενώ στην άκρη φέρει οξεία ακίδα (Ποντίκης, 2000).

Όσον αφορά στην καρποφορία της ποικιλίας αυτής η Κορωνέικη εισέρχεται νωρίτερα σε καρποφορία σε σχέση με άλλες ποικιλίες. Η συγκομιδή της γίνεται τους χειμερινούς μήνες κυρίως προς τα τέλη Φεβρουαρίου (Βέμμος, 2017).

Οι ποικιλίες ελιάς έχουν διαφορετικό ποσοστό περιεκτικότητας σε λάδι. Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λάδι την έχει η Κορωνέικη σε ποσοστό που αγγίζει το 32%, η οποία έχει και πολύ καλή παραγωγικότητα ελαιόλαδου (Ποντίκης, 2000). Είναι ανθεκτική στην αλατότητα και στις μυκητολογικές ασθένειες όπως το κυκλοκόνιο, αλλά χαρακτηρίζεται ευαίσθητη σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Βέμμος, 2017).



**Εικόνα 8:** Ο καρπός και το ενδοκάρπιο της ποικιλίας Κορωνέικη, (Khadivi et al., 2022, Parageorgiou et al., 2012)

### 1.2.2.3 Λιανολιά Κέρκυρας

Η ποικιλία Λιανολιά Κέρκυρας (*Olea europaea* var. *craneomorpha*) καλλιεργείται κυρίως στην Κέρκυρα, στην Πρέβεζα, στην Ηγουμενίτσα, στη Λευκάδα, αλλά και σε άλλες περιοχές. Ανήκει στις μικρόκαρπες ποικιλίες (Κωστελένος, 2017).

Το ύψος των δέντρων της ποικιλίας αυτής φτάνει μέχρι τα 14 μέτρα. Τα φύλλα της ποικιλίας αυτής είναι βαθυπράσινα και ο καρπός της έχει σχήμα κυλινδρικό – κωνικό με τη μία πλευρά ελαφρώς κυρτωμένη. Είναι ανθεκτική στο ψύχος και απαιτητική στην υγρασία και γι' αυτό το λόγο ευδοκίμει καλύτερα σε περιοχές με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, αλλά και σε υγρές εδαφικές συνθήκες. Αναπτύσσεται εξίσου καλά και σε άγονα, πετρώδη εδάφη.

Κατά την περίοδο της καρπώδεσης απαιτούνται υγρές συνθήκες για αποδοτικότερη καρποφορία. Η κύρια χρήση της ποικιλίας αυτής είναι για την παραγωγή λαδιού. Πηγή: <http://www.gaiapedia.gr/>



**Εικόνα 9:** Οι καρποί της ποικιλίας Λιανολιά Κέρκυρας, (Parageorgiou, 2012)

## 1.3 Εχθροί και Ασθένειες

### 1.3.1 Εχθροί

Τα ελαιόδεντρα προσβάλλονται από πολυάριθμα έντομα, ασθένειες και νηματώδεις (Abdelfattah et al., 2018), με αποτέλεσμα να οδηγούνται σε υποβάθμιση της υγείας τους, να παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγικότητα και ενίοτε να οδηγούνται στο θάνατο (Trapero et al., 2010, Markakis, et al., 2021). Επιπλέον, προκαλούνται σημαντικές απώλειες στην παραγωγή ελαιόλαδου, στην απόδοση και την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς, των κυριότερων προϊόντων αυτής της καλλιέργειας (Bahri et al., 2020).

Οι πιο σημαντικοί εχθροί της ελιάς (*Olea europaea* L.) είναι ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera (Dacus) oleae*) και ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae*). Παρακάτω παρατίθενται οι πιο σημαντικοί εχθροί:

<b>Δάκος της ελιάς (<i>Bactrocera oleae</i>, Diptera: Tephritidae)</b>
--

Ο δάκος της ελιάς είναι ο πιο σημαντικός εχθρός των ελαιόδεντρων παγκοσμίως (Abdelfattah et al., 2018). Επηρεάζει την ποσότητα και την ποιότητα των ελαιόκαρπων, καθώς και των επιτραπέζιων ελιών (Varikou et al., 2014). Αυτό το είδος (*B. oleae*), σε αντίθεση με άλλα δίπτερα της οικογένειας Tephritidae, είναι αυστηρά μονοφάγο, τρέφεται αποκλειστικά με ελαιόκαρπους και έχει τη μοναδική ικανότητα να τρέφεται με άγουρους πράσινους καρπούς που περιέχουν υψηλά επίπεδα φαινολικών ενώσεων όπως η ελαιευρωπαϊνή (Abdelfattah et al., 2018).

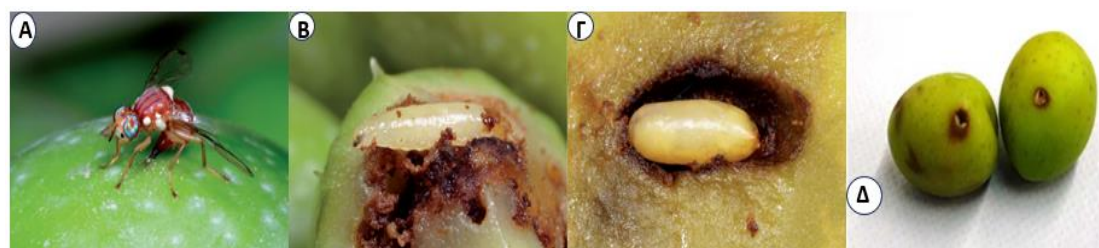
Τα ενήλικα θηλυκά του *B. oleae*, χρησιμοποιούν τους ωοθέτες τους για να ωοτοκήσουν στο μεσοκάρπιο των ελαιόκαρπων και οι εκκολαπτόμενες προνύμφες σχηματίζουν στοές στο εσωτερικό του καρπού ενώ τρέφονται με το μεσοκάρπιο (Abdelfattah et al., 2018). Έχει 3 – 4 γενεές το χρόνο στις πιο πολλές περιοχές της χώρας (Τζανακάκης, 2003). Επιπλέον, το *B. oleae* έχει την ικανότητα να αναπαράγεται και να αναπτύσσεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, υπό την προϋπόθεση ότι, η θερμοκρασία και η υγρασία είναι ευνοϊκές και ο καρπός (ξενιστής) είναι διαθέσιμος (Τζανακάκης, 2003, Varikou et al., 2014).

Διαχειμάζει ως ενήλικο σε προφυλαγμένες θέσεις ή ως νύμφη στο έδαφος. Η ωοτοκία ξεκινά όταν ο καρπός αρχίζει να γίνεται μαλακός και το ενήλικο θηλυκό άτομο

μπορεί να τον ωτοκήσει. Ο πληθυσμός του δάκου αυξάνεται έντονα το φθινόπωρο, ιδιαίτερα όταν οι καιρικές συνθήκες είναι υγρές και ζεστές (Τζανακάκης, 2003).

Η προσβολή του ελαιόκαρπου από τις προνύμφες προκαλεί πρόωρη καρπόπτωση και μειώνει την ποιότητα του καρπού τόσο για την παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς όσο και για την παραγωγή ελαιόλαδου (Michelakis et al., 1983). Επιπλέον, η παρουσία προνυμφών και ενήλικων ατόμων δάκου στους καρπούς αυξάνει την οξύτητα του λαδιού και μειώνει έτσι την ποιότητά του (Varikou et al., 2014).

Με το νύγμα του δάκου που προκαλείται στον καρπό ευνοούνται διάφορες μυκητολογικές ασθένειες όπως το *Camarosporium dalmaticum*, το *Colletotrichum* κ.α. Ο συνδυασμός των δύο αυτών παραγόντων οδηγεί σε μειωμένη παραγωγικότητα και σε μεγάλη οικονομική ζημιά (Τζανακάκης, 2003).



**Εικόνα 10:** Α) θηλυκός δάκος που ωτοκεί στον καρπό, Β) προνύμφη 2ου σταδίου, μήκος περίπου 4 mm, Γ) νύμφη (rypa) μήκος περίπου 5 mm και Δ) οπές εξόδου, (Yokoyama, 2015), (Malheiro et al., 2015)

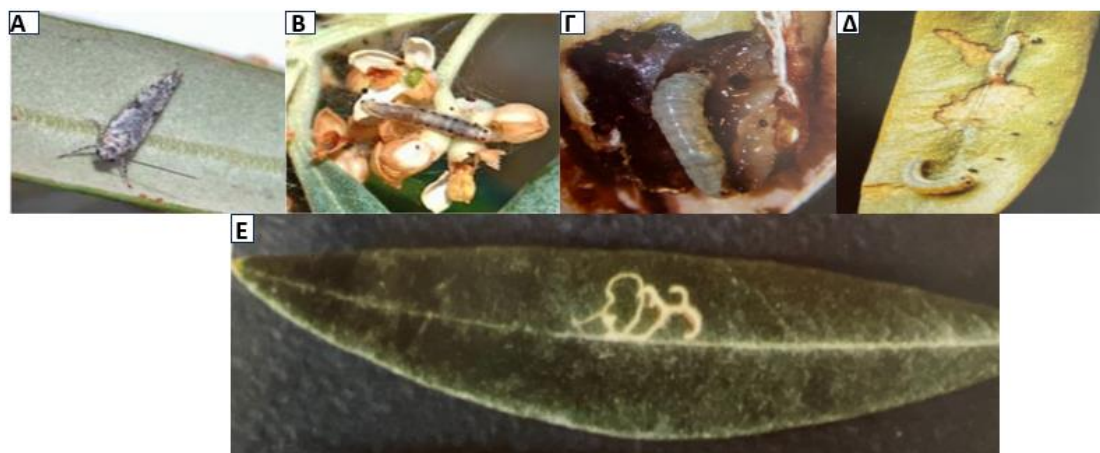
### **Πυρηνοτρήτης της ελιάς (*Prays oleae*, Lepidoptera: *Yponomeutidae*)**

Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς είναι ο επόμενος, μετά το δάκο, σημαντικός εχθρός των ελαιόδεντρων, διότι προκαλεί σοβαρές οικονομικές απώλειες στην παραγωγή (Karlan et al., 2020). Είναι ολιγοφάγο είδος. Προσβάλλει την άγρια ποικιλία της ελιάς αλλά και την καλλιεργούμενη ελιά, καθώς και διάφορα άλλα είδη της οικογένειας Oleaceae (Τζανακάκης, 2003).

Έχει 3 γενεές το χρόνο αλλά διαφέρει από τα άλλα έντομα διότι, οι προνύμφες του εντόμου αυτού προσβάλλουν διαφορετικά όργανα του δέντρου. Διαχειμάζει ως αναπτυσσόμενη προνύμφη διαφόρων σταδίων στα φύλλα της ελιάς, δημιουργώντας στοές (**φυλλοφάγος γενιά**). Την άνοιξη τα ενήλικα άτομα ωτοκοούν στους ποδίσκους των κλειστών ανθέων ή στη βάση της κλειστής στεφάνης (**ανθοφάγος γενιά**). Μέχρι η προνύμφη να ολοκληρώσει την ανάπτυξή της, νυμώνεται την άνοιξη σε βομβύκιο

στην ταξιανθία. Τον Ιούνιο – αρχές Ιουλίου εμφανίζονται τα ενήλικα άτομα, όπου ωοτοκούν στον κάλυκα των μικρών καρπών της ελιάς (**καρποφάγος γενιά**) (Τζανακάκης, 2003).

Η μεγαλύτερη ζημιά που προκαλείται στην ελιά προκύπτει από την καρποφάγο γενιά. Ο καρπός μαυρίζει, ξηραίνεται και πέφτει (Τζανακάκης, 2003).



**Εικόνα 11:** Α) ενήλικο άτομο, Β) προνυμφικό στάδιο, Γ) προνύμφη 4ου σταδίου, Δ) δύο προνύμφες φυλλοφάγου γενεάς, Ε) στοές από προνύμφες 2ου σταδίου, (Τζανακάκης, 2003, Malheiro et al., 2015).

#### **Λεκάριο της ελιάς (*Saissetia oleae*, Homoptera: Coccidae)**

Το έντομο αυτό θεωρείται ένα από τα πιο καταστροφικά έντομα στην Ελλάδα. Είναι πολυφάγο και προσβάλλει δέντρα, θάμνους και ποώδη φυτά. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα προκαλεί σοβαρές ζημιές κυρίως στην ελιά αλλά και στα εσπεριδοειδή.

Ανάλογα με την τοποθεσία έχει διαφορετικές γενεές το χρόνο. Προς το Βόρειο τμήμα της Μεσογείου έχει μία γενεά, ενώ προς τα Νότια ή σε παραθαλάσσιες περιοχές παρατηρούνται 1 – 2 γενεές το χρόνο. Διαχειμάζει ως προνύμφη.

Οι ζημιές που προκαλεί κυρίως στην ελιά είναι η μύζηση των χυμών από τα φύλλα και τους βλαστούς. Τα μελιτώδη αποχωρήματα αποκρίνονται πάνω στους κλάδους, τα οποία με τη σειρά τους προκαλούν τους μύκητες της καπνιάς. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη φυλλόπτωση των δέντρων (Τζανακάκης, 2003).



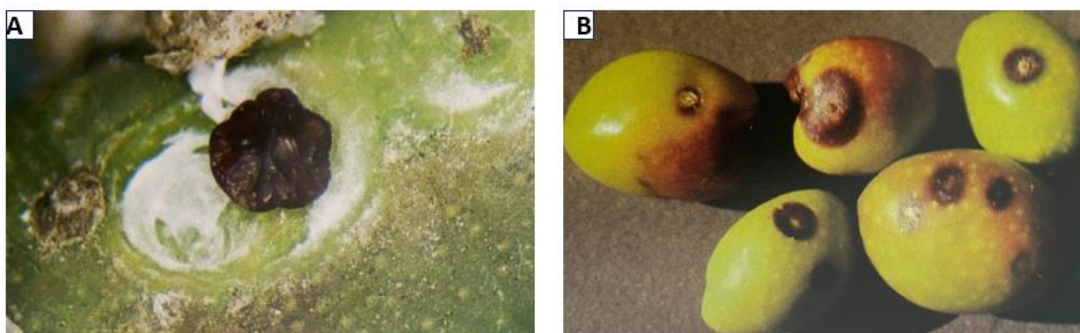
**Εικόνα 12:** Α) ενήλικα άτομα σε βλαστό, Β) στα φύλλα και σε κλάδους ελιάς, Γ) ωά κάτω από το ασπίδιο, (Tombesi, et al., 2007), (Αργυρόπουλος, 2024)

### **Παρλατόρια (*Parlatoria oleae*, Homoptera: Diaspididae)**

Το έντομο αυτό είναι εξαιρετικά πολυφάγο και προσβάλλει πολυετή φυτά από διάφορες οικογένειες δέντρων. Κυρίως, όμως, προσβάλλει την ελιά, τα πυρηνόκαρπα και τα γιγαρτόκαρπα.

Σε αντίθεση με άλλα είδη εντόμων, αυτό το έντομο έχει μισή γενεά το χρόνο και διαχειμάζει ως προνύμφη 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σταδίου. Παρατηρείται σε κλάδους, φύλλα και καρπούς.

Οι κλάδοι και οι καρποί της ελιάς παραμορφώνονται από την προσβολή αυτού του εντόμου. Επιπρόσθετα, στους καρπούς της ελιάς μειώνεται η περιεκτικότητα σε λάδι σε ποσοστό 20%, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χάνεται η εμπορική του αξία (Τζανακάκης, 2003).



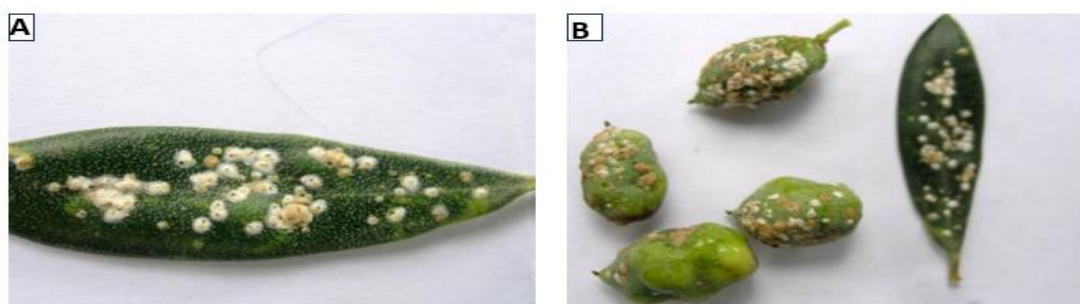
**Εικόνα 13:** Α) ενήλικο θηλυκό χωρίς το ασπίδιο του, Β) συμπτώματα κηλίδων σε καρπούς ελιάς, (Τζανακάκης, 2003)

### Ψώρα του κισσού ή της πικροδάφνης (*Aspidiotus nerii*, Homoptera: Diaspididae)

Αυτό το έντομο είναι εξαιρετικά πολυφάγο. Προσβάλλει πολλά οπωροφόρα δέντρα και προκαλεί σημαντικές ζημιές στην πικροδάφνη στην ελιά, στα εσπεριδοειδή και σε πολλά άλλα δέντρα.

Συνήθως έχει 3 – 4 γενεές το χρόνο ανάλογα την περιοχή. Διαχειμάζει σαν ενήλικο ή σαν προνύμφη 2<sup>ου</sup> σταδίου. Σε περιπτώσεις έντονης προσβολής οι καρποί, οι κλάδοι και τα φύλλα καλύπτονται από πολλά ασπίδια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το δέντρο να εξασθενεί και να παρατηρείται ξήρανση των κλάδων και φυλλόπτωση (Τζανακάκης, 2003).

Στην ελιά οι καρποί παρουσιάζουν κηλίδες σκοτεινού χρώματος και παραμορφώνονται με αποτέλεσμα να μειώνεται η περιεκτικότητά τους σε λάδι. Οι πιο σημαντικές ζημιές γίνονται στις επιτραπέζιες ελιές (Τζανακάκης, 2003).



**Εικόνα 14:** A) ενήλικα και ανήλικα άτομα σε φύλλο ελιάς, B) σε φύλλα και καρπούς ελιάς, (Σίμογλου, 2006)

#### 1.3.2 Ασθένειες

Η παραγωγή της ελιάς περιορίζεται από τεράστιο αριθμό ασθενειών, όπως οι μυκητολογικές ασθένειες (βερτσιλλιώση, γλοιοσπόριο, καμαροσπόριο, κυκλοκόνιο, κερκόσπορα, ίσκα κ.α), οι προκαυρωτικές ασθένειες (καρκίνωση, ξυλέλλα), ιολογικές ασθένειες και οι μη παρασιτικές ασθένειες (τροφοπενία βορίου /καλίου) (Nogueira et al., 2020).



Γλοιοσπόριο της ελιάς: (*Colletotrichum spp.*)

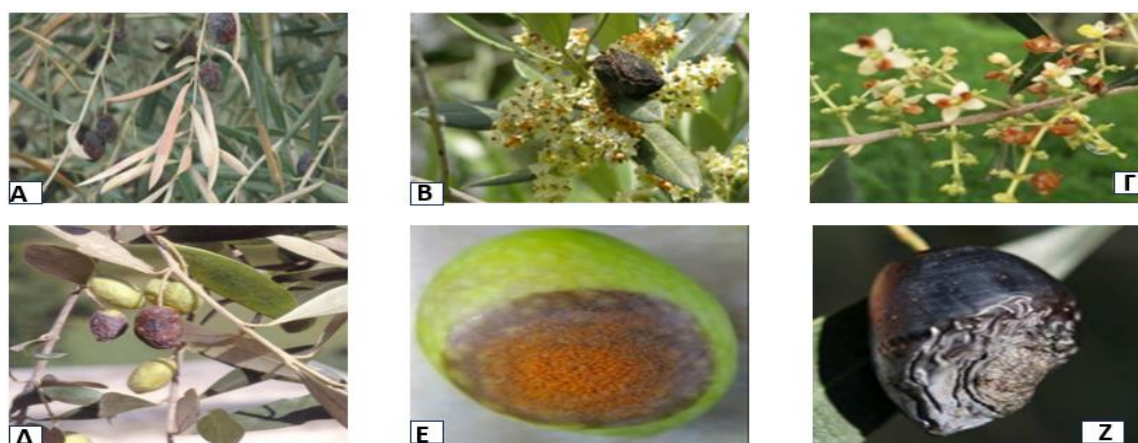
Η ασθένεια του γλοιοσπορίου γνωστή και ως ανθράκωση είναι η σημαντικότερη ασθένεια του καρπού της ελιάς (*Olea europaea* L.) και είναι ευρέως διαδεδομένη σε πολλές ελαιοπαραγωγικές περιοχές του κόσμου (Moral et al., 2012). Αυτή ασθένεια συγκαταλέγεται ανάμεσα στις πιο ζημιογόνες ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά και προκαλείται από είδη του γένους *Colletotrichum* (Nogueira et al., 2020). Αρχικά, αυτή η ασθένεια καταγράφηκε για πρώτη φορά από τον J.V. de Almeida 1899 στην Πορτογαλία, (Cacciola et al., 2012, Talhinhos et al., 2018). Ανάλογα την περιοχή η ασθένεια αυτή συναντάται με διαφορετικά ονόματα όπως για παράδειγμα στην Ιταλία ως “lebbra”, στην Ισπανία ως “aceituna jabonosa” και στην Πορτογαλία ως “gafa” (Talhinhos et al., 2018).

Από την άλλη, στην Ελλάδα διαπιστώθηκε για πρώτη φορά στην Κέρκυρα το 1920, όπου καταγράφηκαν σοβαρές επιδημιολογικές εκρήξεις της ασθένειας (Petri, 1930, Kolainis et al., 2020). Τα συμπτώματα της σήψης των καρπών από το γλοιοσπόριο στην ελιά εμφανίζονται συνήθως στους καρπούς, κατά την ωρίμανση, όπου σχηματίζονται ομόκεντροι κύκλοι και στη συνέχεια αποκτούν έντονη ρυτίδωση και βυθίζονται. Μετά την πάροδο κάποιων ημερών, τα ακέρβουλα τα οποία είναι οι καρποφορίες του μύκητα, καλύπτουν τους ιστούς της ελιάς και με τις κατάλληλες συνθήκες έντονης υγρασίας εξέρχονται στην επιφάνεια τα πολλαπλά σπόρια του παθογόνου ως μια «γλοιώδη μάζα» χρώματος πορτοκαλί (Chattaoui et al., 2016, Sergeeva et al., 2014, Talhinhos et al., 2009, Nogueira et al., 2020). Στη συνέχεια, οι προσβεβλημένοι καρποί ή παραμένουν στο δέντρο και μούμιοποιούνται ή πέφτουν στο έδαφος και με αυτόν τον τρόπο συνεχίζεται η μόλυνση και την επόμενη χρονιά (Talhinhos, et al., 2011).

Αν και λιγότερο συχνά, τα συμπτώματα μπορούν επίσης να βρεθούν σε κλαδιά και φύλλα, οδηγώντας σε νεκρώσεις, σε σοβαρή φυλλόπτωση, ακόμα και ξήρανση κλάδων του δέντρου (Talhinhos, et al., 2011). Επιπρόσθετα, το γλοιοσπόριο μπορεί να μολύνει και τα άνθη προκαλώντας μείωση της καρπόδεσης ή ακόμη και κατάρρευση ολόκληρης της ταξιανθίας κάτι που είναι γνωστό ως “blossom blight” (Sergeeva et al., 2008, Moral et al., 2009, Iliadi et al., 2018, Filoda et al., 2021, Embaby, 2014).

Συμπτώματα παρατηρούνται επίσης και στους βλαστούς, όπου εκδηλώνονται με νεκρώσεις και τελικά μείωση της ζωηρότητας του δέντρου (Moral et al., 2009, Sergeeva et al., 2014, Talhinhos, et al., 2011, Embaby et al., 2014).

Οι μολύνσεις που προκαλούνται από την ασθένεια του γλοιοσπορίου ευνοούνται κυρίως από βροχερό καιρό και με θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 20°C και 30°C (Salotti et al., 2022). Παρ' όλα αυτά, τα κονίδια βλαστάνουν και μολύνουν τους καρπούς μόνο σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 10°C έως 25°C, ενώ το βέλτιστο εύρος κυμαίνεται μεταξύ 17 - 20°C (Moral, et al., 2012, Romero, et al., 2021). Επιπλέον, η ασθένεια του γλοιοσπορίου αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας μελέτης και αναπτύσσεται διεξοδικά στην παράγραφο 1.4.

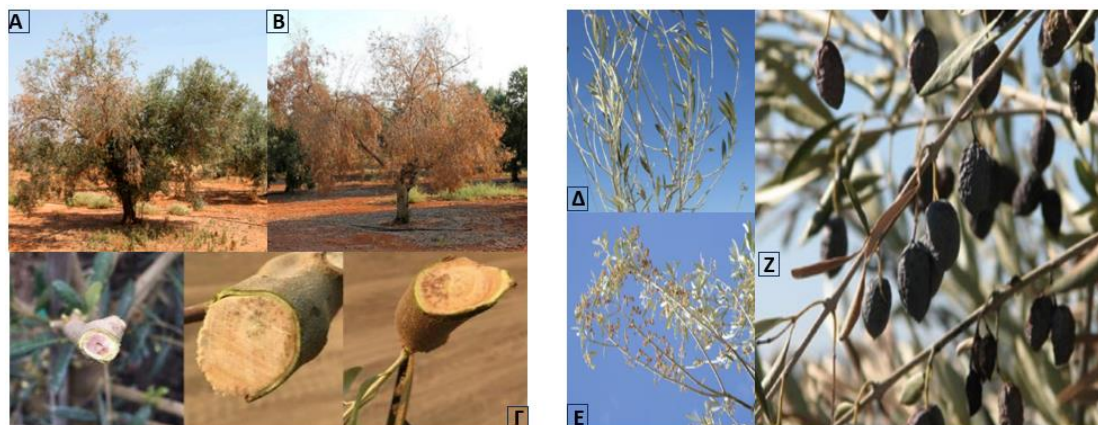


**Εικόνα 15:** Α) μουμιοποιημένοι καρποί που παραμένουν στο δέντρο, Β) κηλίδωση των ανθέων, Γ) καστανός μεταχρωματισμός των ανθέων, Δ) σήψη και μουμιοποίηση των καρπών στους πράσινους καρπούς, Ε) ακέρβουλα και μάζες κονιδίων σε πράσινο καρπό ελιάς, Ζ) σήψη σε μαύρο καρπό ελιάς, (Moral, et al., 2021, Iliadi et al., 2018, Cacciola et al., 2012)

#### Βερτισιλλίωση: *Verticillium dahliae*

Η βερτισιλλίωση είναι η πιο σοβαρή ασθένεια που προσβάλλει τα ξυλώδη αγγεία του φυτού με τον διαδεδομένο εδαφογενή μύκητα *Verticillium dahliae*, ο οποίος προκαλεί αδρομυκώσεις σε πολλά είδη φυτών. Το παθογόνο βρίσκεται κυρίως στα αγγεία του ξύλου και εισέρχεται από το ριζικό σύστημα και κατευθύνεται στα φύλλα, όπου και τα αποικίζει. Τα νεαρά δέντρα καταστρέφονται μετά από επαναλαμβανόμενες μολύνσεις. Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας αυτής εμφανίζονται στα φύλλα της ελιάς, όπου προκαλείται καρούλιασμα προς τα κάτω και αποξήρανση αυτών με χρώμα τεφρό ή καστανό. Σε περιπτώσεις έντονης προσβολής μπορεί να προκληθεί σταδιακή φυλλόρροια ή νέκρωση των κλάδων. Οι θερμοκρασίες που απαιτεί ο μύκητας για να

αναπτυχθεί κυμαίνονται μεταξύ 21°C – 27°C. Ο μύκητας *V. dahliae* σχηματίζει μικροσκληρώτια, τα οποία είναι οι διαχειμάζουσες μορφές του παθογόνου στο έδαφος, όπου μπορούν να επιβιώσουν για πάνω από 8 – 14 χρόνια (Παπλωματάς, 2017).



**Εικόνα 16:** Α) μέτρια προσβολή ελαιόδεντρου από *V. dahliae*, Β) έντονα συμπτώματα της ασθένειας στην ελιά, Γ) συμπτώματα στους βλαστούς της ελιάς, Δ) συμπτώματα του βραδέως μαρασμού και αποφύλλωση, Ε) νέκρωση των ταξιανθιών και Ζ) μουμιοποίηση των καρπών (Calderón, 2015, Rhouma, et al., 2024, López et al., 2010)

#### Κυκλοκόνιο: *Spilocaea oleaginea*

Η ασθένεια αυτή είναι γνωστή σαν κηλίδωση των φύλλων της ελιάς (Αναγνωστόπουλος, 1939) ή «μάτια παγωνιού» και είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε πολλές ελαιοπαραγωγικές χώρες του κόσμου. Η ασθένεια αυτή προκαλείται από το μύκητα *Spilocaea oleaginea*, όπου προκαλεί εξασθένηση στα δέντρα, λόγω της μεγάλης φυλλόπτωσης και μείωση της παραγωγής (Παναγόπουλος, 2007).

Η μειωμένη παραγωγή οφείλεται στην πτώση των ανθέων και στην πρόωρη καρπόπτωση. Η ασθένεια προσβάλλει τα φύλλα, μίσχους των φύλλων, ταξιανθίες και σπάνια καρπούς και βλαστούς. Οι σκουρόχρωμες κηλίδες επάνω στα φύλλα εμφανίζονται την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι (Παπλωματάς, 2017), όπου σε περιπτώσεις έντονης προσβολής προκαλείται φυλλόπτωση και οι κλάδοι ξηραίνονται. Τα κονίδια του μύκητα μολύνουν και διασπείρονται με τον άνεμο ή σε περίοδο έντονης βροχοπτώσεως. Οι ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη αυτής της ασθένειας είναι η υψηλή υγρασία και οι θερμοκρασίες μεταξύ 6°C – 12°C (Παναγόπουλος, 2007).

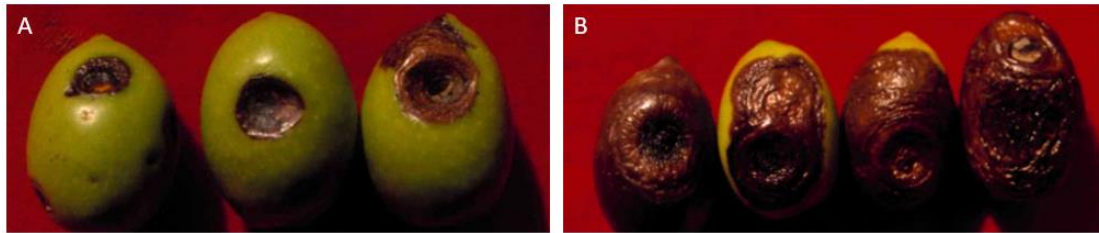


**Εικόνα 17:** A) φύλλα ελιάς με συμπτώματα μόλυνσης από κυκλοκόνιο, B) προχωρημένο στάδιο μόλυνσης, με διευρυμένες κηλίδες και ολική γλώρωση του ελάσματος, (Lanzaa et al., 2017, Buljubasic et al., 2012)

### Βούλα ή Καμαροσπόριο: *Camarosporium dalmaticum*

Η ασθένεια αυτή προκαλείται από το μύκητα *Camarosporium dalmaticum*, όπου προσβάλλει μόνο τους καρπούς της ελιάς και είναι ευρέως διαδεδομένη στη Μεσόγειο. Αυτή η ασθένεια εμφανίζεται με δύο συμπτωματολογικές μορφές, οι οποίες εξαρτώνται από την εποχή της μόλυνσης και την ωρίμανση των καρπών. Η **πρώτη μορφή** είναι γνωστή ως «ξηροβούλα» και παρατηρείται το καλοκαίρι με αρχές φθινοπώρου στους άωρους καρπούς και είναι η συνηθέστερη μορφή προσβολής του ελαιόκαρπου. Η «ξηροβούλα» εμφανίζεται στους καρπούς με βυθισμένες καστανόχρωμες κηλίδες και ξηρή σύσταση. Κάτω από τις βυθισμένες κηλίδες παρατηρούνται οι καρποφορίες του μύκητα (πυκνίδια) ως μαύρα στίγματα. Η **δεύτερη μορφή** της ασθένειας είναι γνωστή ως «σαποβούλα», η οποία παρατηρείται τους φθινοπωρινούς μήνες με αρχές του χειμώνα στους ώριμους καρπούς. Η σαποβούλα προκαλεί καθολική σήψη καστανού χρώματος στους καρπούς, με αποτέλεσμα οι καρποί να συρρικνώνονται και να καλύπτονται από τις μαύρες καρποφορίες του μύκητα (Παναγόπουλος, 2007).

Και στις δύο συμπτωματολογικές μορφές το νύγμα του δάκου ενισχύει την προσβολή της ασθένειας αυτής. Κατά κανόνα όμως, η είσοδος του μύκητα γίνεται από τα νύγματα του δάκου, ειδικότερα σε περιπτώσεις έντονης προσβολής του εντόμου αυτού. Ο μύκητας αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 20°C –30°C (Παναγόπουλος, 2007).



**Εικόνα 18:** Α) ξηροβούλα σε πράσινους καρπούς, Β) σαποβούλα και σήψη στους καρπούς, (<https://www.ellinikigeorgia.gr/voula-elias-i-astheneia-pou-sundeetai-amesa-me-ton-dako/>)

#### Κερκόσπορα: *Pseudocercospora cladosporioides*

Η ασθένεια αυτή προκαλεί κηλίδωση στα φύλλα και στους καρπούς της ελιάς και προκαλείται από το μύκητα *Pseudocercospora cladosporioides*. Η προσβολή της ασθένειας προκαλεί φυλλόπτωση, εξασθένηση των δέντρων και μειώνεται η παραγωγή. Στους άωρους καρπούς παρατηρούνται βυθισμένες, καστανές κηλίδες, ενώ στους ώριμους καρπούς παρατηρούνται βυθισμένες, ανοιχτόχρωμες κηλίδες (Παναγόπουλος, 2007).



**Εικόνα 19:** Α) φύλλα ελιάς με πρασινοκίτρινες και καστανές κηλίδες στην άνω επιφάνεια, Β – Γ) αργυρά συμπτώματα στην κάτω επιφάνεια, Δ – Ε) πρόωρη πτώση των φύλλων με υψηλό επίπεδο αποφύλλωσης της ελιάς, (Ávila, et al., 2019)

#### Ίσκα: *Fomitiporia mediterranea*

Η ασθένεια αυτή οφείλεται στο βασιδιομύκητα *Fomitiporia mediterranea*. Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα αυτής της ασθένειας είναι η μαλακή λευκή σήψη του ξύλου στο κέντρο των βραχιόνων και του κορμού των ελαιόδεντρων (Παπλωματάς, 2017) Η νέκρωση των βραχιόνων ξεκινά από τις μεγάλες τομές των δέντρων (Παναγόπουλος, 2007).



**Εικόνα 20:** A) εγκάρσια τομή με σήψη του ξύλου σε δέντρα ελιάς, B) συμπτώματα σε δέντρα, (Βέμμος, 2017).

---

---

#### ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

---

---

##### Καρκίνωση ή φυματίωση: *Pseudomonas savastanoi* subsp. *savastanoi*

Η ασθένεια αυτή είναι αρκετά διαδεδομένη σε περιοχές με ελαιόδεντρα. Προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* και θεωρείται μία από τις πιο παλιές ασθένειες των φυτών. Το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας αυτής είναι ο σχηματισμός μικρών εξογκωμάτων (όγκων), κυρίως στους κλάδους, στον κορμό και στις ρίζες των ελαιόδεντρων. Στα αρχικά στάδια, τα εξογκώματα αυτά έχουν ομαλή επιφάνεια, αργότερα όμως η επιφάνειά τους γίνεται ανώμαλη και η σύστασή τους πιο σκληρή. Όταν οι κλάδοι των δέντρων είναι έντονα προσβεβλημένοι από τα καρκινώματα γίνονται καχεκτικοί και ξηραίνονται (Παναγόπουλος, 2007).



**Εικόνα 21:** A – B) όγκοι σε κλάδους ελιάς που προκαλούνται από το *P. savastanoi* pv. *savastanoi*, (Albanese et al., 2012).

### Ξυλέλλα: *Xylella fastidiosa*

Η ασθένεια αυτή προκαλείται από το βακτήριο *Xylella fastidiosa* το οποίο είναι μικροοργανισμός φυτοκαραντίνας για την Ευρώπη. Η ασθένεια αναφέρεται και ως «σύμπλοκο της ταχείας παρακμής της ελιάς». Τα συμπτώματα της ασθένειας αυτής εμφανίζονται επάκρια με νεκρώσεις και αποξηράνσεις των φύλλων, όπου επεκτείνονται σταδιακά σε όλη την κόμη του δέντρου. Το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία δεν μεταφέρονται στο δέντρο, διότι το παθογόνο αυτό εγκαθίσταται στα αγγεία του ξύλου με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η μεταφορά αυτών των στοιχείων. Σε συνθήκες ξηρασίας και υψηλής θερμοκρασίας τα συμπτώματα γίνονται εντονότερα (Βέμμος, 2017).



**Εικόνα 22:** Συμπτώματα από τον μικροοργανισμό *Xylella fastidiosa*, (Morelli et al., 2021)

## 1.4 Το γλοιοσπόριο της ελιάς

### 1.4.1 Το αίτιο της ασθένειας

Το γλοιοσπόριο είναι μια από τις πιο σοβαρές και διαδεδομένες ασθένειες της ελιάς (*Olea europaea* L.), που προκαλείται από μύκητες που ανήκουν στο γένος *Colletotrichum* (Nigro et al., 2018). Η ασθένεια αυτή είναι γνωστή και ως «ανθράκωση», ή «παστέλλα» (Παναγόπουλος, 2007). Αυτή η ασθένεια αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1899 στην Πορτογαλία από τον J.V. d' Almeida. Αργότερα στην Ισπανία έγινε γνωστή με την ονομασία “fruit soap” και στην Ιταλία γνωστή ως “Iebbra”. Επί του παρόντος, υπάρχουν αναφορές για την εμφάνιση της ασθένειας αυτής, σε όλες σχεδόν τις μεγάλες ελαιοπαραγωγικές περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου (Kolainis, et al., 2020). Το γλοιοσπόριο έχει αναφερθεί σε χώρες, όπως η Αυστραλία, η Βραζιλία, η Ιταλία, η Ουρουγουάη (Moral, et al., 2021), αλλά και στην Ελλάδα, το Μαρόκο, την Τυνησία και την Αίγυπτο (Moral, et al., 2022). Η πρώτη αναφορά για την ασθένεια στην Ελλάδα χρονολογείται το 1920 και συγκεκριμένα στο νησί της Κέρκυρας, όπου καταγράφηκε μια σοβαρή επιδημία (Kolainis, et al., 2020). Παρ’ όλα αυτά, η ασθένεια αυτή είναι ενδημική στην Ήπειρο και συγκεκριμένα στις περιοχές της Πρέβεζα και της Πάργας, στη Χαλκιδική, στην Αιτωλοακαρνανία, στη Λέσβο, στη Μεσσηνία και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Παναγόπουλος, 2007). Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζονται οι πρώτες αναφορές της ασθένειας του γλοιοσπορίου παγκοσμίως.



**Εικόνα 23:** Οι πρώτες καταγραφές των επιδημικών εξάρσεων του γλοιοσπορίου της ελιάς που έχουν αναφερθεί παγκοσμίως, (Cacciola et al., 2012).



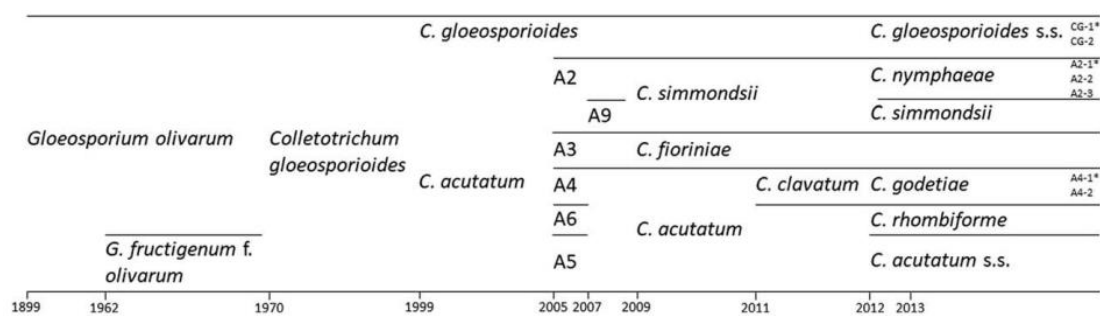
Η ασθένεια του γλοιοσπορίου προκαλείται από τον ασκομύκητα *Glomerella cingulata*. Η ατελής μορφή του μύκητα είναι η πιο παρασιτική φάση του παθογόνου: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum acutatum*, *Gloeosporium olivarum* (Moral, et al., 2021). Ωστόσο, το παθογόνο αίτιο της ασθένειας φαίνεται να ανήκει στο μύκητα *Gloeosporium olivarum* το οποίο οι Von Arx (1970) και Sutton (1980), (Weir et al., 2012), το επαναταξινόμησαν στο σύμπλοκο των ειδών του *Colletotrichum gloeosporioides* (Martín et al., 1999). Το γλοιοσπόριο είναι η κύρια ασθένεια του καρπού της ελιάς (*Olea europaea* L.) που προκαλείται από διάφορα είδη του γένους *Colletotrichum* spp. που ανήκουν κυρίως σε δύο συμπλέγματα, το *C. acutatum sensu lato* (s.l.) και το *C. gloeosporioides s.l.* (Cacciola et al., 2012, Damm et al., 2012, Schena et al., 2014). Το είδος *C. godetiae*, που ευθύνεται για τα πρώτα επιδημικά ξεσπάσματα του γλοιοσπορίου της ελιάς τη δεκαετία του 1950, εισήχθη στις νότιες περιοχές της Ιταλίας (Cacciola et al., 2012, Riolo et al., 2022). Τα είδη *C. nymphaeae* και *C. godetiae* είναι τα επικρατέστερα στο Βόρειο ημισφαίριο, ενώ το *C. acutatum sensu stricto* είναι το συχνότερο είδος στο νότιο ημισφαίριο στη λεκάνη της Μεσογείου (Talhinhas et al., 2018). Επί του παρόντος, το είδος *C. godetiae*, το οποίο είναι το κυρίαρχο είδος στο βορειοανατολικό τμήμα της Ιταλίας, αντικαθίσταται από το πιο επιθετικό είδος το *C. nymphaeae*, το οποίο όπως ανέφεραν και οι Materatski (2018) και οι Talhinhas (2011), (2018), ήταν ήδη κυρίαρχο στους ελαιώνες του νοτιοδυτικού τμήματος της Ιταλίας για πολλά χρόνια (Riolo et al., 2022).

Ενδιαφέρον είναι ότι το είδος *C. acutatum* αναφέρθηκε για πρώτη φορά ως παθογόνο αίτιο του γλοιοσπορίου της ελιάς στην Αλβανία και την Ελλάδα (Cara et al., 2021, Iliadi et al., 2018). Το είδος *C. acutatum* βρέθηκε στην Ελλάδα, όπου τον Ιανουάριο του 2015 και συγκεκριμένα στην περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας παρατηρήθηκαν σοβαρά συμπτώματα σε μουμιοποιημένους καρπούς ελιάς (Iliadi et al., 2018). Τα είδη *C. godetiae* και *C. acutatum* είναι τα πιο κοινά είδη που σχετίζονται με την ασθένεια αυτή, στην Ελλάδα, Νότια Ιταλία και Τυνησία (Riolo et al., 2023).

Σε πολλές χώρες της λεκάνης της Μεσογείου έχουν βρεθεί διάφορα είδη ή γενότυποι που ανήκουν στο γένος *Colletotrichum* και έχουν αναφερθεί ως τα αίτια του γλοιοσπορίου της ελιάς, με διάφορα είδη και γενετικές ομάδες. Στην Πορτογαλία και την Ισπανία το *C. acutatum* είναι κυρίαρχο είδος (97% των πληθυσμών) και η γενετική ομάδα A2 είναι ευρέως διαδεδομένη (Talhinhas et al., 2005), ενώ το είδος *C. gloeosporioides* εμφανίζεται σπάνια (Moral et al., 2012).

Οι μετατοπίσεις στους πληθυσμούς των παθογόνων, η προέλευση και η σημασία των μικρότερων γενετικών ομάδων, συμπεριλαμβανομένου του είδους *C. gloeosporioides*, δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί. Μεταξύ αυτών των κύριων αιτιών της ασθένειας συμπεριλαμβάνονται τα είδη *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* αλλά και οι γενετικές τους ομάδες του *C. acutatum* A4 και A6 και τα *C. fioriniae* και *C. simmondsii* (Cacciola et al., 2012).

Γενικά, σε κάθε ελαιοπαραγωγική περιοχή συνυπάρχουν πολλά είδη *Colletotrichum* με ένα ή δύο κυρίαρχα είδη και αρκετά δευτερεύοντα (Faedda et al., 2011, Moral et al., 2014). Για παράδειγμα, τα είδη *C. godetiae* (συν. *C. clavatum*) και *C. acutatum sensu stricto* (*s. str.*) είναι κυρίαρχα στους ελαιώνες της Νότιας Ιταλίας (Schena et al., 2017), ενώ, το είδος *C. acutatum s. str.* και το *C. gloeosporioides s. s.* είναι κυρίαρχα και δευτερεύοντα είδη, αντίστοιχα, στην Τυνησία (Chattaoui, et al., 2016).



**Εικόνα 24:** Χρονολογική αναφορά των συμπλόκων του γλοιοσπορίου, (Talhinhas et al., 2018)

#### 1.4.2 Ο κύκλος της ασθένειας

Στις μεσογειακές χώρες το γλοιοσπόριο της ελιάς είναι μια πολυκυκλική ασθένεια με λίγους δευτερογενείς κύκλους. Ο κύκλος ζωής του γένους *Colletotrichum* spp. είναι εξαιρετικά μεταβλητός και έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας (Peres et al., 2005, Perfect et al., 1999, de Silva et al., 2017, Talhinhas, 2018). Στην πρώτη περιγραφή του παθογόνου, ο Almeida (1899) επεσήμανε ορισμένες βασικές πτυχές του κύκλου ζωής και της επιδημιολογίας της ασθένειας του γλοιοσπορίου. Οι γνώσεις σχετικά με την επιδημιολογία και τον κύκλο ζωής του γλοιοσπορίου στην ελιά έχουν συσσωρευτεί με την πάροδο των ετών και αναθεωρούνται συχνά (Cacciola et al., 2012, Moral et al., 2009, Talhinhas, et al., 2011, Talhinhas, et al., 2018).

Ο αριθμός των κύκλων της ασθένειας και η σοβαρότητά της εξαρτώνται από τις αγρονομικές συνθήκες (π.χ. ευαισθησία της ποικιλίας και φαινολογικό στάδιο των καρπών) και περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. βροχοπτώσεις που ακολουθούνται από ήπιες θερμοκρασίες με μεγάλες περιόδους υγρασίας) (Moral et al., 2014). Όταν αυτές οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, μπορεί να χαθεί ολόκληρη η παραγωγή (Moral et al., 2009, Romero, et al., 2021).

Ο κύκλος της ασθένειας αρχίζει με τη μόλυνση των ταξιανθιών και των αναπτυσσόμενων καρπών μέσω των κονιδίων που διασπείρονται με τη σταγόνα νερού ή με βροχή κατά τη διάρκεια της άνοιξης (Moral et al., 2009). Η μόλυνση εμφανίζεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξης από την εμφάνιση των ανθοφόρων οφθαλμών έως την ωρίμανση. Οι μολύνσεις στους αναπτυσσόμενους καρπούς παραμένουν λανθάνουσες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού κατά την οποία, το παθογόνο αναστέλλει τη δράση του. Παρ' όλα αυτά, το παθογόνο επανεμφανίζεται κατά την ωρίμανση των καρπών την περίοδο φθινόπωρο – αρχές χειμώνα, προκαλώντας σήψη των καρπών και παραγωγή άφθονων κονιδίων (Moral et al., 2009). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, τα κονίδια μπορούν να εκτοξευθούν με την ύπαρξη σταγόνας νερού ή με τη βροχή σε άλλους καρπούς και να προκαλέσουν δευτερογενείς μολύνσεις πριν από τη συγκομιδή των καρπών στα τέλη του φθινοπώρου ή στις αρχές του χειμώνα, έτσι, η ασθένεια αναφέρεται ως πολυκυκλική, με τρεις ή λιγότερους δευτερογενείς κύκλους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εξέλιξη της επιδημίας να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες (Moral et al., 2012), την ανθεκτικότητα της ποικιλίας (Moral et al., 2009, Moral et al., 2017) και τον βαθμό ωρίμανσης των καρπών (Moral et al., 2008). Δραματική αύξηση του γλοιοσπορίου αναμένεται όταν οι θερμές και υγρές συνθήκες συμπίπτουν με τους ώριμους καρπούς ευπαθών ποικιλιών ελιάς (Moral et al., 2012, Romero, et al., 2022).

Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται και η σχετική υγρασία μειώνεται, οι καρποί που έχουν υποστεί σήψη, μουμιοποιούνται. Παρ' όλα αυτά, η επιδημιολογία του γλοιοσπορίου έχει μελετηθεί εκτενώς (Moral et al., 2014). Το παθογόνο επιβιώνει το χειμώνα στους μουμιοποιημένους καρπούς που κρέμονται στο δέντρο (Cacciola et al., 1996, 2012, Moral et al., 2012) και υπό ευνοϊκές συνθήκες (υγρές με θερμοκρασία > 5°C) παράγει καρποφόρα ακέρβουλα (acervuli) από τα οποία εξέρχονται τα κονίδια στους μουμιοποιημένους καρπούς. Τα κονίδια διασπείρονται με τις σταγόνες της βροχής (Moral et al., 2012), βλαστάνουν και μολύνουν τους καρπούς μόνο σε υγρό

περιβάλλον και σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 10°C έως 25°C. Επιπλέον, τα κονίδια από μούμιοποιημένους καρπούς που διασπείρονται κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, όταν οι καρποί αρχίζουν να ωριμάζουν, θεωρούνται ως πρωτογενή μόλυνση των επιδημιών γλοιοσπορίου της ελιάς (Moral, et al., 2009). Η ευαισθησία των καρπών στη μόλυνση αυξάνεται με την ωρίμανση. Η εξέλιξη της ασθένειας μπορεί να είναι δύο έως δώδεκα φορές ταχύτερη στους ώριμους καρπούς από ότι στους πράσινους (Moral et al., 2008). Όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ωρίμανση των καρπών, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των καρπών στο δέντρο (δηλαδή, όσο λιγότεροι είναι οι καρποί, τόσο πιο γρήγορα ωριμάζουν), επηρεάζουν την εξέλιξη της ασθένειας (Barranco et al., 2017, Romero et al., 2021).

Παρόλο που τα βασικά στοιχεία της επιδημιολογίας του γλοιοσπορίου είναι γνωστά, δεν υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία για την πρόβλεψη της εξέλιξης της ασθένειας στον οπωρώνα και πώς αυτή επηρεάζεται από τους αγρονομικούς παράγοντες και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Romero, et al., 2021). Παρ' όλα αυτά, απαιτείται έρευνα σχετικά με τη βιολογία και τη δυναμική των επιδημιών του γλοιοσπορίου στην περιοχή της Μεσογείου, επειδή η περιοχή αυτή είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός ελιών παγκοσμίως και αποτελεί το κέντρο της ποικιλομορφίας της ελιάς (Moral et al., 2012).



**Εικόνα 25:** Προσαρμοσμένη απεικόνιση του κύκλου της ασθένειας του γλοιοσπορίου της ελιάς, (Martins et al., 2019)

### 1.4.3 Συμπτώματα της ασθένειας

Τα συμπτώματα του γλοιοσπορίου εμφανίζονται στους καρπούς της ελιάς και συγκεκριμένα, όταν αυτοί πλησιάζουν το στάδιο της ωρίμανσης ή όταν είναι ώριμοι. Τα πρώτα συμπτώματα που εμφανίζονται στους καρπούς είναι μικρές καφέ, βυθισμένες κηλίδες (Graniti et al., 1993, Sergeeva et al., 2014), οι οποίες εξελίσσονται γρήγορα, καλύπτοντας εύκολα το μισό καρπό (Sergeeva et al., 2014), οδηγώντας τον σε πρόωρη καρπόπτωση ή σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και σε μουμιοποίηση, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να παράγεται κακής ποιότητας ελαιόλαδο (Chattaoui, et al., 2016, Talhinhos et al., 2009).

Το πιο συνηθισμένο σύμπτωμα που προκαλείται από την ασθένεια αυτή, είναι η σήψη του καρπού (Moral et al. 2014, Mosca et al. 2014, Talhinhos et al. 2018, Moreira, 2021). Η σήψη εξελίσσεται μέχρι να καλύψει ολόκληρο τον καρπό, αφυδατώνοντας και τελικά μουμιοποιώντας τον. Μετά τη μουμιοποίηση, ο καρπός μπορεί να πέσει στο έδαφος ή να παραμείνει προσκολλημένος στο δέντρο μέχρι την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (Chattaoui, et al., 2016, Moral et al., 2009, Sergeeva et al., 2014, Talhinhos et al., 2009, Embaby et al., 2014). Στους ώριμους καρπούς, τα συμπτώματα εμφανίζονται ως κυκλικές βυθισμένες αλλοιώσεις, ειδικότερα, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας, με αποτέλεσμα να καλύπτονται γρήγορα από τις πορτοκαλί ζελατινώδεις μάζες του παθογόνου (Moral, et al., 2014, Pangallo et al., 2021), δίνοντας το χαρακτηριστικό όνομα «σαπωνώδης καρπός» (Moral et al., 2009). Εκτός, από τις άμεσες απώλειες που οφείλονται στην πρόωρη πτώση των προσβεβλημένων καρπών, οι φυτοτοξίνες που παράγονται από το παθογόνο στους σαπωνώδεις καρπούς προκαλούν ένα δεύτερο σύμπτωμα, το θάνατο των βλαστών και των κλάδων (Moral, et al., 2017).

Εκτός, από τους καρπούς η ασθένεια αυτή μπορεί να μολύνει, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες τα φύλλα και τα κλαδιά προκαλώντας νέκρωση, φυλλόπτωση, ακόμη και θάνατο των κλάδων (Talhinhos et al., 2018, Moral, et al., 2014, Moreira, et al., 2021). Επιπλέον, παρατηρείται χλώρωση και νέκρωση των φύλλων στις αρχές της άνοιξης και σοβαρή φυλλόπτωση και μαρανση στα τέλη της άνοιξης με αρχές καλοκαιριού, καθώς και μαρασμό των κλάδων, με το τελευταίο να σχετίζεται με φυτοτοξίνες (Aspergillomarasmine A) που παράγονται από το παθογόνο (Moral, et al., 2021). Η τοξίνη αυτή παράγεται από το παθογόνο στους μολυσμένους καρπούς προκαλεί συμπτώματα μαρανσης των φύλλων και αποφύλλωση των κλάδων (Moral et

al., 2012). Σε άλλες χώρες, όπως η Αυστραλία, η Ελλάδα και η Ιταλία τα μολυσμένα φύλλα αποτελούν δευτερογενή πηγή μόλυνσης, επειδή το παθογόνο αναπτύσσει μερικές φορές ακέρβουλα σε αυτούς τους ιστούς (Sergeeva et al., 2008, Moral & et al., 2012).

Κατά την άνθηση, το παθογόνο μπορεί να μολύνει τα άνθη (κάλυκας, πέταλα, στήμονες και στύλος), οδηγώντας σε προσβολή των ανθέων (Moral et al., 2009, Moreira et al., 2021). Ωστόσο, έχει επίσης αναφερθεί ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες που ευνοούν την ασθένεια κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας μπορούν να προκαλέσουν πολύ σοβαρές απώλειες στην παραγωγή (Moreira et al., 2021, Pangallo et al., 2021).

Παρ' όλα αυτά, το παθογόνο μολύνει όλες τις εποχές, αλλά τα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται στην αρχή της ωρίμανσης, όταν το χρώμα του καρπού αλλάζει από πράσινο σε μαύρο. Χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι οι συμπιεσμένες, στρογγυλές και ωχρές ή καστανές κηλίδες που οδηγούν σε σήψη των καρπών με μεγάλες πορτοκαλί μάζες κονιδίων (Moral, et al., 2021).

#### 1.4.4 Ταξινόμηση και μορφολογικά χαρακτηριστικά του γένους *Colletotrichum*

**Πίνακας 4:** Ταξινόμηση του γένους *Colletotrichum* (EPPO)

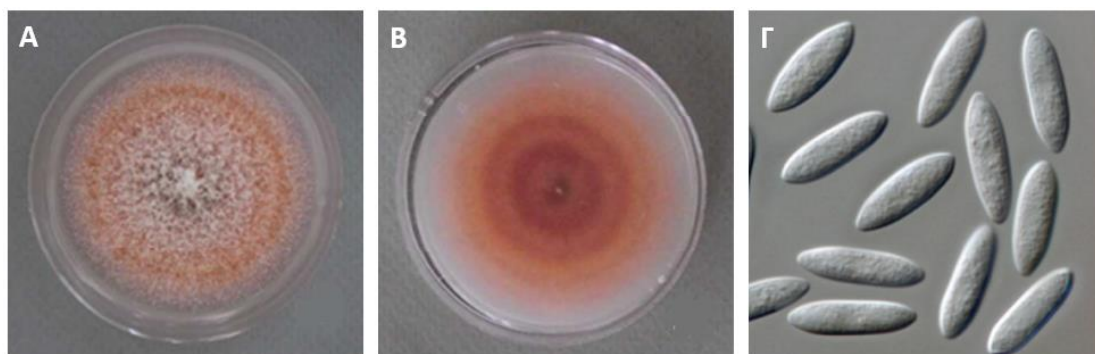
<b>Βασίλειο</b>	Fungi
<b>Φύλλο</b>	Ascomycota
<b>Κλάση</b>	Sordariomycetes
<b>Τάξη</b>	Glomerellales
<b>Οικογένεια</b>	Glomerellaceae
<b>Γένος</b>	<i>Colletotrichum</i>
<b>Είδος</b>	<i>C. gloeosporioides</i> , <i>C. acutatum</i>

Οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* (φύλλο: Ascomycota, κλάση: Sordariomycetes) περιλαμβάνουν φυτοπαθογόνα που προκαλούν σημαντικές ζημιές σε μια μεγάλη ποικιλία ξυλωδών και ποωδών φυτών (Sutton et al., 1992, Hyde et al., 2009, Cannon et al., 2012). Οι Dean (2012) αξιολόγησαν το γένος *Colletotrichum* ως την 8<sup>η</sup> σημαντικότερη ομάδα φυτοπαθογόνων μυκήτων στον κόσμο, με βάση την επιστημονική και οικονομική σημασία. Στο πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, εκατοντάδες είδη ταξινομήθηκαν ως *Colletotrichum* με βάση τη μορφολογία και τους ξενιστές από

τους οποίους απομονώθηκαν. Επί του παρόντος, περίπου 100 είδη *Colletotrichum*, τα οποία χωρίζονται σε φυλογενετικές κλάσεις με βάση τη μοριακή ανάλυση πολλαπλών γενετικών τόπων, είναι πλέον κοινώς αποδεκτά (Cannon et al., 2012, Vieira et al., 2020, Talhinhos et al., 2021, Salotti et al., 2022).

Οι Von Arx (1970) με βάση συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά επαναταξινόμησαν τα είδη του γένους *Colletotrichum* μειώνοντας περίπου τα 750 είδη σε μόλις 11 είδη (Du et al., 2005, Salotti et al., 2022). Λεπτομερείς περιγραφές των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών *Colletotrichum* που ανήκουν στις κύριες φυλογενετικές κλάσεις δόθηκαν από τους Cannon (2012) και Weir (2012). Τα είδη *Colletotrichum* έχουν συνήθως υαλώδεις, διαχωρισμένες, διακλαδισμένες βλαστικές υφές, με διάμετρο που κυμαίνεται από 1 έως 11  $\mu\text{m}$ . Τα κονίδια είναι υαλώδη, με λείο τοίχωμα, χωρίς σέπτα, ευθύγραμμο με στρογγυλεμένες άκρες, μήκους 8,5 – 26  $\mu\text{m}$  και πλάτους 3 – 8  $\mu\text{m}$  (Salotti et al., 2022).

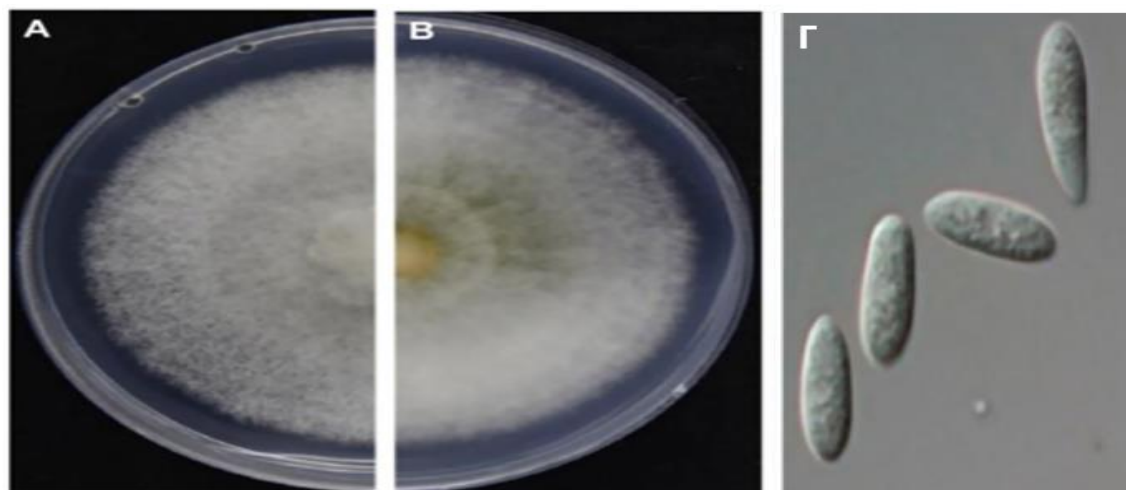
Όσον αφορά, στο είδος *C. acutatum* τα ακέρβουλα του μύκητα περιέχουν τα τυπικά κονίδια που έχουν σχήμα υποκυλινδρικό με στρογγυλεμένες άκρες, υαλώδη, χωρίς σέπτα με μήκος από 10,8 – 18,1  $\mu\text{m}$  και από 3,4 – 4,7  $\mu\text{m}$  σε πλάτος. Το χρώμα του μύκητα που αποικίζει χαρακτηρίζεται ως ρόδινο επικαλυπτόμενο με βαμβακώδες μυκήλιο και οι μάζες των κονιδίων αυτών έχουν χρώμα πορτοκαλί (Iliadi et al., 2018).



**Εικόνα 26:** A-B) Η ανάπτυξη της αποικίας του μύκητα *C. acutatum* σε υπόστρωμα PDA. Γ) Τα κονίδια του μύκητα (600X Magnification, DIC) (Iliadi, et al., 2018, Damm, et al., 2012)

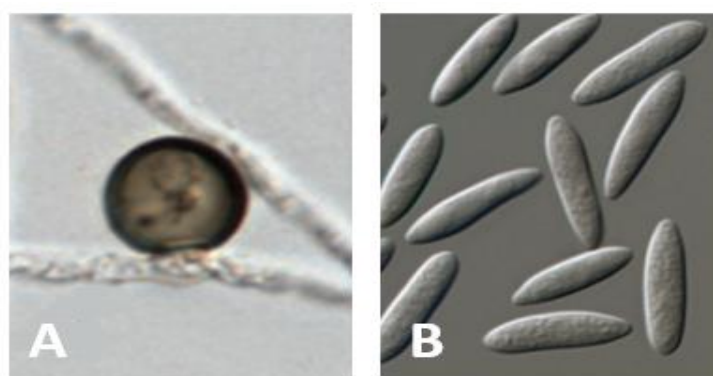
Αναφορικά με το μύκητα *C. godetiae* τα κονίδια είναι υαλώδη, με λείο τοίχωμα, χωρίς σέπτα, ευθύγραμμο, κυλινδρικά έως ατρακτοειδή με τα δύο άκρα μυτερά ή το ένα άκρο στρογγυλό και το άλλο άκρο ελαφρώς μυτερό. Το μήκος τους φτάνει έως 14  $\mu\text{m}$ . Τα απρεσσόρια (appressoria) είναι μονήρη, μεσαίου καφέ χρώματος, με λείο τοίχωμα, κωνοειδή έως ελλειψοειδή, με ακμή ολόκληρη ή κυματοειδή (Damm, et al.,

2012). Οι αποικίες του μύκητα έχουν ανοιχτό γκρι χρώμα στην άκρη της αποικίας και σκούρο γκρι χρώμα στο κέντρο και στην κάτω πλευρά, με πυκνό και βαμβακώδες εναέριο μυκήλιο (Peng, et al., 2022).



**Εικόνα 27:** Μορφολογία αποικιών στην επάνω πλευρά (A) και στην κάτω πλευρά (B) του μύκητα *C. godetiae* σε PDA μετά από 7 ημέρες στους 25°C. Κονίδια = 10 μm (Γ) (Peng, et al., 2022)

Σχετικά με το είδος *C. guajanae* τα κονίδια είναι υαλώδη, με λείο τοίχωμα, χωρίς σέπτα, ευθύγραμμα, κυλινδρικά έως ατρακτοειδή με τα δύο άκρα ελαφρώς μυτερά. Χαρακτηριστικό χρώμα του μύκητα είναι το ανοιχτό γκρι χρώμα της αποικίας και εν μέρει καλυμμένο με υπόλευκο έως ανοιχτό γκρι χρώμα σχεδόν πορτοκαλί στερεό εναέριο μυκήλιο. Η κάτω πλευρά είναι χρώματος γκρι ανοιχτό έως σκούρο. (Damm, et al., 2012).



**Εικόνα 28:** A) Appressoria του μύκητα *C. guajanae*, B) Τα κονίδια του μύκητα (Damm, et al., 2012).

Τα δεδομένα αυτά αποτελούν το πλαίσιο για ένα διαδικτυακό σύστημα αναγνώρισης των ειδών *Colletotrichum*, το οποίο διαχειρίζεται η Διεθνής Επιτροπή



Ταξινόμησης Μυκήτων (ICTF, <https://fungaltaxonomy.info/>), η οποία με τη σειρά της είναι ένας φορέας υπό την αιγίδα τόσο της Διεθνούς Μυκητολογικής Ένωσης (<http://www.ima-mycology.org/>) όσο και της Διεθνούς Ένωσης Μικροβιολογικών Εταιρειών (<http://www.iums.org/>). Η βάση δεδομένων ενημερώνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, για να συμπεριλάβει αλληλουχίες αναφοράς για νέα taxa και για είδη που έχουν υποβληθεί σε σύγχρονη αναθεώρηση με βάση τη φυλογένεση (Cannon et al., 2012).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Βασικό σκοπό της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η ανάγκη διερεύνησης της επιδημιολογίας και της παθογένειας διαφορετικών ειδών γλοιοσπορίου, ώστε να καθοριστεί η προσαρμοστικότητα και η δυνατότητα μόλυνσής τους σε διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Κύριος στόχος αυτής της έρευνας ήταν να απομονωθούν διαφορετικά είδη γλοιοσπορίου από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και να αξιολογηθεί η προσαρμοστικότητά τους σε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη.

Δεύτερος στόχος ήταν να αξιολογηθούν οι διάφορες απομονώσεις γλοιοσπορίου ως προς την ικανότητα μόλυνσης των αποσπώμενων φυτικών στελεχών της ελιάς σε διάφορες ποικιλίες.

Απώτερος στόχος όλων αυτών είναι η καινούργια γνώση που θα προκύψει να συντελέσει σε ένα σύστημα πρόγνωσης της ασθένειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 3.1 Βιολογικό υλικό

#### 3.1.1 Απομονώσεις μυκήτων

Οι απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum* που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παθογένειας προήλθαν από το stock του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πρόκειται για τα στελέχη *Colletotrichum acutatum* (στέλεχος αναφοράς) με κωδικό δείγματος Col 09 που απομονώθηκε από τη Ζάκυνθο (Piadi et al., 2018), το στέλεχος CL31 με κωδικό δείγματος Χ.Σ.Π. του είδους *C. guajanae* που απομονώθηκε από τη Μεσσηνία. Ενώ, όλα τα επόμενα στελέχη που ανήκουν στα είδη *C. godetiae* και *C. acutatum* απομονώθηκαν από την Πρέβεζα. Οι κωδικοί απομόνωσης CL65, CL104, CL117 και CL118 και οι κωδικοί δείγματος Γ63Ε3 και Γ129Ε25 ανήκουν στο είδος *C. godetiae*. Τέλος, οι κωδικοί δείγματος Γ53Ε12 (CL119) και Γ100Ε36 ανήκουν στο είδος *C. acutatum*. Αυτά τα είδη μυκήτων διατηρούνταν σε σωλήνες Eppendorf tube και σε διάλυμα γλυκερόλης 20%, όπου αποθηκεύονταν σε ειδικούς καταψύκτες στους  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 5**) αναφέρεται ο κωδικός δείγματος, ο κωδικός συλλογής (CL), το είδος γλοιοσπορίου, η περιοχή προέλευσης, και το έτος δειγματοληψίας. Ο κωδικός Γ αναφέρεται σε δειγματοληψίες στην περιοχή της Πρέβεζας με αύξων αριθμό, το γράμμα Ε στον κωδικό δένδρου, το γράμμα Π στην Πρέβεζα και το επόμενο γράμμα στο κτήμα (Σ: Σούσαλη, Λ: Λουτρό, Π: Παλαιοχώρι).

**Πίνακας 5:** Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα

Κωδικός δείγματος	Κωδικός απομόνωσης	Είδος	Φυτικός ιστός	Περιοχή προέλευσης	Έτος απομόνωσης
Col 09	CL1	<i>C. acutatum</i>	καρπός	Ζάκυνθος	2015
Χ.Σ.Π.	CL31	<i>C. guajanae</i>	καρπός	Μεσσηνία	2020
Γ19Ε5 ΠΣ	CL65	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2021
Γ56Ε33 ΠΛ	CL104	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2023
Γ56Ε33 ΠΛ	CL118	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2023
Γ52Ε11 ΠΠ	CL117	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2023
Γ53Ε12 ΠΠ	CL119	<i>C. acutatum</i>	κλάδοι με μίσχο	Πρέβεζα	2023

Γ63E3 ΠΣ		<i>C. godetiae</i>	άνθος	Πρέβεζα	2023
Γ100E36 ΠΣ		<i>C. acutatum</i>	μίσχος	Πρέβεζα	2023
Γ129E25 ΠΠ		<i>C. godetiae</i>	καρπίδια	Πρέβεζα	2023

### 3.1.2 Φυτικό υλικό

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα προήλθε από ελαιόδεντρα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, αλλά και από την περιοχή της Πρέβεζας. Πιο συγκεκριμένα, οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν για τη μόλυνση από τα είδη του γένους *Colletotrichum* προήλθαν τόσο από το εργαστήριο Δενδροκομίας (ποικιλία Κορωνέικη), όσο και από την Πρέβεζα και ήταν οι εξής ποικιλίες: Καλαμών, Κορωνέικη και Λιανολιά Κέρκυρας. Ενώ, τα φύλλα και τα άνθη (κλειστά και ανοιχτά) προέρχονταν από το Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Όσον αφορά στο φυτικό υλικό που συλλέχθηκε από τον αγρό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, είχαν πραγματοποιηθεί καλλιεργητικές επεμβάσεις στις ποικιλίες Καλαμών και Κορωνέικη και αφορούσαν την άρδευση και το κλάδεμα. Δεν είχαν πραγματοποιηθεί φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις ή ψεκασμοί. Από την άλλη, οι καρποί που προήλθαν από την Πρέβεζα, πέρα από τις καλλιεργητικές επεμβάσεις (άρδευση και κλάδεμα), είχαν πραγματοποιηθεί και φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, τους φθινοπωρινούς μήνες (Οκτώβριο – Νοέμβριο) είχαν ψεκαστεί με χαλκό, ενώ την άνοιξη είχαν γίνει επεμβάσεις με το μυκητοκτόνο Insignia®.

### 3.2 Θρεπτικό υπόστρωμα

- Υδατικό διάλυμα γλυκερόλης

**Πίνακας 6:** Παρασκευή υδατικού διαλύματος γλυκερόλης

Υλικά	Ποσότητες (g, L)
Γλυκερόλη	200 g (20%)
DdH <sub>2</sub> O	Μέχρι το 1L

- PDA (Potato Dextrose Agar)

**Πίνακας 7:** Παρασκευή θρεπτικού υποστρώματος PDA

Υλικά	Ποσότητες (g, L)
Πατάτα	200 g
Άγαρ	20 g
Δεξτρόζη	20 g
DdH <sub>2</sub> O	Μέχρι το 1L

Σε μία κωνική φιάλη τοποθετήθηκε απιονισμένο νερό και προστέθηκαν 200 g πατάτας, όπου είχαν ξεφλουδιστεί, καθαριστεί και είχαν τεμαχιστεί σε κυβάκια μεγέθους 0,5 cm. Εν συνεχεία, η κωνική φιάλη τοποθετήθηκε μέσα σε κατσαρόλα με νερό, όπου έβρασε για 45 λεπτά περίπου. Μετέπειτα, το εκχύλισμα διηθήθηκε μέσα από τούλι και απορρίφθηκαν οι πατάτες από την κωνική φιάλη. Προστέθηκαν 20 g άγαρ και 20 g δεξτρόζης στο εκχυλισμένο διάλυμα και αμέσως μετά έγινε ανάμειξη του διαλύματος για καλύτερη ομογενοποίηση των υλικών. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η ογκομέτρηση του τελικού προϊόντος με όγκο έως 1 λίτρο και ακολουθήθηκε η διαδικασία της αποστείρωσης σε ειδικό κλίβανο και σε θερμοκρασία 120°C, πίεση 1,2 atm για 20 λεπτά.

### 3.3 Πειραματικό μέρος

#### 3.3.1 Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου σε ακραίες θερμοκρασίες 15°C και 30°C

##### 3.3.1.1 Απομονώσεις μυκήτων και παραγωγή μολύσματος

Τα είδη μυκήτων που ενεργοποιήθηκαν στις 11/04/2023, προέρχονταν από το stock του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας. Αρχικά, οι μύκητες οι οποίοι ήταν αποθηκευμένοι σε υδατικό διάλυμα γλυκερόλης 20%, ενεργοποιήθηκαν από την κατάψυξη (-80°C) και μεταφέρθηκαν σε τρυβλία Petri με θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Κάτω από ασηπτικές συνθήκες και με τη βοήθεια της αποστειρωμένης οδοντογλυφίδας μεταφέρθηκε μικρή ποσότητα από το παγωμένο υδατικό διάλυμα γλυκερόλης που ήταν αποθηκευμένος ο μύκητας. Έπειτα, οι μύκητες τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C χωρίς φωτοπερίοδο για 5 – 7 ημέρες. Μετά την πάροδο των 7 ημερών οι μύκητες είχαν αναπτυχθεί ικανοποιητικά.

Το πείραμα παθογένειας περιλάμβανε πέντε (5) απομονώσεις μυκήτων που ανήκουν σε τρία (3) διαφορετικά είδη *Colletotrichum*, *C. acutatum*, *C. guajanae* και *C. godetiae*. Όλες οι απομονώσεις είχαν ταυτοποιηθεί με βάση την ανάλυση της αλληλουχίας του ITS. Στις δοκιμές παθογένειας χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες απομονώσεις: i) Χ.Σ.Π (CL31) που ανήκει στο είδος *C. guajanae*, ii) *C. acutatum* (στέλεχος αναφοράς Col 09 – CL1), iii) Γ19 (CL65), iv) CL104 (Γ56E33) και v) CL118 (Γ56E33) που ανήκουν στο είδος *C. godetiae*. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8) παρατίθενται οι απομονώσεις των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το πείραμα.

**Πίνακας 8:** Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα

Κωδικός δείγματος	Κωδικός απομόνωσης	Είδος	Φυτικός ιστός	Γεωγραφική προέλευση	Έτος απομόνωσης
Col 09	CL1	<i>C. acutatum</i>	καρπός	Ζάκυνθος	2015
Χ.Σ.Π.	CL31	<i>C. guajanae</i>	καρπός	Μεσσηνία	2020
Γ19Ε5 ΠΣ	CL65	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2021
Γ56Ε33 ΠΛ	CL104	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2023
Γ56Ε33 ΠΛ	CL118	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	2023

### 3.3.1.2 Πειραματική διαδικασία

Από τους ήδη ενεργοποιημένους μύκητες έγινε η μεταφορά σε νέα τρυβλία Petri με θρεπτικό υπόστρωμα PDA, με τη βοήθεια του αποστειρωμένου φελλοτρυπητήρα “cork borer”, όπου τμήμα του μύκητα *Colletotrichum* λήφθηκε από την άκρη των ενεργά αναπτυσσόμενων καλλιιεργειών σε PDA μυκήτων και μεταφέρθηκε ακριβώς στο κέντρο του τρυβλίου Petri, διαμέτρου 9 cm, που περιείχε θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Η χάραξη των τρυβλίων για το ακριβές σημείο έγινε με τη βοήθεια ενός χάρακα. Ως σημείο αναφοράς, θεωρείται το κέντρο του τρυβλίου, απ’ όπου θα μετρηθεί η διάμετρος, εάν ο μύκητας έχει αναπτυχθεί κυκλικά, ειδάλως, η ακτίνα, εάν ο μύκητας έχει ακανόνιστο σχήμα. Τέλος, οι μύκητες αποθηκεύτηκαν σε ειδικές διάφανες σακούλες και κλείστηκαν αεροστεγώς. Μετά τη μεταφορά, οι μύκητες αποθηκεύτηκαν στους επωαστικούς θαλάμους σε διαφορετικές θερμοκρασίες: i) 15°C και με σχετική υγρασία 39%, ii) 25°C και με σχετική υγρασία 35,5% και iii) 30°C με σχετική υγρασία 33,5% και χωρίς φωτοπερίοδο με 3 επαναλήψεις ανά θερμοκρασία

και ανά απομόνωση για 5 – 7 ημέρες. Οι μύκητες επώαστηκαν σε αυτές τις θερμοκρασίες για τον προσδιορισμό τόσο της μορφολογίας των αποικιών, όσο και του ρυθμού ακτινωτής ανάπτυξης για την παρατήρηση των μικροσκοπικών μορφολογικών χαρακτηριστικών.

Μετά την πάροδο των 5 ημερών επώασης πραγματοποιήθηκε έλεγχος των αποικιών των μυκήτων στις διάφορες θερμοκρασίες. Μετρήθηκαν δύο κάθετες διάμετροι ανά αποικία μετά από 8, 13 και 24 ημέρες επώασης.

Επιπλέον, δημιουργήθηκε νέο stock από τους μύκητες που είχαν αναπτυχθεί πλήρως στους 25°C και αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη (-80°C).

### 3.3.2 Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου σε εύρη θερμοκρασιών 10°C, 22°C και 28°C

#### 3.3.2.1 Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum* και παραγωγή μολύσματος

Από το stock που είχε δημιουργηθεί και είχε αποθηκευτεί στους -80°C στις 27/04/2023 ενεργοποιήθηκαν εκ νέου οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* στις 15/05/2023. Υπό ασηπτικές συνθήκες και με τη βοήθεια αποστειρωμένης οδοντογλυφίδας μεταφέρθηκαν σε αποστειρωμένα τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Έπειτα μεταφέρθηκαν στον επωαστικό θάλαμο και σε θερμοκρασία 25°C, χωρίς φωτοπερίοδο και με σχετική υγρασία 35,5% για 5 – 7 ημέρες για την επώασή τους. Μετά την πάροδο 7 ημερών οι μύκητες είχαν αναπτύξει ικανοποιητικό μυκήλιο.

Σε αυτό το πείραμα παθογένειας χρησιμοποιήθηκαν επτά (7) απομονώσεις μυκήτων από τρία (3) διαφορετικά είδη *Colletotrichum*, *C. acutatum*, *C. guajanae* και *C. godetiae* οι οποίοι είχαν ταυτοποιηθεί με βάση την ανάλυση της αλληλουχίας ITS. Στις δοκιμές παθογένειας χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες απομονώσεις: i) Χ.Σ.Π (CL31) που ανήκει στο είδος *C. guajanae*, ii) *C. acutatum* (στέλεχος αναφοράς Col 09 – CL1), iii) Γ19 (CL65), iv) CL104 (Γ56E33), v) CL118 (Γ56E33) και vi) Γ52E11ΠΠ (CL117) που ανήκουν στο είδος *C. godetiae*, καθώς και vii) Γ53E12ΠΠ (CL119) που ανήκει στο είδος *C. acutatum* απομονώθηκαν από την περιοχή της Πρέβεζας. Όλες οι απομονώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παθογένειας προήλθαν από το stock του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) παρατίθενται οι απομονώσεις του γένους *Colletotrichum* του πειράματος.

**Πίνακας 9:** Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα παθογένειας

Κωδικός δείγματος	Κωδικός απομόνωσης	Είδος	Φυτικός ιστός	Γεωγραφική προέλευση	Μήνας - Έτος απομόνωσης
CL1	Col 09	<i>C. acutatum</i>	καρπός	Ζάκυνθος	05-2015
CL31	Χ.Σ.Π.	<i>C. guajanae</i>	καρπός	Μεσσηνία	10-2020
CL65	Γ19Ε5 ΠΣ	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	11-2021
CL104	Γ56Ε33 ΠΛ	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	01-2023
CL118	Γ56Ε33 ΠΛ	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	01-2023
CL117	Γ52Ε11 ΠΠ	<i>C. godetiae</i>	καρπός	Πρέβεζα	01-2023
CL119	Γ53Ε12 ΠΠ	<i>C. acutatum</i>	κλάδοι με μίσχο	Πρέβεζα	01-2023

### 3.3.2.2 Πειραματική διαδικασία ανάπτυξης απομονώσεων *Colletotrichum* σε εύρη θερμοκρασιών ανάπτυξης 10°C, 22°C και 28°C

Το πείραμα παθογένειας ξεκίνησε στις 22/05/2023. Η μεταφορά των ενεργοποιημένων μυκήτων στα νέα τρυβλία Petri με θρεπτικό υπόστρωμα PDA πραγματοποιήθηκε, όπως ακριβώς αναφέρεται στην υποενότητα 3.3.1.2. Τα τρυβλία επώαστηκαν στα εύρη θερμοκρασιών: i) 10°C και με σχετική υγρασία 53%, ii) 22°C και με σχετική υγρασία 70% και iii) 28°C με σχετική υγρασία 33% και χωρίς φωτοπερίοδο με τρεις επαναλήψεις ανά θερμοκρασία και ανά απομόνωση για 5 – 7 ημέρες. Μετρήθηκε μακροσκοπικά η ακτινωτή ανάπτυξη. Μετρήθηκαν οι κάθετες διάμετροι ανά αποικία μετά από 8 και 14 ημέρες επώασης.

Δημιουργήθηκε νέο stock από τις απομονώσεις γλοιοσπορίου που είχαν αναπτυχθεί πλήρως για 6 – 8 ημέρες στους 22°C και αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη (-80°C). Με τη βοήθεια απολυμασμένης εργαστηριακής βελόνας λήφθηκε μυκήλιο ανεπτυγμένης καλλιέργειας κάθε στελέχους και κύβοι θρεπτικού υλικού με ανεπτυγμένο μυκήλιο, μεταφέρθηκαν σε ειδικούς σωλήνες Eppendorf tubes 1,5 mL που περιείχε διάλυμα γλυκερόλης 20%.

### 3.4 Πειράματα παθογένειας σε αποσπώμενους φυτικούς ιστούς ελιάς

Για τη διεξαγωγή του πειράματος παθογένειας απολυμάνθηκαν και αποστειρώθηκαν τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μόλυνση των φυτικών στελεχών της ελιάς. Οι ταξιανθίες συλλέχθηκαν σε δύο διαφορετικά στάδια



ανθοφορίας με βάση την κλίμακα BBCH. Το πρώτο στάδιο των κλειστών ανθέων (BBCH57) και το δεύτερο στάδιο των ανοιχτών ανθέων (BBCH65). Τα φύλλα συλλέχθηκαν στο στάδιο, όπου είχαν αποκτήσει το τυπικό μήκος και σχήμα της ποικιλίας (BBCH19). Τέλος, οι καρποί συλλέχθηκαν σε δύο διαφορετικά στάδια ωρίμανσης, i) στο στάδιο των πράσινων καρπών (BBCH79) και ii) στο στάδιο των ώριμων καρπών (BBCH81). Χρησιμοποιήθηκε κλίβανος αποστείρωσης υψηλής θερμοκρασίας 120°C, και η αποστείρωση διήρκησε 20 λεπτά. Αποστειρώθηκαν οι λαβίδες, οι εργαστηριακές βελόνες, το νυστέρι, τα πλαστικά καπάκια (φάλκον), τα διηθητικά χαρτιά κομμένα στις ακριβείς διαστάσεις των κουτιών, καθώς και ολόκληρα διηθητικά χαρτιά (για το στέγνωμα μετέπειτα των φυτικών στελεχών), μέσα σε αλουμινόχαρτο. Τέλος, καθαρίστηκαν και απολυμάνθηκαν με διάλυμα αιθανόλης (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 90% τα πλαστικά κουτιά.

#### 3.4.1 Προετοιμασία δειγμάτων ανθέων και φύλλων

Η συλλογή των κλειστών ανθέων από τα ελαιόδεντρα πραγματοποιήθηκε από τον αγρό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και από τις ποικιλίες Κορωνέικη και Καλαμών. Στις 8/05/2023 συλλέχθηκαν οι κλειστές ταξιανθίες από τις ποικιλίες Κορωνέικη και Καλαμών.

Η συλλογή των ανοιχτών ανθέων της ελιάς πραγματοποιήθηκε από τον αγρό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και από την ποικιλία Καλαμών. Στις 16/05/2023 συλλέχθηκαν ανοιχτές ταξιανθίες της ποικιλίας Καλαμών, όπου αφαιρέθηκαν με απολυμασμένο κλαδευτήρι προσεκτικά.

Η συλλογή των φύλλων της ελιάς πραγματοποιήθηκε στις 16/05/2023 από τον αγρό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και από την ποικιλία Καλαμών. Με απολυμασμένο κλαδευτήρι αποκόπηκαν τα φύλλα.

Τα κλειστά και ανοιχτά άνθη καθώς και τα φύλλα τοποθετήθηκαν σε άδεια αποστειρωμένη ογκομετρική φιάλη των 2L για να γίνει η απολύμανσή τους με συγκεκριμένο πρωτόκολλο.

#### 3.4.2 Προετοιμασία δειγμάτων πράσινων καρπών

Η συλλογή των πράσινων καρπών πραγματοποιήθηκε στις 14/09/2023 από τον αγρό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και από την ποικιλία Κορωνέικη. Οι καρποί αποκόπηκαν με προσοχή, πλύθηκαν κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης για να απομακρυνθούν τυχόν υπολείμματα από την επιφάνεια των καρπών.

#### 3.4.2.1 Ενεργοποίηση μυκήτων για την παρασκευή μολύσματος των πράσινων καρπών

Στις 4/09/2023 πραγματοποιήθηκε η ενεργοποίηση από την κατάψυξη ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) των παρακάτω μυκήτων: i) Χ.Σ.Π (CL31) του είδους *C. guajanae*, ii) *C. acutatum* (στέλεχος αναφοράς Col 09 – CL1), iii) Γ100E36 του είδους *C. acutatum*, iv) CL104 (Γ56E33), v) CL118 (Γ56E33), vi) Γ63E3, vii) Γ19 (CL65) και viii) Γ129E25 του είδους *C. godetiae*. Οι μύκητες που προαναφέρθηκαν μεταφέρθηκαν κάτω από ασηπτικές συνθήκες σε τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA με τη βοήθεια της αποστειρωμένης εργαστηριακής βελόνας. Σφραγίστηκαν σε διάφανες σακούλες και μεταφέρθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους  $22^{\circ}\text{C}$  χωρίς φωτοπερίοδο και με σχετική υγρασία 70% για 5 – 7 ημέρες. Μετά την πάροδο κάποιων ημερών οι μύκητες είχαν αναπτυχθεί πλήρως.

#### 3.4.3 Προετοιμασία δειγμάτων ώριμων καρπών

Οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν για τη μόλυνση από είδη του γένους *Colletotrichum* εστάλησαν στις 16/10/2023 στο Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας από την Πρέβεζα και συγκεκριμένα από τον παραγωγό κ. Κωνσταντίνο Τζίμα. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις ποικιλίες: Καλαμών, Κορωνέικη και Λιανολιά Κέρκυρας. Με γάντια εργαστηρίου αποκόπηκαν με προσοχή από τους βλαστούς, καθαρίστηκαν με επιμέλεια κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης για να απομακρυνθούν υπολείμματα από την επιφάνεια των καρπών.

#### 3.4.3.1 Ενεργοποίηση μυκήτων για την παρασκευή μολύσματος των ώριμων καρπών

Οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* ενεργοποιήθηκαν εκ νέου στις 6/10/2023 σε θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Μετά την πάροδο 7 – 10 ημερών είχαν αναπτύξει ικανοποιητικό μυκήλιο. Σφραγίστηκαν σε διάφανες σακούλες και μεταφέρθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους  $22^{\circ}\text{C}$  χωρίς φωτοπερίοδο, μόνο σκοτάδι για 10 ημέρες. Οι μύκητες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παθογένειας ήταν οι εξής: : i) κωδικός απομόνωσης CL31 του είδους *C. guajanae*, ii) *C. acutatum* (στέλεχος αναφοράς Col 09 – CL1), iii) Γ100E36 του είδους *C. acutatum*, iv) CL104, v) CL118, vi) Γ63E3, vii) CL65 και viii) Γ129E25 του είδους *C. godetiae*.

### 3.5 Επιφανειακή απολύμανση

#### 3.5.1 Απολύμανση ανθέων και φύλλων

Οι κλειστές και ανοιχτές ταξιανθίες απολυμάνθηκαν επιφανειακά με εμβάπτιση για 1 λεπτό σε διάλυμα χλωρίνης εμπορίου ( $\text{NaClO}$ ) με περιεκτικότητα 10%. Και στη

συνέχεια, ξεπλύθηκαν 3 φορές με αποστειρωμένο και απιονισμένο νερό για 2 – 3 λεπτά. Έπειτα, αφήθηκαν να στεγνώσουν σε αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά για 15 λεπτά. Αμέσως μετά έγινε η τοποθέτησή τους με αποστειρωμένη λαβίδα στα πλαστικά κουτιά διαστάσεως 20x10x8cm με τα απολυμασμένα πλαστικά καπάκια από φάλκον, σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Μεταφέρθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C με φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6 σκοτάδι.

Αντιθέτως, τα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών αφού ξεπλύθηκαν με τρεχούμενο νερό, εμβαπτίστηκαν σε 10% διάλυμα χλωρίνης (NaClO) για 2 λεπτά. Στη συνέχεια, ξεπλύθηκαν 3 φορές με αποστειρωμένο, απιονισμένο νερό για 2 – 3 λεπτά. Έπειτα, στέγνωσαν σε αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά για 15 – 20 λεπτά. Μεταφέρθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C και 35°C με φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6 σκοτάδι.

### 3.5.2 Απολύμανση πράσινων καρπών

Οι πράσινοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη τοποθετήθηκαν σε γυάλινη ογκομετρική φιάλη των 2L και απολυμάνθηκαν με εμβάπτιση για 5 λεπτά σε διάλυμα χλωρίνης (NaClO) με περιεκτικότητα 10%. Στη συνέχεια, ξεπλύθηκαν 3 φορές με αποστειρωμένο και απιονισμένο νερό για 2 – 3 λεπτά. Έπειτα, αφήθηκαν να στεγνώσουν σε αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά για 30 λεπτά. Υπό ασηπτικές συνθήκες τοποθετήθηκαν με προσοχή στα αποστειρωμένα καπάκια με αποστειρωμένη εργαστηριακή λαβίδα, τα οποία τοποθετήθηκαν στα κουτιά διαστάσεως 20x10x8 cm, όπου στο κάθε πλαστικό κουτί είχαν τοποθετηθεί δύο αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά. Εφαρμόστηκαν δύο επεμβάσεις σε κάθε στέλεχος γλοιοσπορίου, όπου στην πρώτη επέμβαση τα διηθητικά χαρτιά ήταν στεγνά, δηλαδή επικρατούσαν συνθήκες ξηρασίας, ενώ στη δεύτερη επέμβαση τα διηθητικά χαρτιά ήταν υγρά, δηλαδή, είχαν προστεθεί 20 mL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό, για να δημιουργηθούν συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Τέλος, τα κουτιά σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 22°C.

### 3.5.3 Απολύμανση ώριμων καρπών

Η απολύμανση των ώριμων καρπών πραγματοποιήθηκε και για τις τρεις ποικιλίες (Καλαμών, Κορωνέικη και Λιανολιά Κέρκυρας). Χρησιμοποιήθηκαν τρεις γυάλινες ογκομετρικές φιάλες των 2L για την κάθε ποικιλία, όπου τοποθετήθηκαν οι καρποί. Οι καρποί εμβαπτίστηκαν για 5 λεπτά σε διάλυμα χλωρίνης (NaClO) με περιεκτικότητα 10%. Στη συνέχεια, ξεπλύθηκαν 3 φορές με απιονισμένο,

αποστειρωμένο νερό για 3 – 4 λεπτά. Έπειτα, αφέθηκαν να στεγνώσουν σε αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά για 30 λεπτά. Υπό ασηπτικές συνθήκες τοποθετήθηκαν με προσοχή στα αποστειρωμένα καπάκια με την εργαστηριακή αποστειρωμένη λαβίδα. Σε όλα τα κουτιά των επεμβάσεων τα διηθητικά χαρτιά ήταν υγρά, δηλαδή, είχαν προστεθεί 20 mL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό για υψηλή σχετική υγρασία. Τέλος, τα κουτιά σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 22°C.

### 3.6 Μόλυνση αποσπόμενων φυτικών ιστών ελιάς

#### 3.6.1 Τεχνητή μόλυνση κλειστών ανθέων (BBCH57), ανοιχτών ανθέων (BBCH65) και φύλλων (BBCH19)

Η μόλυνση των αποκολλημένων κλειστών ανθέων πραγματοποιήθηκε στις 9/05/2023, ενώ των ανοιχτών ανθέων και φύλλων πραγματοποιήθηκε στις 16/05/2023. Στα τρυβλία με τις αποικίες των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* προστέθηκαν 5 mL απιονισμένου, αποστειρωμένου νερού για να δημιουργηθεί αιώρημα, από το οποίο έγινε απόξεση με εργαστηριακή αποστειρωμένη βελόνα. Στη συνέχεια, το αιώρημα διηθήθηκε με τη βοήθεια της αποστειρωμένης γάζας σε αποστειρωμένα φάλκον πυκνής συγκέντρωσης 50 mL. Αυτό το πυκνό αιώρημα κονιδίων που δημιουργήθηκε, αραιώθηκε δύο φορές και από τον τύπο της αραιώσης ( $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ ) προέκυψε ο τελικός όγκος των αιωρημάτων. Από το πυκνό και το αραιωμένο αιώρημα μετρήθηκαν στο αιματοκυτταρόμετρο τα κονίδια των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* με τη χρήση οπτικού μικροσκοπίου Carl Zeiss. Ο τελικός όγκος των αιωρημάτων των μυκήτων ήταν 50 mL και η τελική συγκέντρωση του αιωρήματος μόλυνσης των κονιδίων ήταν  $10^7$  κονίδια/mL για τα κλειστά άνθη και  $10^6$  κονίδια/mL για ανοιχτά άνθη και φύλλα. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε και για τις πέντε (5) απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*. Τα κλειστά και ανοιχτά άνθη, καθώς και τα φύλλα εμβαπτίστηκαν στα αιωρήματα κονιδίων των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* για 5 λεπτά και αμέσως μετά τοποθετήθηκαν στα αποστειρωμένα καπάκια, σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τα κλειστά άνθη τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C με φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6 ώρες σκοτάδι, τα ανοιχτά άνθη και τα φύλλα στους 25°C και στους 35°C με φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6 ώρες σκοτάδι. Στο μάρτυρα τοποθετήθηκαν κλειστά άνθη, ανοιχτά άνθη και φύλλα τα οποία είχαν απολυμανθεί μόνο. Ο έλεγχος της μόλυνσης αλλά και των μαρτύρων των κλειστών

ανθέων πραγματοποιήθηκε τη 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ημέρα, των ανοιχτών ανθέων πραγματοποιήθηκε τη 2<sup>η</sup> και την 6<sup>η</sup> ημέρα και τέλος, των φύλλων τη 2<sup>η</sup>, 6<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα.

### 3.6.2 Τεχνητή μόλυνση πράσινων καρπών (BBCH79)

Οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* που είχαν ενεργοποιηθεί στις 4/09/2023 χρησιμοποιήθηκαν για τη μόλυνση των πράσινων καρπών και είναι οι εξής: i) το είδος *C. guajanae* με κωδικό απομόνωσης CL31, ii) το είδος *C. acutatum* (στέλεχος αναφοράς Col 09 – CL1, iii) ο κωδικός δείγματος Γ100E36 του είδους *C. acutatum* και οι κωδικοί απομόνωσης iv) CL104 και v) CL118, καθώς και οι κωδικοί δείγματος vi) Γ63E3, vii) Γ19E5 και viii) Γ129E25 του είδους *C. godetiae*.

Η μόλυνση των αποκολλημένων πράσινων καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη πραγματοποιήθηκε στις 15/09/2023. Στα τρυβλία με τις αποικίες των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* προστέθηκε αποστειρωμένο νερό βρύσης για την αποφυγή συσσωματωμάτων των κονιδίων και με τη βοήθεια της αποστειρωμένης εργαστηριακής βελόνας έγινε απόξεση των αποικιών των μυκήτων. Τα αιωρήματα των κονιδίων που παρήχθησαν, διηθήθηκαν με αποστειρωμένη γάζα σε αποστειρωμένα φάλκον συγκεκριμένου όγκου 50 mL. Η διαδικασία επαναλήφθηκε και για τις οχτώ (8) απομονώσεις μυκήτων. Όσον αφορά, στην πρώτη αραιώση προστέθηκαν στους σωλήνες Eppendorf tubes 900μL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό και 100 μL από το αιώρημα των κονιδίων του μύκητα. Ενώ, στη δεύτερη αραιώση προστέθηκε σε νέο σωλήνα Eppendorf tube 900μL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό και 100 μL από την 1<sup>η</sup> αραιώση του μύκητα. Μετρήθηκαν τα κονίδια στο οπτικό μικροσκόπιο Carl Zeiss με τη χρήση του αιματοκυτταρόμετρου και από τον τύπο της αραιώσης ( $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ ), προέκυψε η τελική συγκέντρωση μόλυνσης  $10^6$  κονίδια/mL.

Στα απολυμασμένα πλαστικά κουτιά είχαν τοποθετηθεί δύο αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά στο κάτω μέρος σε κάθε κουτί για να δημιουργηθούν συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Επιπλέον, εφαρμόστηκαν δύο επεμβάσεις σε κάθε στέλεχος γλοιοσπορίου. Στην πρώτη επέμβαση, οι καρποί που ήταν αποθηκευμένοι στα πλαστικά κουτιά, δεν είχαν διαβραχεί τα διηθητικά χαρτιά, επικρατούσαν δηλαδή ξηρές συνθήκες, ενώ, στη δεύτερη επέμβαση τα διηθητικά χαρτιά είχαν διαβραχεί με 20 mL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό, συνεπώς, επικρατούσαν υψηλές συνθήκες υγρασίας.

Υπό ασηπτικές συνθήκες πραγματοποιήθηκε ο ψεκάσμος των καρπών με 1,5mL από το αιώρημα κονιδίων των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* και τοποθετήθηκαν στα αποστειρωμένα πλαστικά κουτιά διαστάσεως 20x10x8 cm. Στο μάρτυρα χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο επεμβάσεις (ξηρές και υγρές). Δεν έγινε ψεκάσμος των καρπών, χρησιμοποιήθηκαν οι απολυμασμένες, αμόλυντες ελιές.

Αμέσως μετά τον ψεκάσμό οι καρποί σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 22°C, με φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6 ώρες σκοτάδι. Ο έλεγχος της μόλυνσης των πράσινων καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη, αλλά και του μάρτυρα γινόταν κάθε επτά (7) ημέρες. Επιπλέον, η αξιολόγηση της σοβαρότητας της ασθένειας του γλοιοσπορίου πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της κλίμακας συμπτωμάτων, που προτάθηκε από τους Moral (2008). Η κλίμακα συμπτωμάτων από 0 – 5 έχει ως εξής:

- 0 = κανένα ορατό σύμπτωμα
- 1 = ορατά συμπτώματα έως 25% της επιφάνειας του καρπού
- 2 = ορατά συμπτώματα που παρατηρούνται σε ποσοστό 25 – 49% της επιφάνειας του καρπού
- 3 = ορατά συμπτώματα που παρατηρούνται σε ποσοστό 50 – 74% της επιφάνειας του καρπού
- 4 = ορατά συμπτώματα που παρατηρούνται σε ποσοστό 75 – 100% της επιφάνειας του καρπού
- 5 = σήψη ολόκληρης της επιφάνειας του καρπού, «σαπωνώδης καρπός» καλυμμένος με ζελατινώδη μάζα σπορίων του γένους *Colletotrichum*

Η αξιολόγηση των συμπτωμάτων της ασθένειας για τους αποσπώμενους πράσινους καρπούς ολοκληρώθηκε στις 82 ημέρες για την ποικιλία Κορωνέικη.

### 3.6.3 Τεχνητή μόλυνση ώριμων καρπών (BBCH81)

Η μόλυνση των αποσπώμενων ώριμων καρπών των ποικιλιών Κορωνέικη, Καλαμών και Λιανολιάς Κέρκυρας πραγματοποιήθηκε στις 18/10/2023. Η μόλυνση των οχτώ (8) απομονωμένων μυκήτων του γένους *Colletotrichum* πραγματοποιήθηκε, όπως αναφέρεται στην υποενότητα **3.6.2** με τη διαφορά ότι η τελική συγκέντρωση μόλυνσης ήταν 10<sup>4</sup> κονίδια/mL.

Στα απολυμασμένα πλαστικά κουτιά είχαν τοποθετηθεί δύο αποστειρωμένα διηθητικά χαρτιά, όπου είχαν διαβραχεί με 20 mL απιονισμένο, αποστειρωμένο νερό σε κάθε κουτί για τη διατήρηση υψηλής σχετικής υγρασίας.

Υπό ασηπτικές συνθήκες πραγματοποιήθηκε ο ψεκασμός των καρπών με 1,5mL αιωρήματος κονιδίων από τα οχτώ (8) στελέχη του γένους *Colletotrichum*, και αμέσως μετά τοποθετήθηκαν στα αποστειρωμένα πλαστικά κουτιά διαστάσεως 20x10x8 cm. Στο μάρτυρα δεν έγινε ψεκασμός των καρπών, χρησιμοποιήθηκαν οι απολυμασμένες, αμόλυντες ελιές. Αμέσως μετά τον ψεκασμό οι καρποί σκεπάστηκαν και σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο στους 22°C, χωρίς φωτοπερίοδο, μόνο σκότος. Ο έλεγχος της μόλυνσης των ώριμων καρπών αλλά και του μάρτυρα γινόταν κάθε επτά (7) ημέρες. Τέλος, η αξιολόγηση των συμπτωμάτων της ασθένειας για τους αποσπώμενους ώριμους καρπούς ολοκληρώθηκε στις 64 ημέρες και για τις τρεις ποικιλίες Κορωνέικη, Καλαμών και Λιανολιά Κέρκυρας.

### 3.7 Στατιστική ανάλυση

#### 3.7.1 Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*

Οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα ήταν 3 (n=3) στα θερμοκρασιακά εύρη: i) 10°C, ii) 15°C, iii) 22°C, iv) 25°C, v) 28°C και vi) 30°C. Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με το λογισμικό Statgraphics statistical software v. 18 Enhancements και στην περίπτωση στατιστικά σημαντικής διαφοράς οι μέσοι των επεμβάσεων συγκρίθηκαν με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$ . Τα δεδομένα του πειράματος ελέγχθηκαν με μονοπαραγοντική ανάλυση (One way Anova) και πολυπαραγοντική ανάλυση (Multiple factor) διασποράς.

#### 3.7.2 Αποσπώμενα φυτικά στελέχη της ελιάς

Στα κλειστά και ανοιχτά άνθη οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα ήταν 24 (n=24), ενώ, στο μάρτυρα οι επαναλήψεις ήταν 36 (n=36). Στα φύλλα οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα ήταν 12 (n=12) για τους 35°C και 24 (n=24) για τους 25°C. Στο μάρτυρα οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα και στις δύο θερμοκρασίες ήταν 12 (n=12). Από την άλλη, στους πράσινους καρπούς οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα ήταν 14 (n=14), ενώ, στο μάρτυρα οι επαναλήψεις ήταν 12 (n=12). Τέλος, στους ώριμους καρπούς οι επαναλήψεις σε κάθε μύκητα ήταν 12 (n=12), όπως και στο μάρτυρα.

Στα αποσπώμενα φυτικά στελέχη της ελιάς πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς των δεδομένων με τη χρήση λογισμικού Statgraphics statistical software v. 18 Enhancements και στην περίπτωση στατιστικά σημαντικής διαφοράς οι μέσοι των επεμβάσεων συγκρίθηκαν με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$ .



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό ακολουθεί η παράθεση των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις που λήφθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος παθογένειας. Η παράθεση αυτή θα γίνει με τη βοήθεια εικόνων, πινάκων και διαγραμμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, θα αξιολογηθούν τα αποτελέσματα της επίδρασης της ασθένειας του γλοιοσπορίου στα φύλλα, τα άνθη και τους καρπούς διάφορων ποικιλιών ελιάς. Επιπλέον, θα γίνει αξιολόγηση της επιθετικότητας ή της ευαισθησίας των μυκήτων, όσον αφορά, στη προσαρμοστικότητά και την ικανότητα μόλυνσής τους.

Τα αποτελέσματα αυτά αφορούν την προοδευτική ανάπτυξη των αποικιών των μυκήτων, όπως είναι η διάμετρος ή η ακτίνα των διαφόρων ειδών του γένους *Colletotrichum*, καθώς και τα συμπτώματα που προκάλεσε η ασθένεια του γλοιοσπορίου στα αποσπώμενα φυτικά στελέχη της ελιάς στις διάφορες ποικιλίες.

### 4.1 Διαφορική ανάπτυξη απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε ακραίες θερμοκρασίες

Οι απομονώσεις του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκαν ως προς την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε διάφορα εύρη θερμοκρασιών όπως: i) 10°C, ii) 15°C, iii) 22°C, iv) 25°C, v) 28°C και vi) 30°C. Επιπλέον, στον Πίνακα (Πίνακας 10) θα παρουσιαστούν οι απομονώσεις των ειδών του γένους *Colletotrichum* με τους κωδικούς δειγμάτων και απομονώσεων για την αποσαφήνιση των δεδομένων.

**Πίνακας 10:** Απομονώσεις μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Αναφέρεται ο κωδικός δείγματος, ο κωδικός συλλογής (CL), το είδος γλοιοσπορίου και η περιοχή προέλευσης και μήνα – έτος δειγματοληψίας. Ο κωδικός Γ αναφέρεται σε δειγματοληψίες στην περιοχή της Πρέβεζας με αύξων αριθμό, το γράμμα Ε στον κωδικό δένδρου, το γράμμα Π στην Πρέβεζα και το επόμενο γράμμα στο κτήμα (Σ: Σούσαλη, Λ: Λουτρό, Π: Παλαιοχώρι).

Κωδικός δείγματος	Κωδικός απομόνωσης	Είδος	Περιοχή προέλευσης (Μήνας – Έτος δειγματοληψίας)
Col 09	CL1	<i>C. acutatum</i>	Ζάκυνθος (03-2015)
Χ.Σ.Π.	CL31	<i>C. guajavae</i>	Μεσσηνία (10-2020)
Γ19Ε5 ΠΣ	CL65	<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (11-2021)
Γ56Ε33 ΠΛ	CL104	<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (01-2023)
Γ56Ε33 ΠΛ	CL118	<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (01-2023)

Γ52E11 ΠΠ	CL117	<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (01-2023)
Γ53E12 ΠΠ	CL119	<i>C. acutatum</i>	Πρέβεζα (01-2023)
Γ63E3 ΠΣ		<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (05-2023)
Γ100E36 ΠΣ		<i>C. acutatum</i>	Πρέβεζα (06-2023)
Γ129E25 ΠΠ		<i>C. godetiae</i>	Πρέβεζα (06-2023)

#### 4.1.1 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=15°C

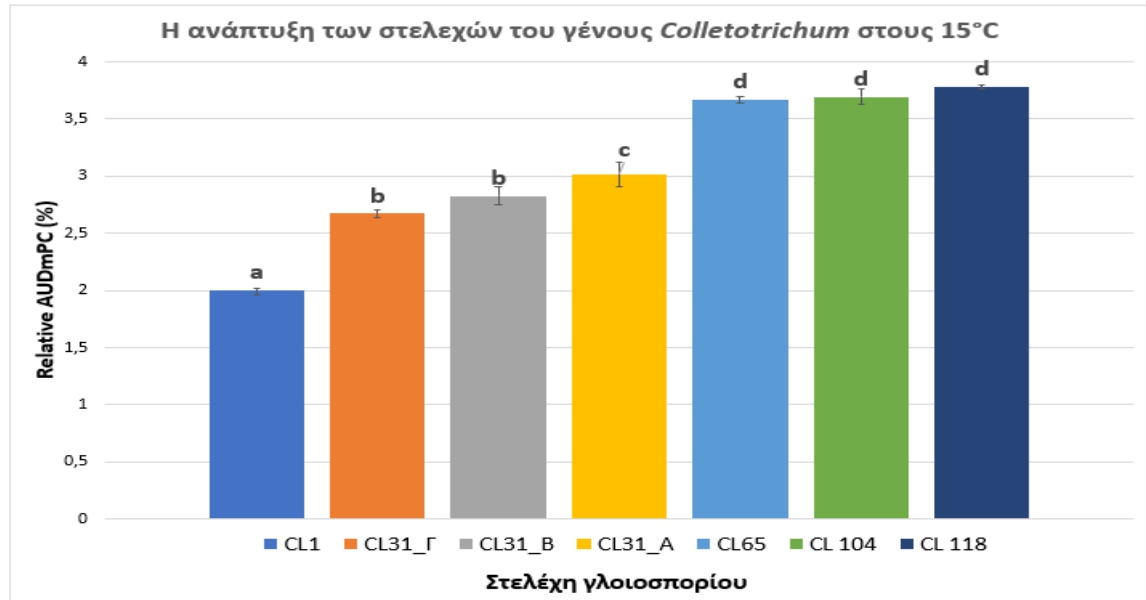
Συγκρίνοντας τις επιδράσεις της θερμοκρασίας στα διάφορα είδη *Colletotrichum* παρατηρείται ότι τα διάφορα είδη μυκήτων επηρεάστηκαν σε σχέση με τη θερμοκρασία.

Πιο συγκεκριμένα, το είδος *C. godetiae* ήταν πιο ικανό να αναπτυχθεί σε χαμηλότερη θερμοκρασία στους 15°C, σε σχέση με το *C. guajanae* που είχε ενδιάμεση ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα στελέχη CL118 και CL104 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη, ενώ το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* παρουσιάζει σημαντικά μικρότερη ανάπτυξη. Αντιθέτως, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09) με κωδικό απομόνωσης (CL1) παρουσίασε την πιο αργή ανάπτυξη, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 29**.

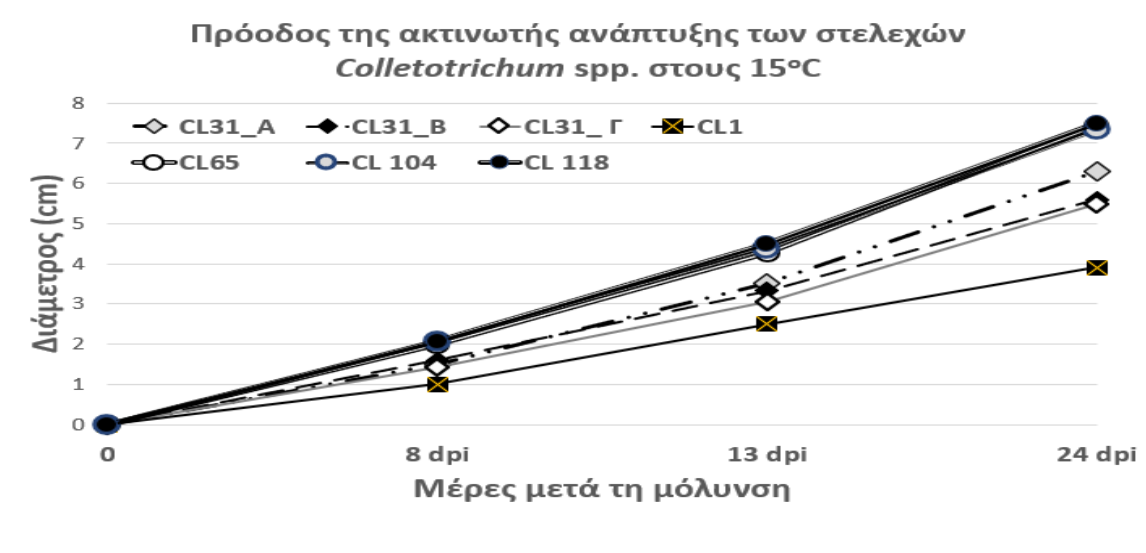
Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* (P-Value =0). Η τιμή P-Value είναι μικρότερη από 0,05 γεγονός που υποδεικνύει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Επιπλέον, αξιολογήθηκε η ακτινωτή ανάπτυξη των απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum*. Οι μετρήσεις λήφθηκαν σε τρεις χρονικές περιόδους: στις 8, 13 και 24 ημέρες μετά τη μεταφορά των μυκήτων. Η ανάπτυξη του είδους *C. godetiae* του στελέχους CL118 έφτασε στη μεγαλύτερη διάμετρο 7,5 cm στις 24 ημέρες. Οι απομονώσεις CL65 και CL104 του είδους *C. godetiae* ακολουθούν με 7,43 και 7,33 cm αντίστοιχα, στις 24 ημέρες. Ενδιάμεση ανάπτυξη παρουσίασε το είδος *C. guajanae* με κωδικό απομόνωσης (CL31) με διάμετρο 6,3 cm. Αντιθέτως, το στέλεχος αναφοράς (Col 09 – CL1) παρουσίασε τη μικρότερη ανάπτυξη της διαμέτρου με 3,9 cm στις 24 ημέρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι το στέλεχος αυτό έχει μειωμένη ικανότητα ανάπτυξης στις χαμηλές θερμοκρασίες των 15°C. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 30**.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value = 0, γεγονός που υποδεικνύει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.



**Εικόνα 29:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 15°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 4 επαναλήψεις.



**Εικόνα 30:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τεσσάρων επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

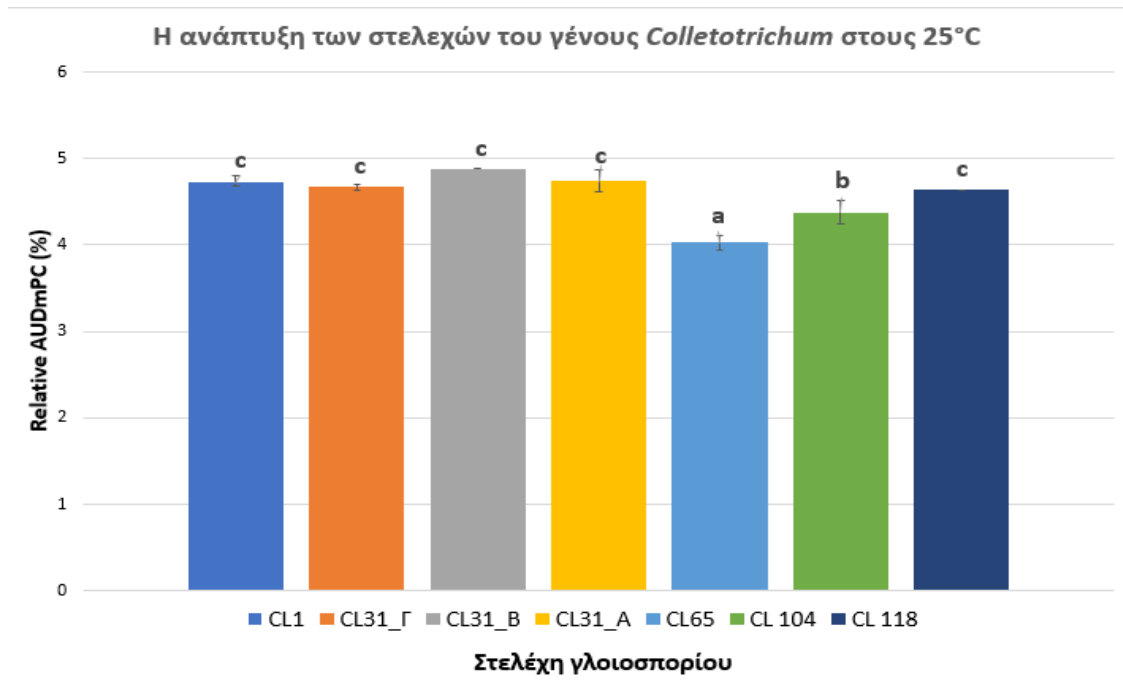
#### 4.1.2 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=25°C

Η ανάπτυξη αποικιών των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκε στους 25°C, όπου εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι απομονώσεις CL31 και CL1 των ειδών *C. guajanae* και *C. acutatum* αντίστοιχα, παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη με 4,8 και 4,7 cm αντίστοιχα. Ακολουθεί το στέλεχος CL118 του είδους *C. godetiae* με μέση ικανότητα ανάπτυξης της διαμέτρου στα 4,6 cm. Αντίθετα, το είδος *C. godetiae* με τους κωδικούς απομόνωσης CL104 και CL65 παρουσίασε μέτρια μέση ανάπτυξη στα 4,37 και 4,02 cm αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 31**.

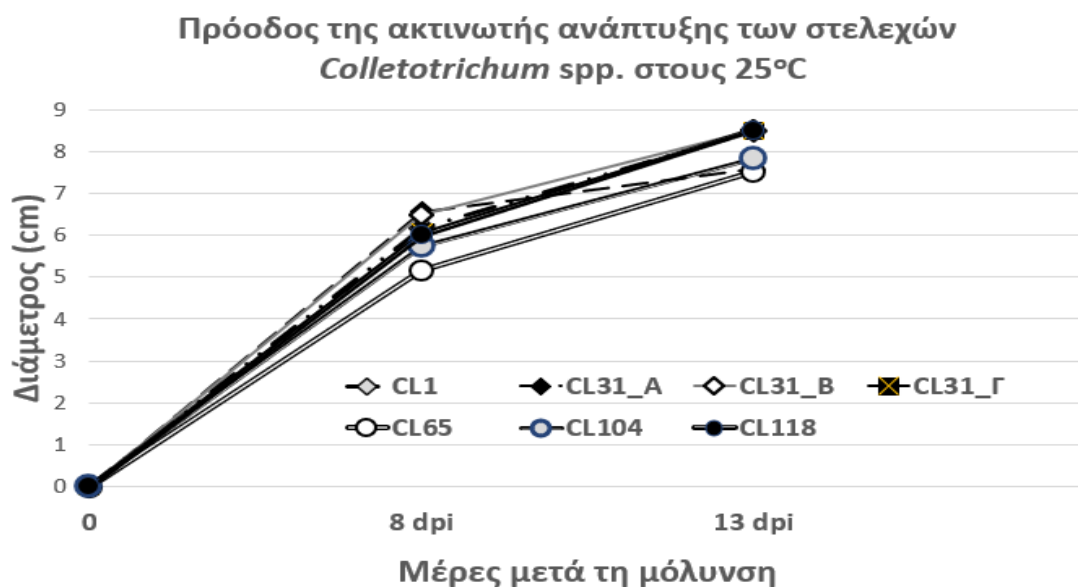
Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* στους 25°C. Η τιμή P-Value = 0,0001 είναι μικρότερη από 0,05 γεγονός που υποδεικνύει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Επιπλέον, αξιολογήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας των 25°C στην ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, όπου επηρέασε στατιστικά σημαντικά τα στελέχη. Η ακτινωτή ανάπτυξη των ειδών του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκε στις 8 και στις 13 ημέρες.

Στις 8 ημέρες το είδος *C. guajanae* του στελέχους CL31 εμφανίζει τη μεγαλύτερη ακτινωτή ανάπτυξη με μέση τιμή 6,5 cm, ακολουθούμενο από το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1) με μέση τιμή 6,16 cm. Επιπλέον, το είδος *C. godetiae* με τους κωδικούς απομόνωσης CL118 και CL104 ακολουθεί με μέσες τιμές 6 και 5,73 cm αντίστοιχα. Τέλος, το είδος *C. godetiae* με κωδικό απομόνωσης CL65 παρουσιάζει διαφορά από τα προαναφερθέντα στελέχη με μέση τιμή 5,16 cm. Από την άλλη, στις 13 ημέρες, η ακτινωτή ανάπτυξη για όλα τα στελέχη αυξάνεται, υποδηλώνοντας τη μέγιστη ανάπτυξη των στελεχών του γένους *Colletotrichum*. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στην **Εικόνα 32**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum*. Δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές στην ανάπτυξη των στελεχών, παρ' όλα αυτά υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην ανάπτυξη τους με την τιμή P-Value = 0.



**Εικόνα 31:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 25°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις.



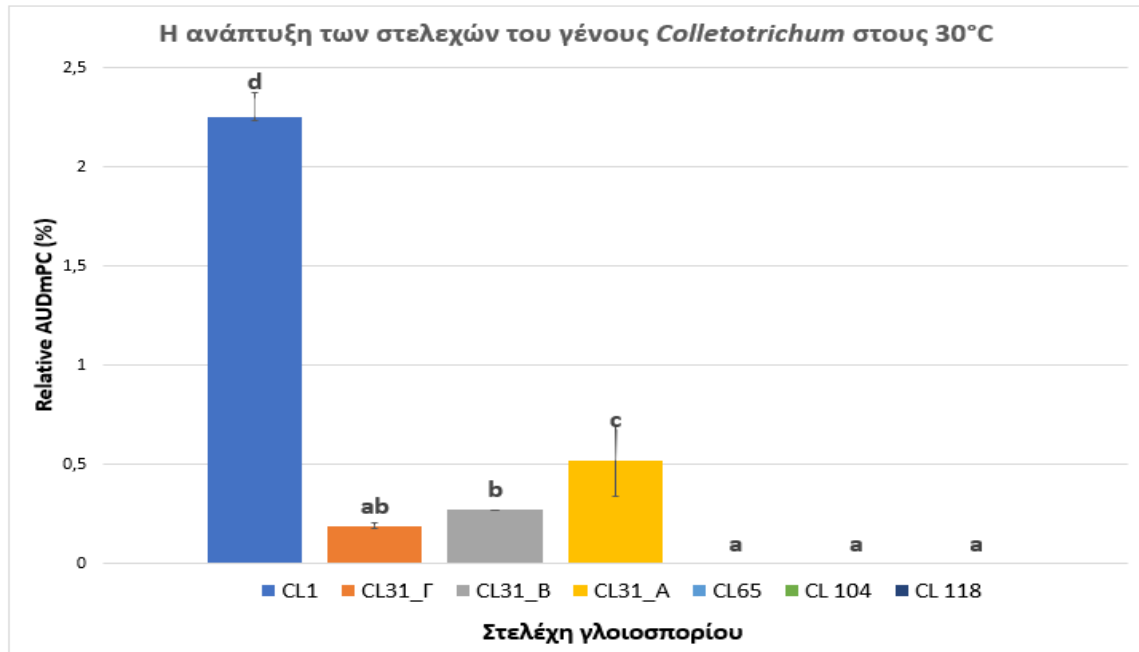
**Εικόνα 32:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

#### 4.1.3 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=30°C

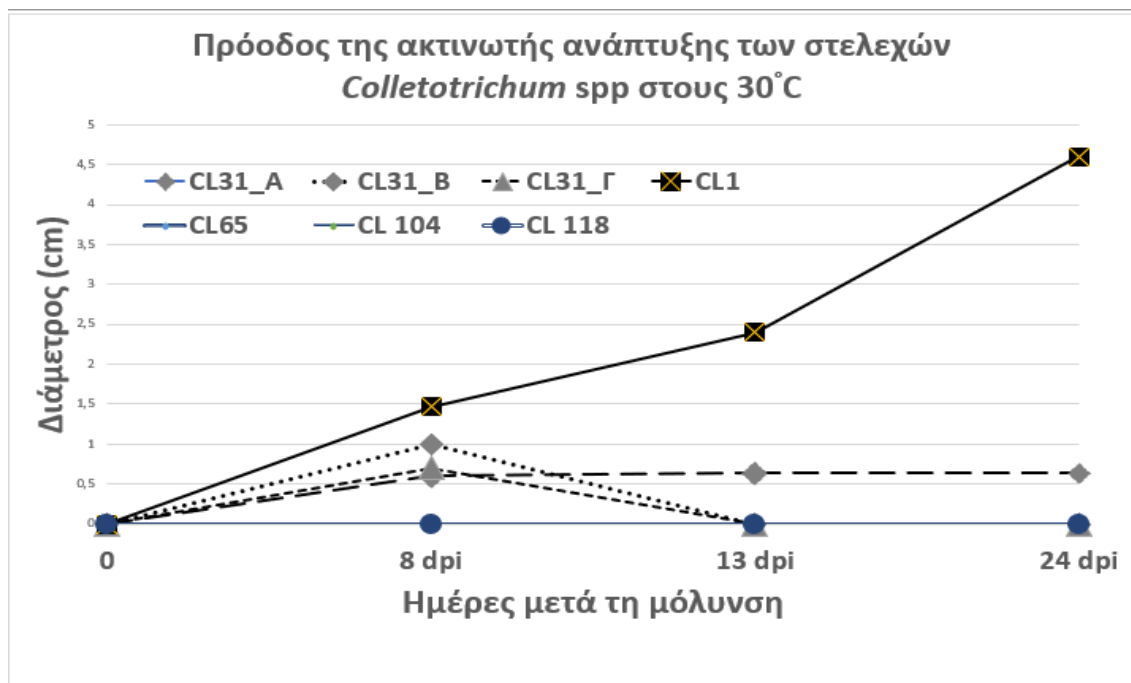
Οι απομονώσεις του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκαν σε υψηλή θερμοκρασία στους 30 βαθμούς, όπου προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum*. Η τιμή P-Value = 0 είναι μικρότερη από 0,05 γεγονός που υποδεικνύει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Πιο αναλυτικά, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1) αναπτύχθηκε ικανοποιητικά στους T=30°C, σε σύγκριση με τα είδη *C. godetiae* και *C. guajanae* που παρουσίασαν περιορισμένη ανάπτυξη. Το είδος *C. acutatum* (Col 09 – CL1) παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη 2,25 cm, ενώ είχε και τη μικρότερη τυπική απόκλιση (0,193 cm), γεγονός που δείχνει ότι η ανάπτυξή του ήταν αρκετά σταθερή. Το είδος *C. godetiae* με τους κωδικούς απομονώσεων CL104, CL118 και CL65 δεν παρουσίασε καμία ανάπτυξη σε αυτές τις συνθήκες θερμοκρασίας. Το είδος *C. guajanae* παρουσίασε μία μέση σταθερή ανάπτυξη στους 30°C, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 33**.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην **Εικόνα 34** αποδεικνύουν σαφείς διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum* στη θερμοκρασία των 30°C. Η ανάπτυξη του είδους *C. guajanae* με τους κωδικούς απομονώσεων CL31\_A, CL31\_B και CL31\_Γ παρουσίασε μικρή αύξηση στις 8 ημέρες, αλλά παρέμεινε σταθερή έως τις 24 ημέρες. Η σημαντικότερη ανάπτυξη παρατηρήθηκε στο στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1), το οποίο ξεκίνησε από 0 cm και έφτασε σε διάμετρο 1,46667 cm στις 8 ημέρες, 2,4 cm στις 13 ημέρες και 4,6 cm στις 24 ημέρες. Αυτή η ταχεία και συνεχής ανάπτυξη αποδεικνύει τη μεγαλύτερη ικανότητα ανάπτυξης του στελέχους αναφοράς *C. acutatum* στις συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας. Αντιθέτως, το είδος *C. godetiae* με τους κωδικούς απομονώσεων CL65, CL104 και CL118 δεν παρουσίασε καμία ανάπτυξη σε καμία από τις μετρήσεις (ημέρες). Αυτή η στασιμότητα του είδους *C. godetiae* υποδηλώνει τη διαφορετική ικανότητα ανάπτυξης στη συγκεκριμένη θερμοκρασία των 30°C. Οι απομονώσεις του γένους *Colletotrichum* αποδεικνύουν ότι τα συγκεκριμένα είδη είναι πιθανόν να έχουν διαφορετικές απαιτήσεις ανάπτυξης ή να είναι λιγότερο ικανά να αναπτυχθούν στη θερμοκρασία αυτή.



**Εικόνα 33:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 30°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 4 επαναλήψεις.



**Εικόνα 34:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τεσσάρων επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

#### 4.1.4 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=10°C

Η ανάλυση ANOVA για την ακτινωτή ανάπτυξη των απομονωμένων μυκήτων στους 10°C αποκαλύπτει σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών που εξετάστηκαν. Επιπλέον, δείχνει ότι τόσο τα στελέχη όσο και η χρονική διάρκεια της ανάπτυξης έχουν σημαντική επίδραση στην ακτινωτή ανάπτυξη των ειδών του γένους *Colletotrichum*.

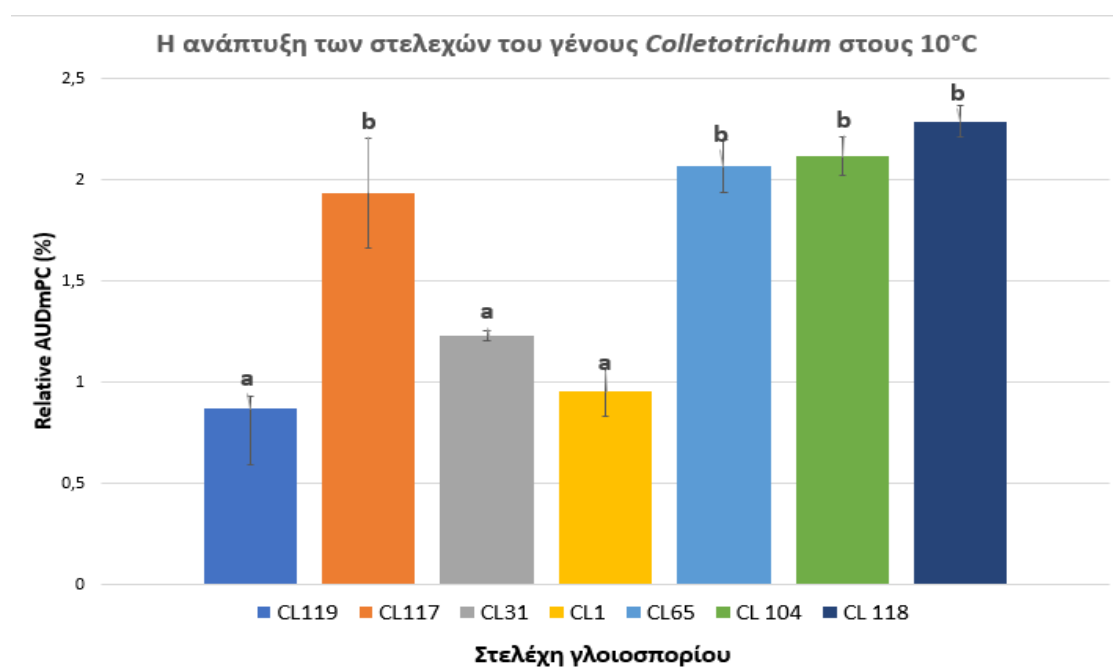
Πιο συγκεκριμένα, η απομόνωση CL118 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη με 2,28 cm. Ακολουθούν τα στελέχη CL65, CL104 και CL117 του είδους *C. godetiae* με μέση ανάπτυξη 2,06 cm, 2,11 και 1,93 cm αντίστοιχα. Αντίθετα, τη μικρότερη ανάπτυξη παρουσίασαν τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum*. Αναλυτικότερα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09) παρουσίασε τη μικρότερη μέση ανάπτυξη στα 0,95 cm και το στέλεχος CL119 του είδους *C. acutatum* 0,86 cm. Τέλος, το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* παρουσίασε ενδιάμεση ανάπτυξη στα 1,22 cm στη θερμοκρασία των 10°C.

Η τιμή P-Value=0 < 0,005 υποδεικνύει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Ενδιαφέρον είναι ότι τη μικρότερη ανάπτυξη στους 10°C εμφάνισαν οι απομονώσεις, που ανήκουν στο είδος *C. acutatum* με προέλευση από τη Ζάκυνθο (CL1) και Πρέβεζα (CL119) και το είδος *C. guajanae* (CL31) με προέλευση από τη Μεσσηνία με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα στελέχη. Ενώ, το είδος *C. godetiae* με κωδικούς CL65 και CL104 από καρπούς δύο διαφορετικών αγρών (Σούσαλη και Λουτρό, αντίστοιχα) στην Πρέβεζα και οι απομονώσεις CL117 και CL118, που επίσης απομονώθηκαν από καρπούς σε αγρούς (Παλαιοχώρι και Λουτρό, αντίστοιχα) στην Πρέβεζα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη στους 10°C. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 35**.

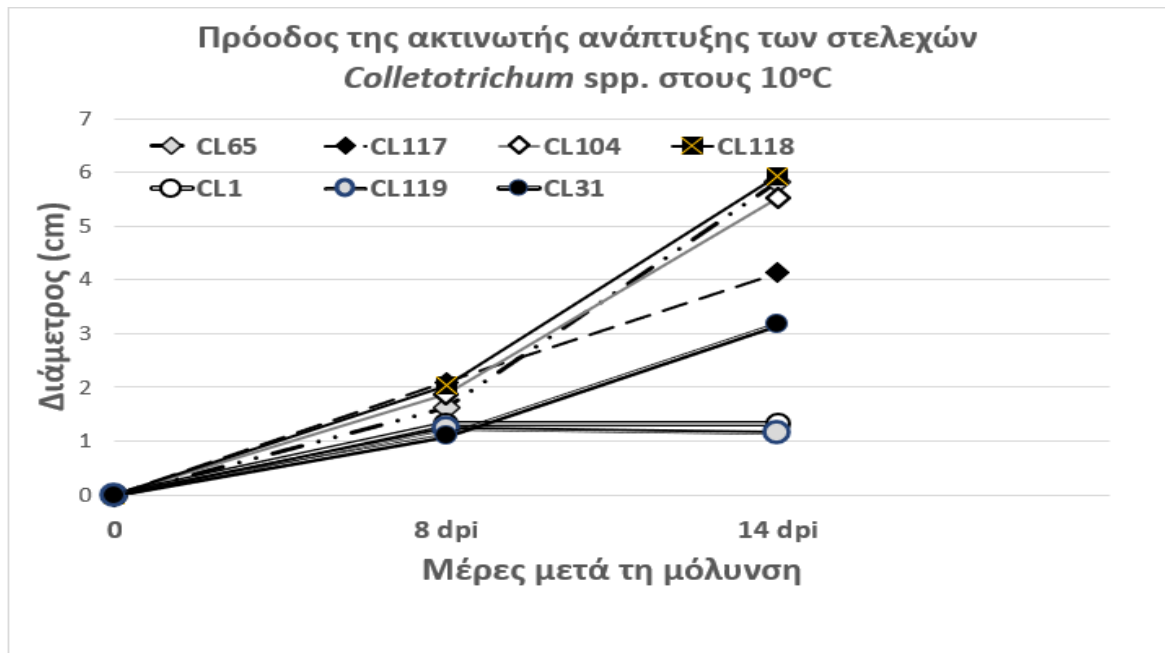
Επιπλέον, η ακτινωτή ανάπτυξη των στελεχών του γένους *Colletotrichum* καταγράφηκε στους 10°C στις 8 και στις 14 ημέρες (dpi). Οι διάμετροι καταγράφηκαν σε εκατοστά (cm) και τα αποτελέσματα απεικονίζονται στην **Εικόνα 36**. Τα αποτελέσματα της διαμέτρου παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών, στη θερμοκρασία των 10°C. Τα στελέχη CL117, CL118, CL65 και CL104 του είδους *C. godetiae* είχαν τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη, σε σχέση με τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum*. Πιο συγκεκριμένα, τα στελέχη CL118 και CL65 παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μέση διάμετρο στα 2,2 και 1,6 cm αντίστοιχα στις 8 ημέρες και συνέχισαν την ανάπτυξή τους στις 14 ημέρες στα 6,1 και 6 cm αντίστοιχα.



Το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε 2 cm μέση ανάπτυξη στις 8 ημέρες, ενώ στις 14 ημέρες έδειξε σημαντική αύξηση φτάνοντας στα 5,9 cm της μέσης διαμέτρου. Αντίθετα, τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum* παρουσίασαν τη μικρότερη μέση διάμετρο. Αναλυτικότερα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1) εμφάνισε αύξηση της διαμέτρου κατά τις πρώτες 8 ημέρες, φθάνοντας σχεδόν τα 1,5 cm, αλλά παρέμεινε σταθερό μέχρι τις 14 ημέρες, ενώ, το στέλεχος CL119 που ανήκει στο είδος *C. acutatum* με γεωγραφική προέλευση από την Πρέβεζα εμφανίζει μέτρια ανάπτυξη στα 1,3 cm στις 8 ημέρες, αλλά στις 14 ημέρες παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητο με μικρή αύξηση στα 1,5 cm. Τέλος, το στέλεχος CL118 του είδους *C. godetiae* έδειξε σημαντική αύξηση της διαμέτρου στις 8 ημέρες με 2,2 cm και συνέχισε την ανάπτυξη αυτή μέχρι τις 14 ημέρες φτάνοντας στα 6 cm. Από την άλλη, το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* παρουσίασε αργή αλλά σταθερή ανάπτυξη φτάνοντας στα 3,3 cm στις 14 ημέρες. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσίασε και το στέλεχος CL117 του είδους *C. godetiae*, όπου παρουσίασε σταθερή ανάπτυξη της διαμέτρου φτάνοντας στα 4,1 cm στις 14 ημέρες. Η τιμή P-Value = 0 και ο μικρός συντελεστής *F* υποδεικνύουν ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.



**Εικόνα 35:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 10°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις.



**Εικόνα 36:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

#### 4.1.5 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=22°C

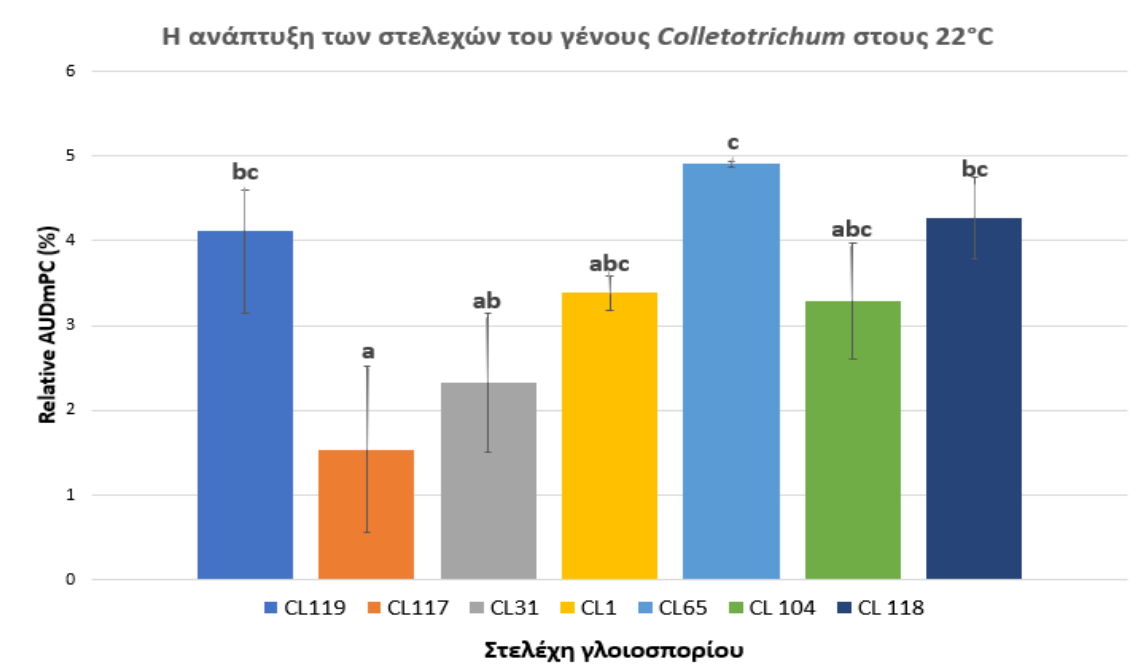
Η απομόνωση με κωδικό CL65 που ανήκει στο είδος *C. godetiae* και προέρχεται από την Πρέβεζα παρουσίασε τη μεγαλύτερη ανάπτυξη με 4,90 cm και μικρή τυπική απόκλιση 0,033 cm, γεγονός που δείχνει ότι η ανάπτυξη είναι αρκετά σταθερή στη θερμοκρασία των 22°C. Ακολουθεί το στέλεχος CL118 του είδους *C. godetiae* με μέση ανάπτυξη 4,27 cm. Ενδιαφέρον είναι ότι το στέλεχος CL119 του είδους *C. acutatum*, που προέρχεται από την Πρέβεζα παρουσίασε μέση ανάπτυξη με 4,12 cm και τυπική απόκλιση 0,47 cm γεγονός που δείχνει ικανοποιητική ανάπτυξη στη θερμοκρασία των 22°C. Στον αντίποδα το στέλεχος αναφοράς (Col 09 – CL1) παρουσίασε 3,38 cm και μικρή τυπική απόκλιση στα 0,20 cm υποδηλώνοντας σταθερή ανάπτυξη της διαμέτρου. Επιπλέον, το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* παρουσίασε μικρότερη ανάπτυξη σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς, δηλαδή στα 2,32 cm. Τέλος, την πιο μικρή ανάπτυξη εμφάνισε το στέλεχος CL117 του είδους *C. godetiae* στα 1,53 cm, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 37**.

Η ανάλυση ANOVA έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ποσότητα ανάπτυξης μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης της

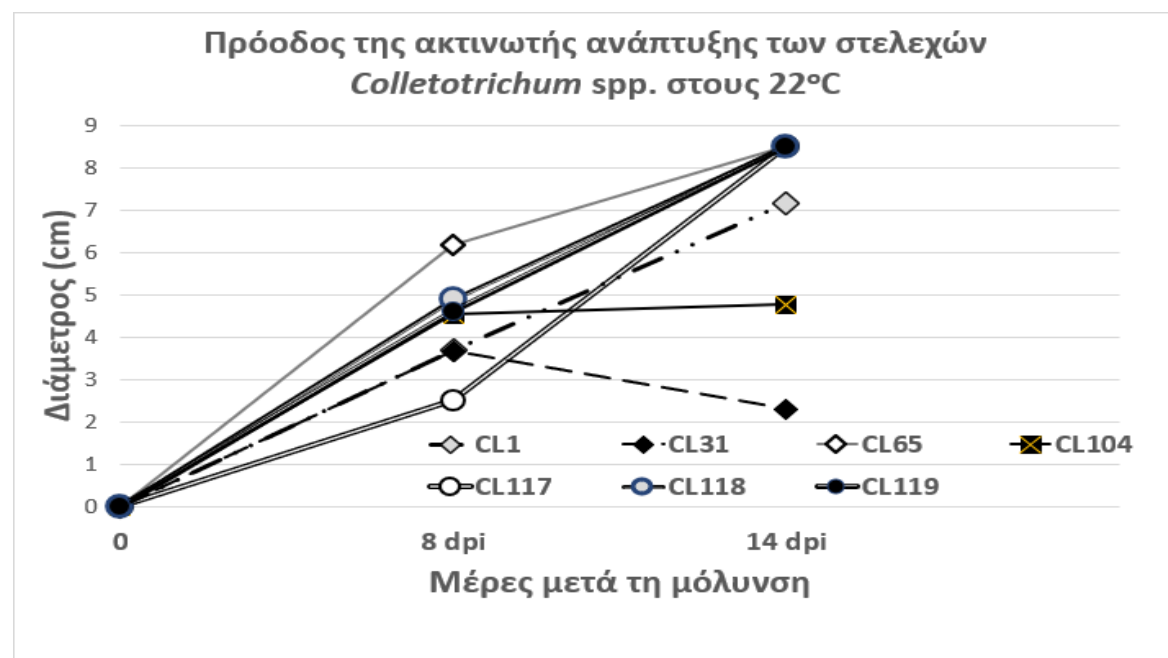
διαμέτρου (AUDmPC). Η τιμή P-Value = 0,05 γεγονός που υποδεικνύει ότι η διαφορά στην ανάπτυξη μεταξύ των ειδών είναι στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η θερμοκρασία των 22°C έχει κάποιες διαφοροποιήσεις στην επίδραση της ανάπτυξης των απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum*.

Επιπλέον, αξιολογήθηκε η ακτινωτή πρόοδος (διάμετρος) της ανάπτυξης διαφόρων απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum* σε θερμοκρασία 22°C. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την τιμή P-Value = 0,0009 < 0,05. Οι μετρήσεις παρουσιάζονται στην **Εικόνα 38** και αποδεικνύουν σαφείς διαφορές στην ανάπτυξη της διαμέτρου μεταξύ των απομονωμένων ειδών.

Οι απομονώσεις CL119 και CL118 που ανήκουν στα είδη *C. acutatum* και *C. godetiae*, έφτασαν σε διάμετρο 4,6 και 4,9 cm αντίστοιχα στις 8 ημέρες και αυξήθηκαν στις 14 ημέρες στα 8,5 cm, γεγονός που υποδηλώνει την ικανότητα ανάπτυξης στις συγκεκριμένες συνθήκες. Το στέλεχος CL117 του είδους *C. godetiae* στις 8 ημέρες έφτασε σε διάμετρο 2,5 cm και παρουσίασε αυξημένη διάμετρο στις 14 ημέρες στα 8,5 cm, υποδεικνύοντας ικανοποιητική ανάπτυξη στους 22°C. Από την άλλη, το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε αργή αλλά σταθερή ανάπτυξη με μέση διάμετρο 4,7 cm στις 14 ημέρες. Επίσης, το στέλεχος CL31 που ανήκει στο είδος *C. guajanae* παρουσίασε μειωμένη ανάπτυξη στις 14 ημέρες με διάμετρο 2,3 cm. Αξιοσημείωτο είναι ότι το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1) παρουσίασε σημαντική αύξηση στους 22°C με διάμετρο 3,7 στις 8 ημέρες και 7,16 στις 14 ημέρες. Αυτή η ταχεία και συνεχής ανάπτυξη αποδεικνύει τη μεγάλη ικανότητα ανάπτυξης του είδους *C. acutatum* (Col09 – CL1) στις συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας.



**Εικόνα 37:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 22°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις.



**Εικόνα 38:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

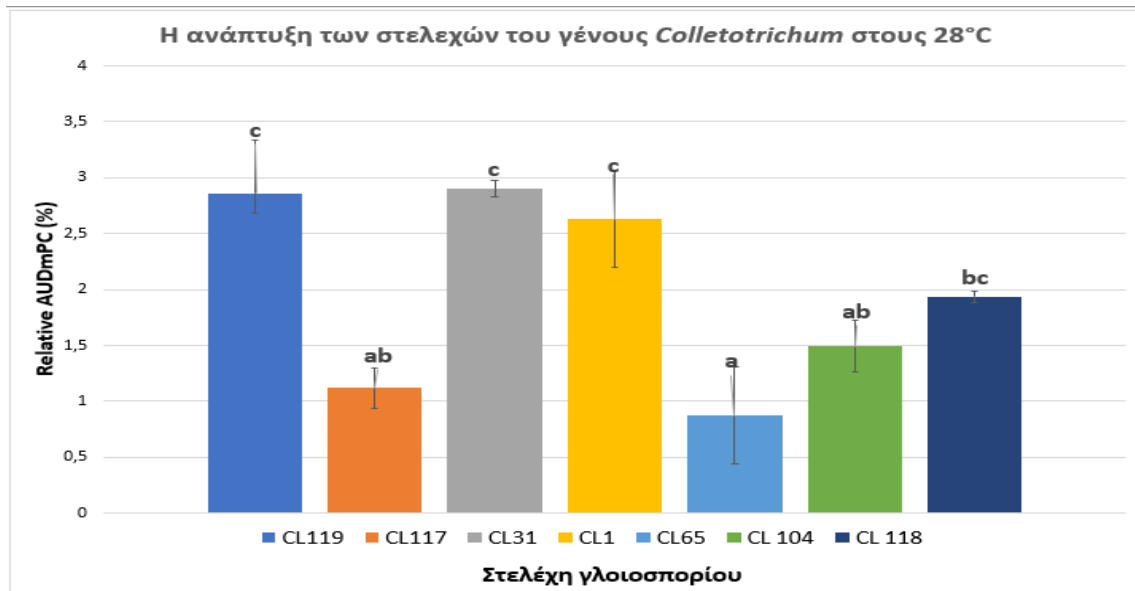
#### 4.1.6 Αξιολόγηση ανάπτυξης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* σε T=28°C

Συγκρίνοντας τις επιδράσεις της θερμοκρασίας στα διάφορα είδη του γένους *Colletotrichum* παρατηρείται ότι οι απομονωμένοι μύκητες επηρεάστηκαν σε σχέση με τη θερμοκρασία. Πιο συγκεκριμένα, το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* από τη Μεσσηνία παρουσίασε την υψηλότερη μέση ανάπτυξη με 2,9 cm στους 28°C. Ακολουθούν τα στελέχη CL119 και CL1 του είδους *C. acutatum* που έχουν απομονωθεί από την Πρέβεζα και τη Ζάκυνθο αντίστοιχα, όπου εμφάνισαν εξίσου υψηλή μέση ανάπτυξη με 2,86 και 2,63 cm αντίστοιχα. Από την άλλη, τα στελέχη CL117, CL65 και CL104 του είδους *C. godetiae* παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη με 1,11 cm, 0,86 και 1,48 cm αντίστοιχα. Τέλος, το στέλεχος CL118 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε ενδιάμεση μέση ανάπτυξη στα 1,93 cm. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* (P-Value = 0,0007), όπως παρατηρείται και στην **Εικόνα 39**.

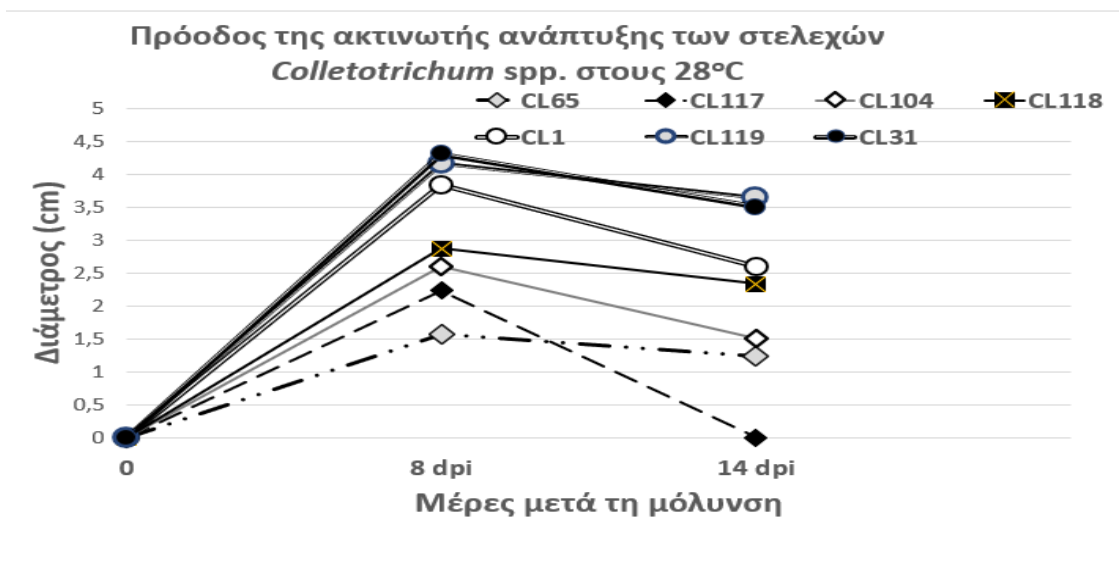
Επιπρόσθετα, αξιολογήθηκε και η ακτινωτή ανάπτυξη των απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum* στις χρονικές περιόδους 8 και 14 ημέρες. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά με τιμή P-Value=0 μεταξύ των ειδών. Αναλυτικότερα, τα στελέχη CL119 και CL1 του είδους *C. acutatum* στις 8 ημέρες εμφάνισαν υψηλή ακτινωτή ανάπτυξη με μέση τιμή 4,16 και 3,8 cm αντίστοιχα, ακολουθούμενα από το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae*, που εμφάνισε την υψηλότερη μέση ανάπτυξη με 4,6 cm στις 8 ημέρες. Αντίθετα, τα στελέχη CL117, CL65 και CL104 του είδους *C. godetiae* εμφάνισαν μικρότερη μέση ανάπτυξη, συγκριτικά με τα προηγούμενα στελέχη. Αναλυτικότερα, τη μικρότερη μέση ανάπτυξη εμφάνισε το στέλεχος CL65 με 1,56 cm στις 8 ημέρες. Τα στελέχη CL117 και CL104 παρουσίασαν ενδιάμεσες μέσες τιμές ανάπτυξης με 2,23 και 2,8 cm αντίστοιχα. Τέλος, το στέλεχος CL118 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε παρόμοια συμπεριφορά με τα προηγούμενα στελέχη με μέση τιμή στα 2,8 cm.

Στον αντίποδα, στις 14 ημέρες, η ακτινωτή ανάπτυξη για τις περισσότερες απομονώσεις μειώνεται. Το είδος *C. acutatum* με κωδικό απομόνωσης CL119 συνεχίζει να παρουσιάζει υψηλή ανάπτυξη με 3,63 cm, ακολουθούμενο από είδος *C. guajanae* του στελέχους CL31 με 3,5 cm και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1) με 2,6 cm. Το είδος *C. godetiae* του στελέχους CL118 παραμένει σχετικά υψηλό με 2,33 cm, ενώ το είδος *C. godetiae* με κωδικούς απομόνωσης CL104 και το CL65 έχει

μειωθεί σε 1,5 cm και 1,23 cm αντίστοιχα. Η απομόνωση CL117 του είδους *C. godetiae* εμφανίζει μηδενική ανάπτυξη στις 14 ημέρες, υποδηλώνοντας πιθανή παύση ή αναστολή της ανάπτυξης σε αυτή τη χρονική περίοδο, όπως παρατηρείται και στην **Εικόνα 40**.

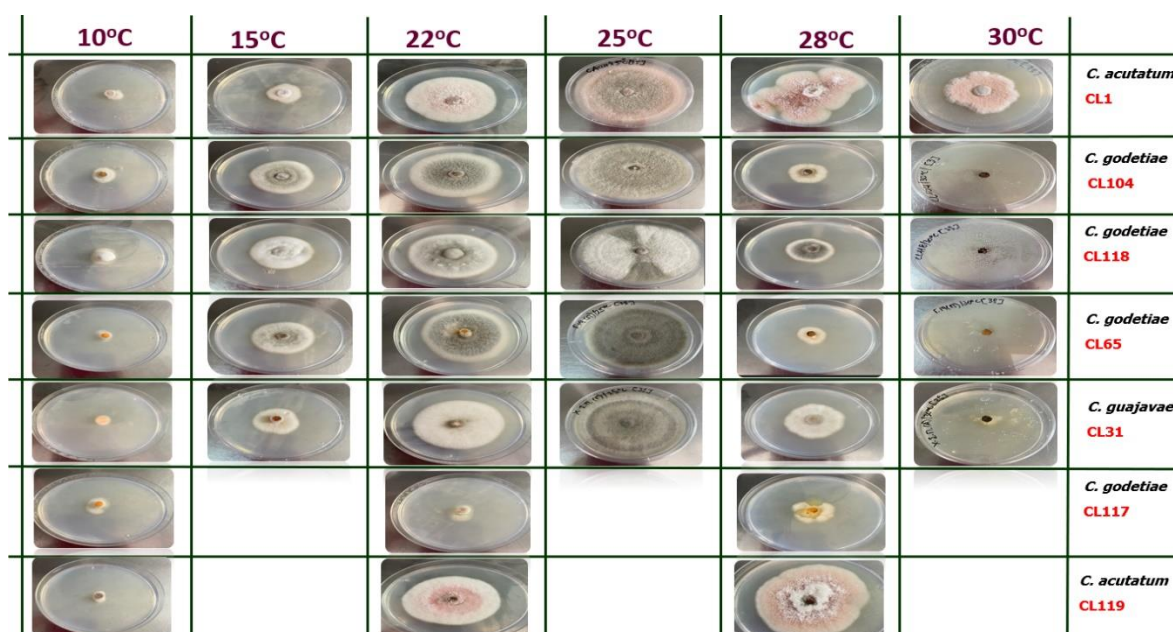


**Εικόνα 39:** Ανάπτυξη απομονώσεων γλοιοσπορίου στους 28°C εκφρασμένη ως σχετικό εμβαδό της περιοχής κάτω από την καμπύλη αύξησης διαμέτρου (AUDmPC). Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των διαμέτρων των μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος αντιστοιχούν σε 3 επαναλήψεις.



**Εικόνα 40:** Ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum* σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα χρονικά σημεία αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών επαναλήψεων της διαμέτρου αποικίας των υπό μελέτη στελεχών.

Στην παρακάτω Εικόνα (Εικόνα 41) παρουσιάζεται η ακτινωτή ανάπτυξη όλων των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* που αναπτύχθηκαν στα θερμοκρασιακά εύρη: i) 10°C, ii) 15°C, iii) 22°C, iv) 25°C, v) 28°C και vi) 30°C. Οι μετρήσεις πάρθηκαν στις 14 ημέρες.



**Εικόνα 41:** Ακτινωτή ανάπτυξη όλων των στελεχών του γένους *Colletotrichum* spp. σε PDA στους 10°C, 15°C, 22°C, 25°C, 28°C και 30°C στις 14 ημέρες.

## 4.2 Αξιολόγηση παθογένειας των απομονώσεων γλοιοσπορίου σε αποσπώμενους ιστούς διαφορετικών φαινολογικών σταδίων της ελιάς

Τα είδη του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκαν ως προς την ικανότητά τους να μολύνουν τα φύλλα, τα άνθη και τους καρπούς διαφόρων ποικιλιών ελιάς.

### 4.2.1 Αξιολόγηση των ειδών του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα μόλυνσης των κλειστών ανθέων (BBCH57)

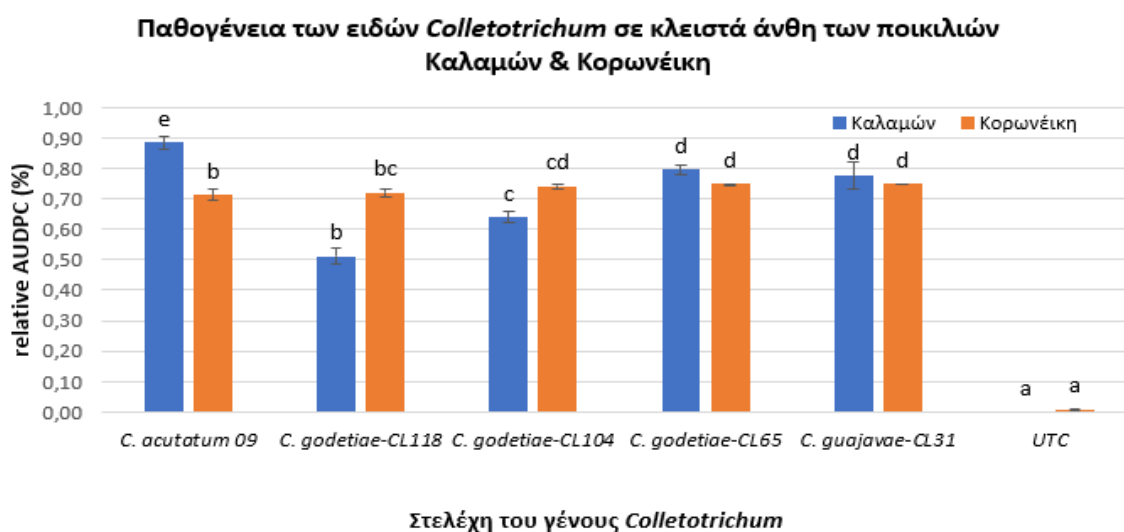
Στο πείραμα παθογένειας τα είδη του γένους *Colletotrichum* αξιολογήθηκαν ως προς την ικανότητά τους να μολύνουν τα αποσπώμενα κλειστά άνθη (φαινολογικό στάδιο BBCH57) των ποικιλιών Κορωνέικη και Καλαμών. Η σύγκριση των δεδομένων αποκαλύπτει διαφορές στην επίπτωση της ασθένειας ανάμεσα στις δύο ποικιλίες.

Όσον αφορά, στην ποικιλία Καλαμών το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col 09 – CL1) είναι το πιο μολυσματικό είδος σε ποσοστό 88%. Ακολουθούν το είδος *C. godetiae* με κωδικό απομόνωσης CL65 και το είδος *C. guajavae* με κωδικό απομόνωσης CL31 σε ποσοστό 80 και 77% αντίστοιχα. Λιγότερο επιθετικά στη

μόλυνση είναι τα στελέχη CL118 και CL104 που ανήκουν στο είδος *C. godetiae* με ποσοστό 51 και 64% αντίστοιχα, όπως παρατηρείται στις **Εικόνες 42, 43**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value =0.

Από την άλλη, στην ποικιλία Κορωνέικη όλες οι απομονώσεις παρουσιάζουν υψηλή παθογένεια. Τα είδη *C. acutatum*, *C. godetiae* και *C. guajanae* είναι επιθετικά στη μόλυνση των κλειστών ανθέων με υψηλά επίπεδα παθογένειας με ποσοστό μόλυνσης από 71 έως 75% όπως παρατηρείται στις **Εικόνες 42, 44**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value =0. Αυτό υποδεικνύει ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στην εξέλιξη της παθογένειας.

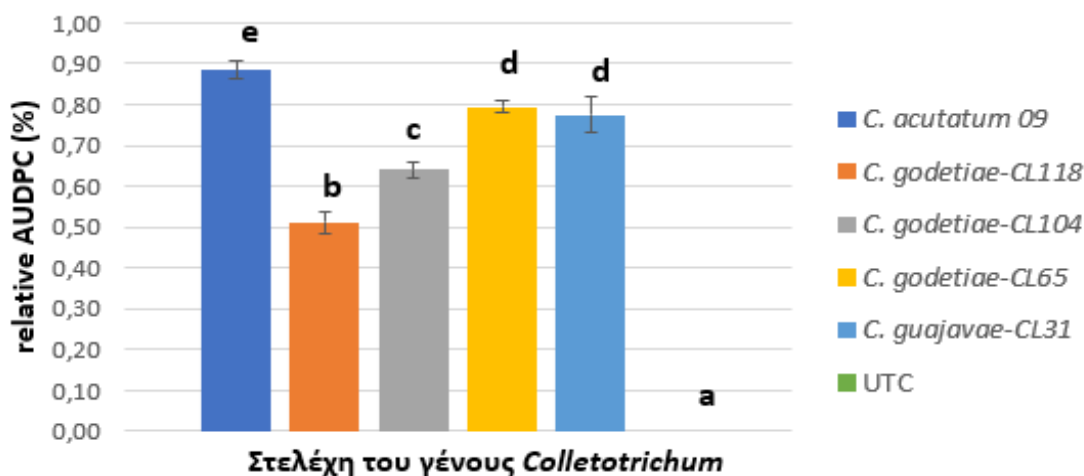
Στις **Εικόνες 45 και 46** παρουσιάζονται οι μολύνσεις των κλειστών ανθέων από τις απομονώσεις των ειδών του γένους *Colletotrichum*. Τα συμπτώματα της ασθένειας καταγράφηκαν την 6<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 42:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των μυκήτων των ποικιλιών Καλαμών και Κορωνέικη, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

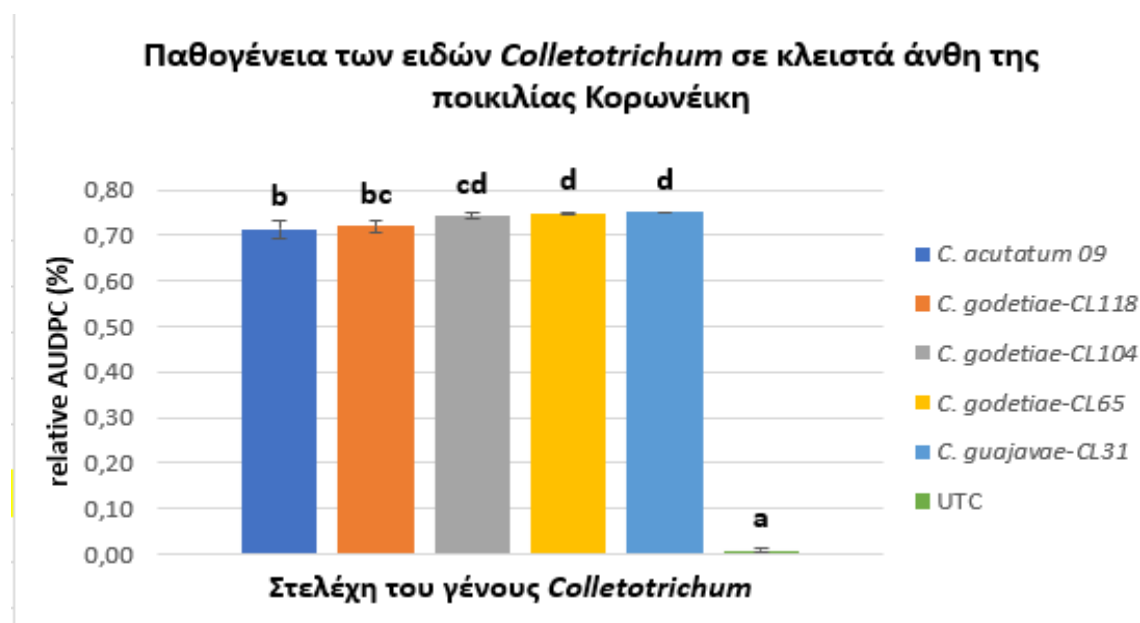


**Παθογένεια των ειδών *Colletotrichum* σε κλειστά άνθη της ποικιλίας Καλαμών**

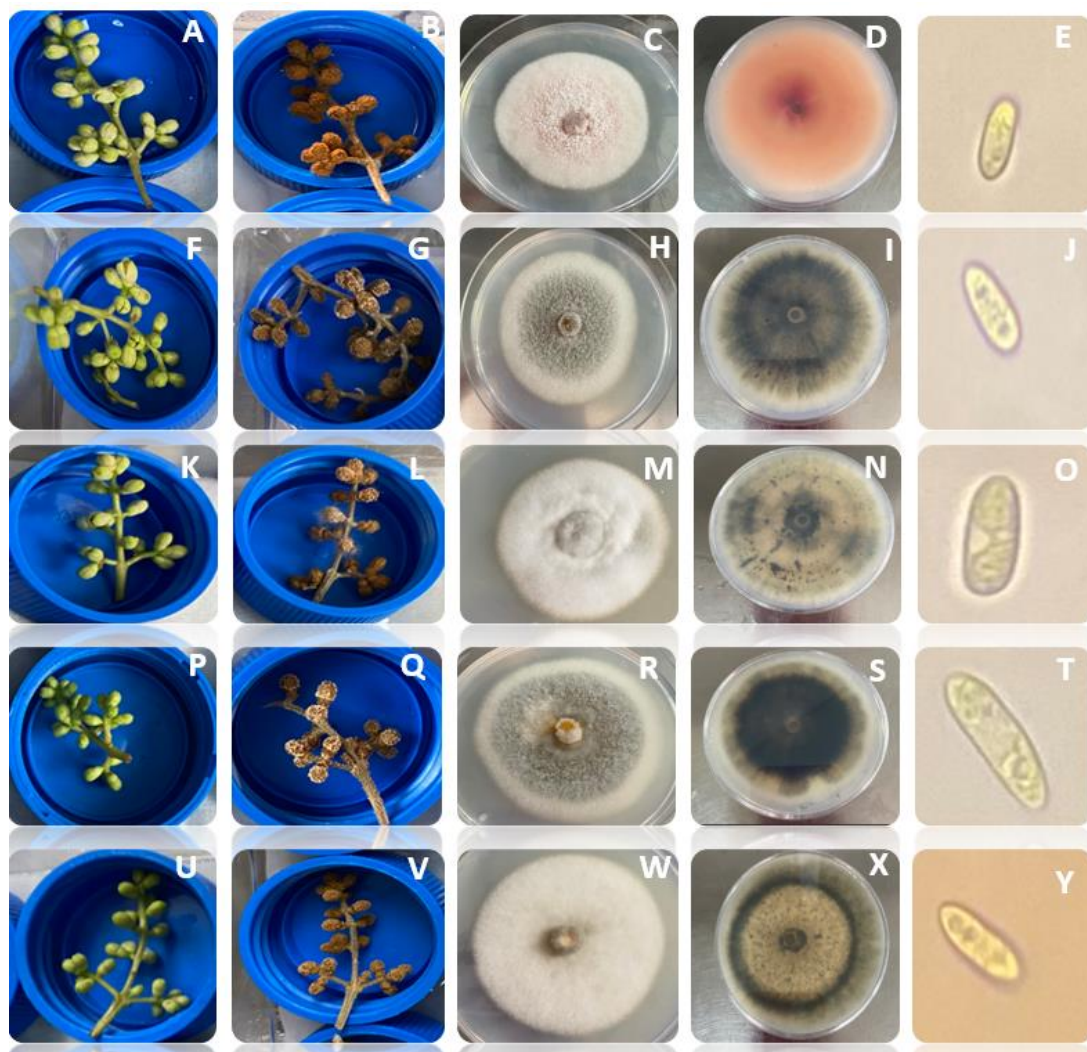


**Εικόνα 43:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

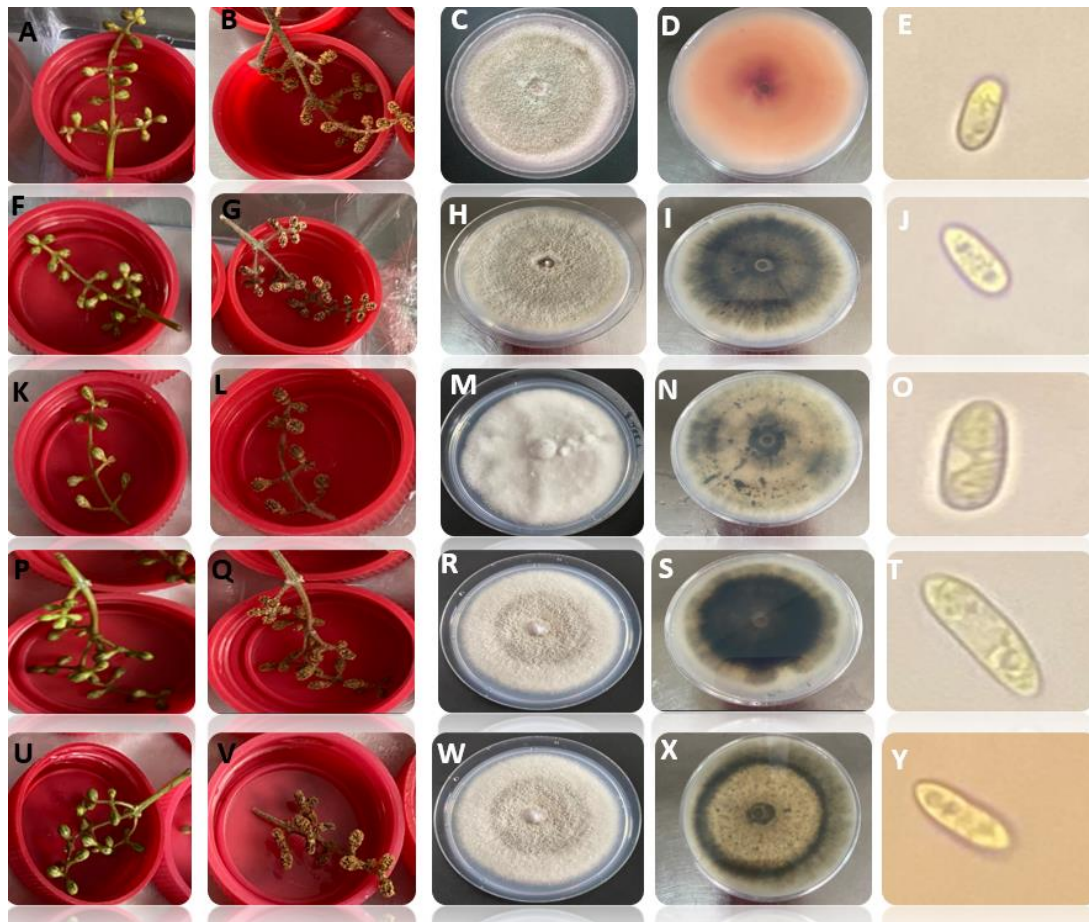
**Παθογένεια των ειδών *Colletotrichum* σε κλειστά άνθη της ποικιλίας Κορωνέικη**



**Εικόνα 44:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα κλειστά άνθη στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων κλειστών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά.



**Εικόνα 45:** A,F,K,P,U Μη μολυσμένα κλειστά άνθη (μάρτυρας) της ποικιλίας Καλαμών. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: B-E) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, G-J) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), L-O) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Q-T) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), V-Y) στέλεχος *C. guajanae* (CL31).



**Εικόνα 46:** A,F,K,P,U Μη μολυσμένα κλειστά άνθη (μάρτυρας) της ποικιλίας Κορωνέικη. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: B-E) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, G-J) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), L-O) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Q-T) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), V-Y) στέλεχος *C. guajanae* (CL31).

#### 4.2.2 Αξιολόγηση των ειδών του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα μόλυνσης των ανοιχτών ανθέων (BBCH65)

Στην αξιολόγηση της μολυσματικότητας των αποκολλημένων ανοιχτών ανθέων συγκρίθηκαν διάφορα είδη του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητά τους να μολύνουν τα ανοιχτά άνθη (φαινολογικό στάδιο BBCH65) της ποικιλίας Καλαμών στις θερμοκρασίες 25°C και 35°C.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της μολυσματικότητας των αποσπόμενων ανοιχτών ανθέων στους 25°C και στην ποικιλία Καλαμών τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae*, καθώς και το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* μόλυναν σε ποσοστό 100%. Το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1) ήταν εξίσου ικανό να μολύνει σε σημαντικό ποσοστό 99% τα ανοιχτά άνθη της ελιάς. Τέλος, το

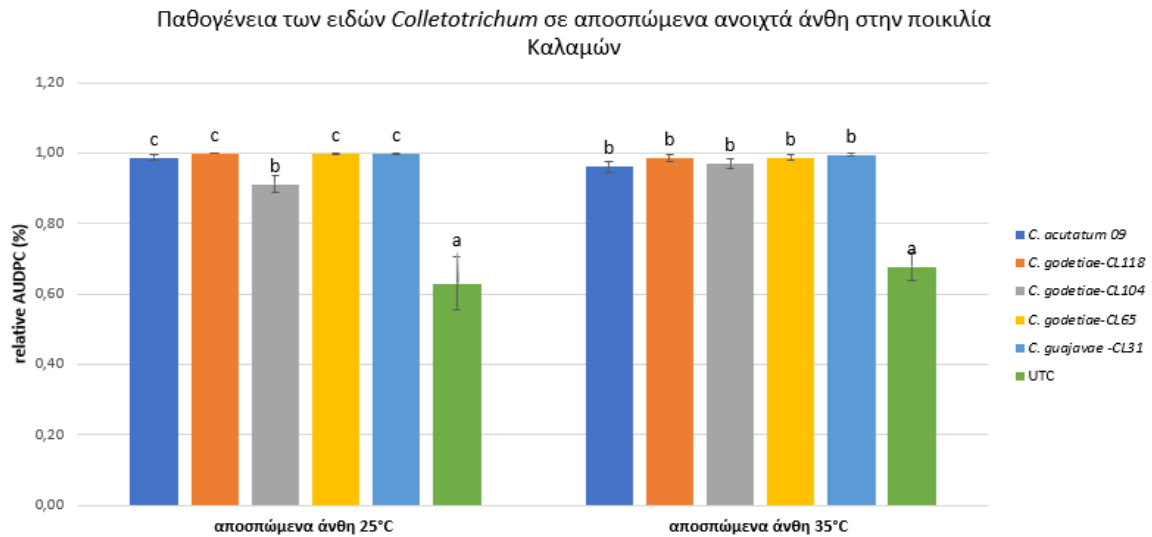
στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae* μόλυνε, αλλά με μικρότερο ποσοστό κοντά στο 91%. Συγκριτικά με τα κλειστά αποκολλημένα άνθη, τα ανοιχτά άνθη είχαν μεγαλύτερο ποσοστό προσβολής από τα είδη του γένους *Colletotrichum*.

Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία Καλαμών και στη θερμοκρασία των 25°C τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* ήταν πολύ επιθετικά στη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων, σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1), το οποίο μόλυνε σε μικρότερο ποσοστό. Επιπλέον, το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* με βάση τη στατιστική ανάλυση φαίνεται πως είναι εξίσου επιθετικό στη μολυσματικότητα των ανοιχτών ανθέων. Τέλος, η απομόνωση CL104 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζει μέτρια επιθετικότητα στη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 47**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value = 0 < 0,05. Αυτό υποδεικνύει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στη μόλυνση των στελεχών.

Όσον αφορά, στη θερμοκρασία των 35°C το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1) παρουσίασε χαμηλή επιθετικότητα στη μόλυνση των ανθέων, σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη που εξετάστηκαν. Ακολουθεί η απομόνωση CL104 του είδους *C. godetiae*, όπου ήταν ικανή να μολύνει τα άνθη στους 35°C. Στον αντίποδα, το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* μόλυνε πλήρως τα αποσπώμενα άνθη. Επιπλέον, τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* ήταν πολύ επιθετικά στη μόλυνση.

Αναλυτικότερα, το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae*, παρουσίασε τη μεγαλύτερη μολυσματική ικανότητα σε ποσοστό 100%. Ακολουθούν τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae*, τα οποία ήταν πολύ μολυσματικά σε ποσοστό 99%. Επιπλέον, το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae* μπόρεσε να μολύνει τα ανοιχτά άνθη σε ποσοστό 97% στους 35°C. Ενώ, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1) παρουσίασε τη μικρότερη ικανότητα μόλυνσης σε ποσοστό 96% με βάση τη στατιστική ανάλυση. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στην **Εικόνα 47**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value = 0 γεγονός που υποδεικνύει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Στις **Εικόνες 48** και **49** παρουσιάζονται οι μολύνσεις των ανοιχτών ανθέων από τις απομονώσεις του γένους *Colletotrichum*. Τα συμπτώματα της ασθένειας καταγράφηκαν την 6<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 47:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχή κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα ανοιχτά άνθη στους 25°C και 35°C στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ανοιχτών ανθέων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά.



**Εικόνα 48:** Μολυσμένα ανοιχτά άνθη της ποικιλίας Καλαμών στους 25°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, Η) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 49:** Μολυσμένα ανοιχτά άνθη της ποικιλίας Καλαμών στους 35°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, Η) ανοιχτά άνθη (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα.

#### 4.2.3 Αξιολόγηση των ειδών του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα μόλυνσης των φύλλων (BBCH19)

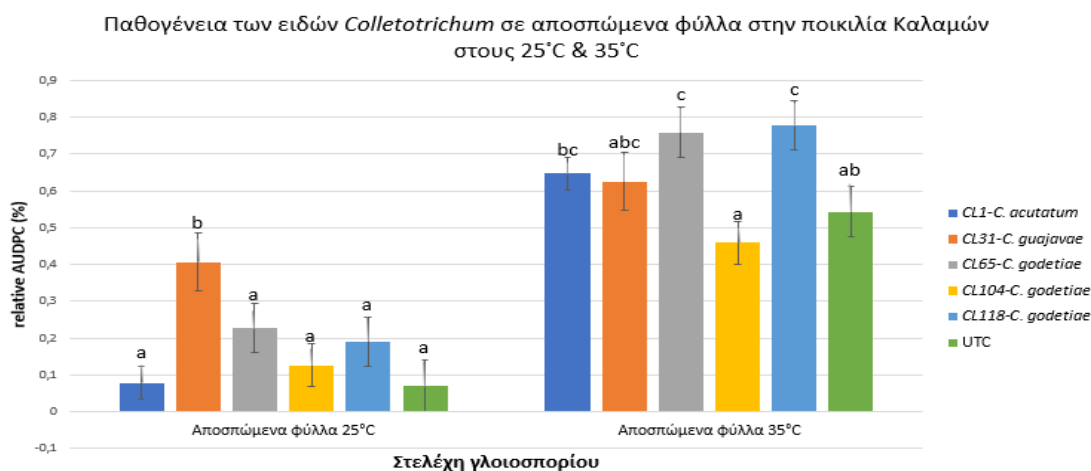
Αξιολογήθηκαν οι απομονώσεις CL1, CL31, CL65, CL104 και CL118 ως προς την ικανότητά τους να μολύνουν τα αποκολλημένα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών στις θερμοκρασίες 25°C και 35°C.

Αναλυτικότερα, με βάση τη στατιστική ανάλυση (ANOVA) στη θερμοκρασία των 25°C τα στελέχη *Colletotrichum* παρουσιάζουν μέτρια επιθετικότητα στη μόλυνση των φύλλων. Παρ' όλα αυτά, το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* δείχνει να είναι πιο ικανό να μολύνει τα φύλλα στους 25°C με ποσοστό 40% σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1), όπου μόλυνε σε πολύ μικρότερο ποσοστό. Τα στελέχη CL65, CL104 και CL118 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζουν χαμηλότερη επιθετικότητα στη μόλυνση των φύλλων, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 50**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μόλυνση των αποσπώμενων φύλλων στους 25°C με τα είδη του γένους *Colletotrichum* και με την τιμή P-Value = 0,0043 < 0,05.

Από την άλλη, τα στελέχη *Colletotrichum* στους 35°C παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στη μολυσματικότητα των αποσπώμενων φύλλων σε σχέση με τη μόλυνση στους 25°C, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 50**.

Πιο αναλυτικά, τα στελέχη CL118 και CL65 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζουν υψηλή ικανότητα μόλυνσης σε σχέση με το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae*, όπου παρουσιάζει τη χαμηλότερη επιθετικότητα στη μόλυνση. Πιο συγκεκριμένα, τα στελέχη CL65 και CL118 ήταν πιο ικανά να μολύνουν τα φύλλα σε ποσοστό 76 και 78% αντίστοιχα. Το στέλεχος CL104 ήταν λιγότερο ικανό να μολύνει τα φύλλα με ποσοστό 46% στους 35°C. Από την άλλη, τα στελέχη CL1 και CL31 των ειδών *C. acutatum* και *C. guajanae* παρουσίασαν χαμηλότερη επιθετικότητα στη μόλυνση των φύλλων με ποσοστό 65 και 63% αντίστοιχα. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των διαφορετικών ειδών του γένους *Colletotrichum* με την τιμή P-Value =0,0024 γεγονός που υποδεικνύει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Στις **Εικόνες 51 και 52** παρουσιάζονται οι μολύνσεις των φύλλων από τα είδη του γένους *Colletotrichum*. Τα συμπτώματα της ασθένειας για το πείραμα παθογένειας στη θερμοκρασία των 25°C καταγράφηκαν την 6<sup>η</sup> ημέρα, ενώ, για το πείραμα στη θερμοκρασία των 35°C καταγράφηκαν την 14<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 50:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στα φύλλα στους 25°C και 35°C στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων φύλλων των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά.



**Εικόνα 51:** Μολυσμένα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών στους 25°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 6 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) φύλλα (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, Η) φύλλα (μάρτυρας) την 6<sup>η</sup> ημέρα.

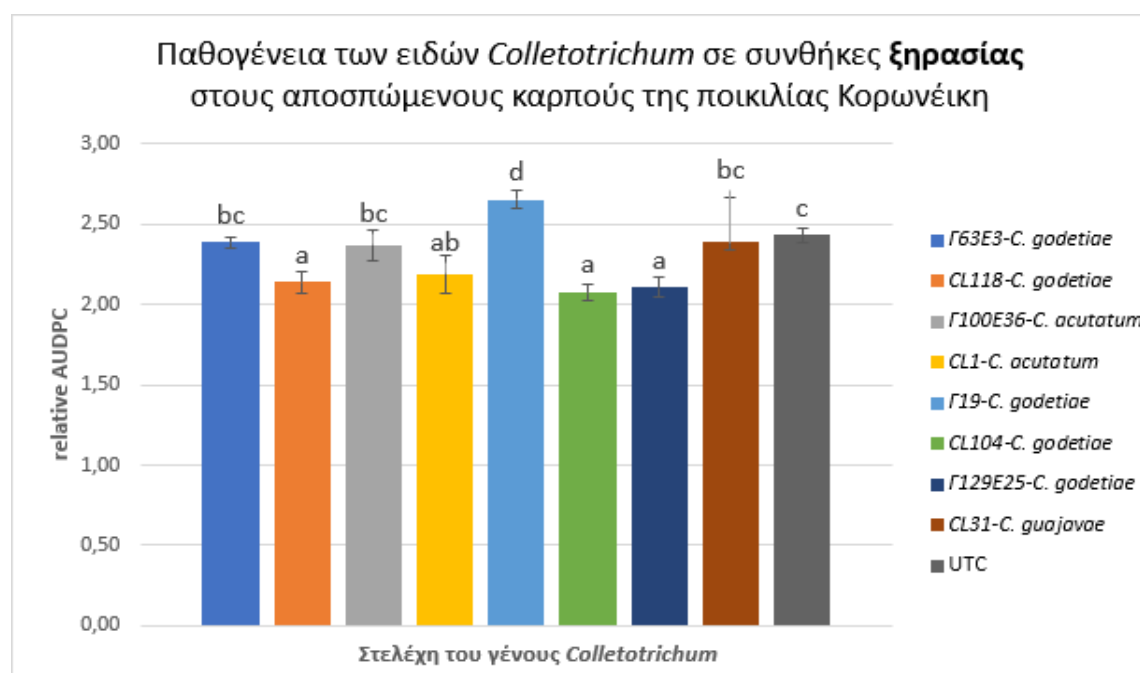


**Εικόνα 52:** Μολυσμένα φύλλα της ποικιλίας Καλαμών στους 35°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 14 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) φύλλα (μάρτυρας) πριν τη μόλυνση, Η) φύλλα (μάρτυρας) την 14<sup>η</sup> ημέρα.



#### 4.2.4 Αξιολόγηση των ειδών του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα μόλυνσης των πράσινων καρπών (BBCH79)

Στο πείραμα παθογένειας αξιολογήθηκαν τα στελέχη *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα να μολύνουν τους πράσινους καρπούς (φαινολογικό στάδιο BBCH79). Η παθογένεια σε ξηρούς αποσπώμενους καρπούς από ελιές της ποικιλίας Κορωνέικη παρουσίασε σημαντικές διαφορές στα επίπεδα προσβολής, όπως φαίνεται από το εμβαδόν της ασθένειας με το δείκτη ασθένειας και το τυπικό σφάλμα (SE). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το είδος *C. godetiae* του στελέχους CL65 είχε τη μεγαλύτερη παθογένεια με ποσό ασθένειας 2,66, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 53**. Ενώ, τα στελέχη CL118, CL104 και Γ129E25 του είδους *C. godetiae* παρουσίασαν χαμηλή επιθετικότητα στη μόλυνση των πράσινων καρπών με ποσό ασθένειας που κυμαινόταν από 2,08 έως 2,14. Το είδος *C. guajanae* (CL31) παρουσιάζει ποσό ασθένειας 2,39 δείχνοντας ότι η προσβολή είναι πιο μεταβλητή. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μόλυνση των ξηρών αποσπώμενων πράσινων καρπών στην ποικιλία Κορωνέικη με την τιμή P-Value=0.

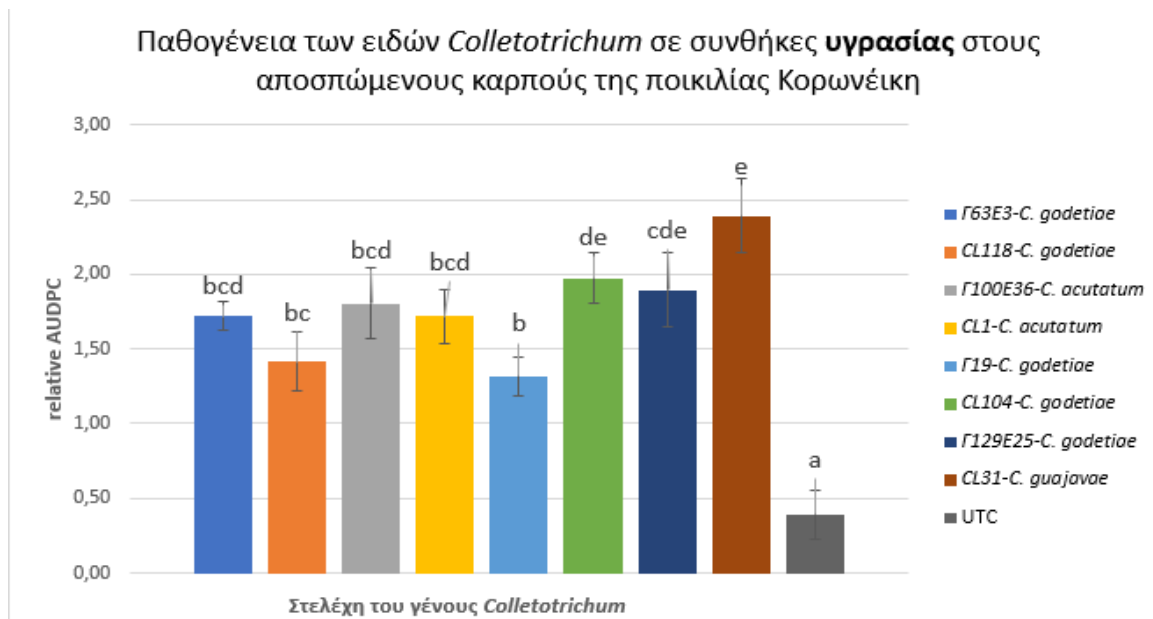


**Εικόνα 53:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ξηρούς πράσινους καρπούς στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις.

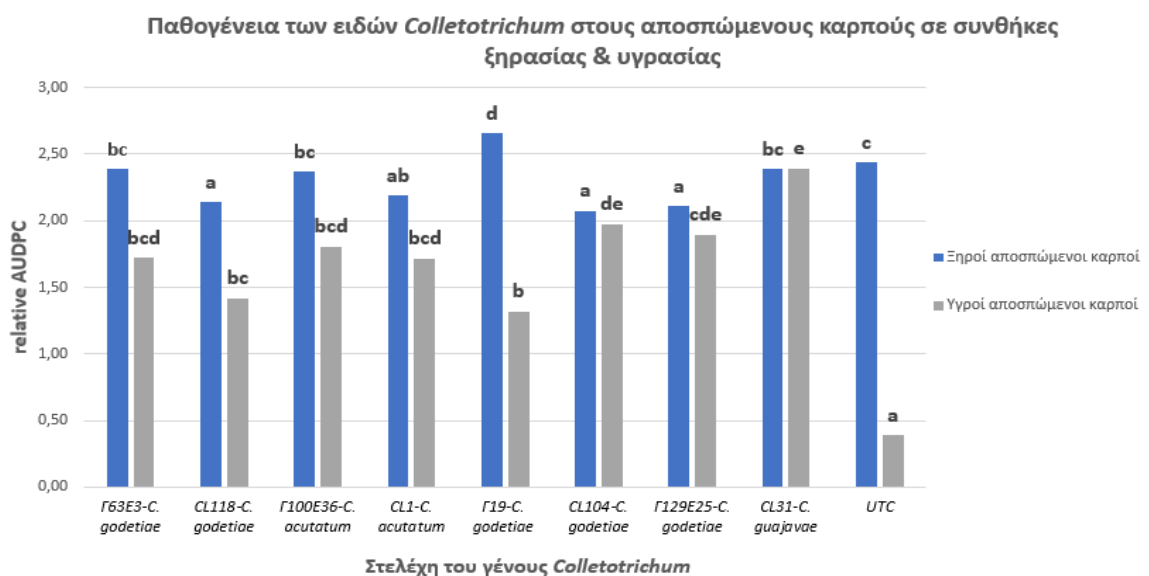
Η παθογένεια σε αποσπώμενους καρπούς με σχετική υγρασία (95%) σε ελιές της ποικιλίας Κορωνέικη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, το είδος *C. guajanae* (CL31) παρουσιάζει την υψηλότερη παθογένεια με ποσό ασθένειας 2,39 και τυπικό σφάλμα (SE) 0,24, γεγονός που το καθιστά το πλέον επιθετικό είδος σε συνθήκες υγρασίας. Οι απομονώσεις Γ129Ε25 και CL104 του είδους *C. godetiae* ακολουθούν με ποσό ασθένειας 1,90 και 1,97 αντίστοιχα, υποδηλώνοντας επίσης υψηλά επίπεδα προσβολής. Επιπλέον, το στέλεχος Γ63Ε3 του είδους *C. godetiae* και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* (Col09 – CL1) παρουσιάζουν ποσό ασθένειας 1,72 με μέτρια παθογένεια. Αντίθετα, τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα προσβολής με ποσό ασθένειας 1,32 και 1,42 αντίστοιχα. Τέλος, ο μάρτυρας (UTC) παρουσιάζει το χαμηλότερο δείκτη ασθένειας με 0,39 υποδηλώνοντας τη βασική υγιή κατάσταση χωρίς μόλυνση, όπως απεικονίζεται στην **Εικόνα 54**. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μόλυνση των αποσπώμενων πράσινων καρπών σε συνθήκες υγρασίας στην ποικιλία Κορωνέικη με την τιμή P-Value=0.

Συγκριτικά με τις συνθήκες ανάπτυξης στις ξηρές συνθήκες η ικανότητα μόλυνσης των απομονώσεων του γένους *Colletotrichum* ήταν πιο υψηλή σε σχέση με τις συνθήκες υγρασίας. Το στέλεχος *C. guajanae* παρουσίασε υψηλή ικανότητα μόλυνσης στις συνθήκες υγρασίας, σε αντίθεση με τις συνθήκες ξηρασίας, όπου δεν ήταν τόσο μολυσματικό. Από την άλλη, το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* στις συνθήκες ξηρασίας ήταν το πιο επιθετικό στη μόλυνση των ξηρών πράσινων καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη, όπως παρατηρείται και στην **Εικόνα 55**.

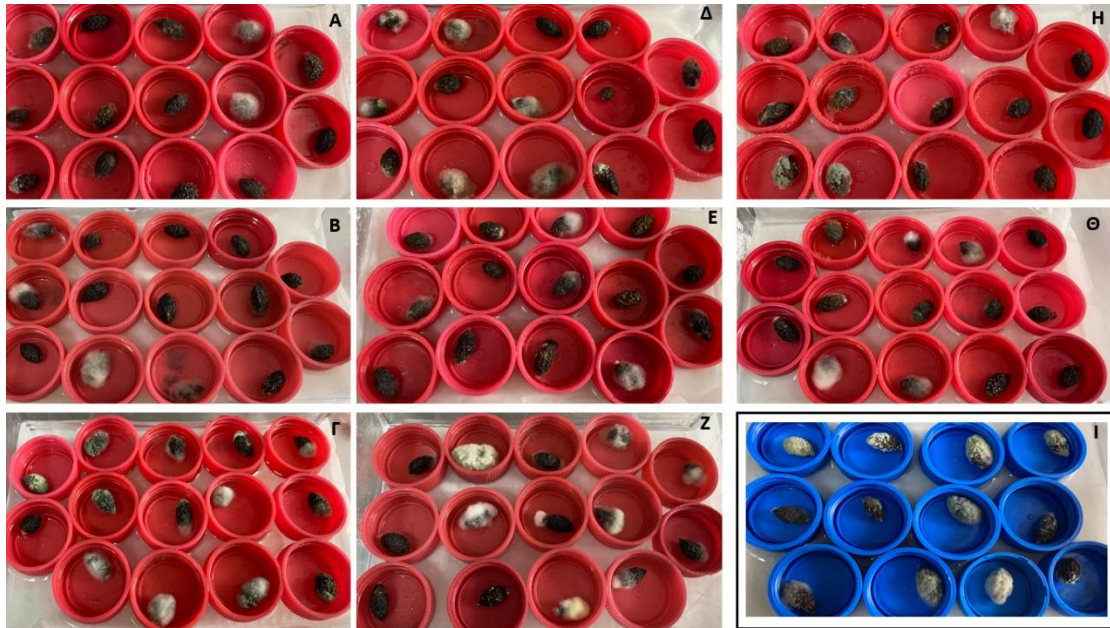
Στις **Εικόνες 56** και **57** παρουσιάζονται οι μολύνσεις των ξηρών και υγρών αποκολλημένων πράσινων καρπών από τα είδη του γένους *Colletotrichum*. Τα συμπτώματα της ασθένειας καταγράφηκαν την 69<sup>η</sup> ημέρα.



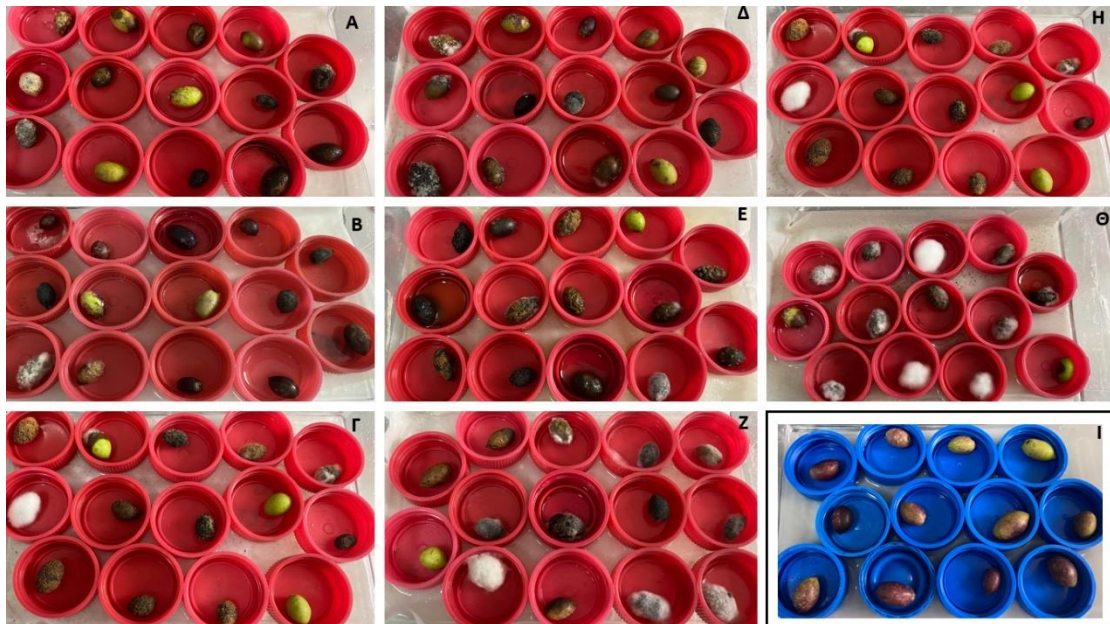
**Εικόνα 54:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους πράσινους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις.



**Εικόνα 55:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους πράσινους καρπούς με ξηρασία και σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων πράσινων καρπών (BBCH79) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 14 επαναλήψεις.



**Εικόνα 56:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους 22°C στην ξηρασία. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 69 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 69<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 57:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους 22°C στην υγρασία. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 69 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 69<sup>η</sup> ημέρα.

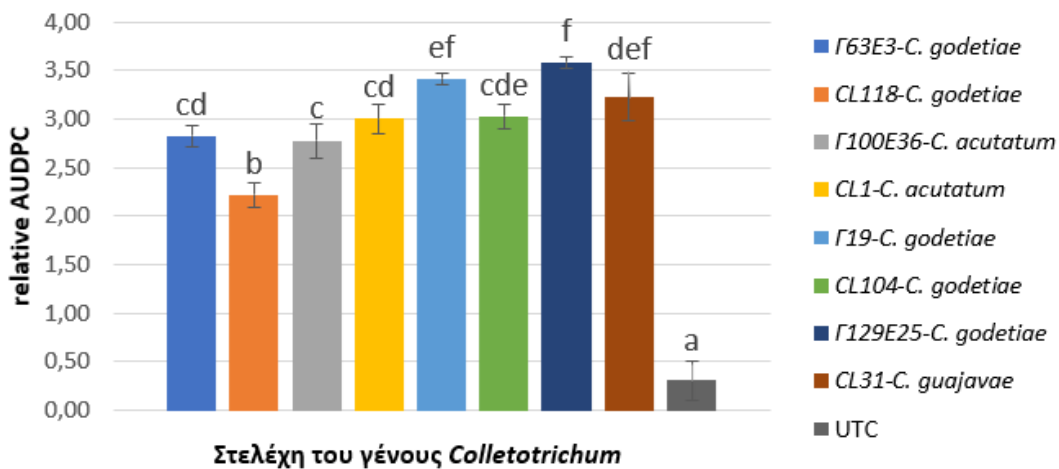
#### 4.2.5 Αξιολόγηση των ειδών του γένους *Colletotrichum* ως προς την ικανότητα μόλυνσης των ώριμων καρπών (BBCH81)

Η παθογένεια των ειδών *Colletotrichum* στους αποσπώμενους καρπούς της ποικιλίας Λιανολιά παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση, όπως αποκαλύπτεται από το δείκτη της ασθένειας των παρατηρούμενων δεδομένων. Με βάση τη στατιστική ανάλυση (ANOVA) το στέλεχος Γ129E25 του είδους *C. godetiae* είναι το πιο μολυσματικό στέλεχος με δείκτη ασθένειας 3,58 υποδεικνύοντας υψηλή σταθερότητα στις μετρήσεις της παθογένειας. Ακολουθεί το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* με δείκτη ασθένειας 3,42, το οποίο επίσης παρουσιάζει σημαντική ικανότητα μόλυνσης. Το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* και το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae*, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς δείκτες ασθένειας, υποδεικνύοντας ότι έχουν υψηλή μολυσματικότητα.

Στον αντίποδα, τα στελέχη Γ63E3 και CL118 του είδους *C. godetiae*, καθώς και το Γ100E36 του είδους *C. acutatum* παρουσιάζουν χαμηλότερη επιθετικότητα σε σύγκριση με τα προαναφερθέντα στελέχη, αλλά παραμένουν μολυσματικά και ικανά να προσβάλουν τους καρπούς της ποικιλίας Λιανολιά. Τέλος, το είδος *C. guajanae* με δείκτη ασθένειας 3,22 δείχνει υψηλή παθογένεια στη μόλυνση των ώριμων καρπών, όπως απεικονίζεται στην **Εικόνα 58**.

Η ανάλυση της παθογένειας των διαφόρων ειδών του γένους *Colletotrichum* σε αποσπώμενους ώριμους καρπούς της ποικιλίας Λιανολιά δείχνει σημαντικές διαφορές στην ικανότητα πρόκλησης ασθένειας μεταξύ των στελεχών. Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) υποδεικνύει ότι οι διαφορές μεταξύ των ομάδων είναι στατιστικά σημαντικές με την τιμή P-Value=0, υποδεικνύοντας ότι τα διάφορα στελέχη του γένους *Colletotrichum* παρουσιάζουν διαφορετικά επίπεδα παθογένειας και έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

**Παθογένεια των ειδών *Colletotrichum* σε αποσπώμενους καρπούς της ποικιλίας Λιανολιά**

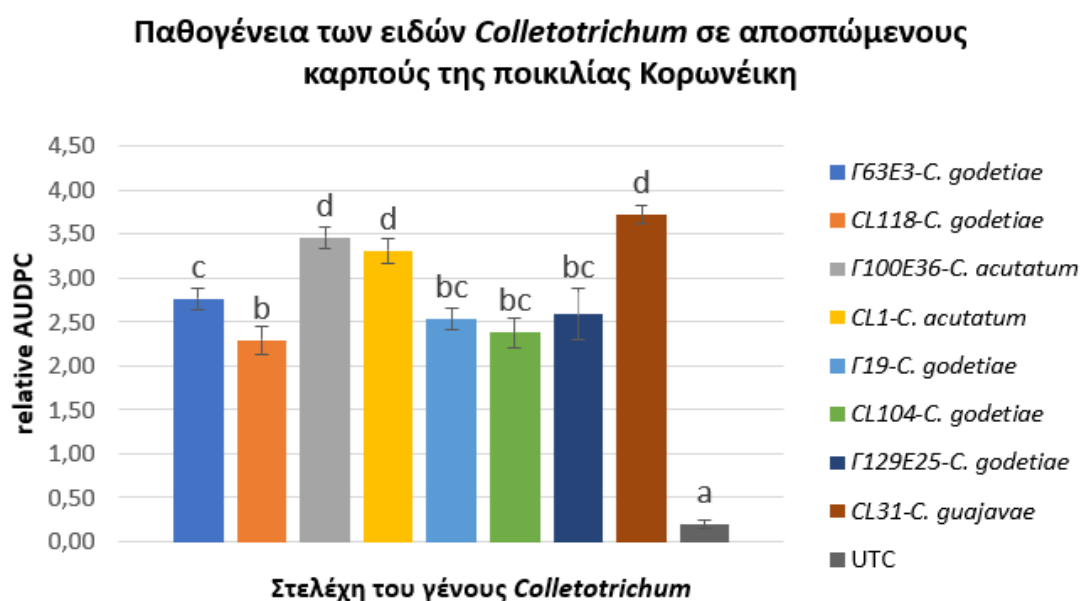


**Εικόνα 58:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Λιανολιά. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις.

Η μελέτη της παθογένειας των ειδών του γένους *Colletotrichum* σε αποσπώμενους ώριμους καρπούς της ποικιλίας Κορωνέικη παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των στελεχών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το είδος *C. guajanae* είναι το πιο μολυσματικό στέλεχος με δείκτη ασθένειας 3,72, υποδεικνύοντας μεγάλη επιθετικότητα. Ακολουθεί το στέλεχος Γ100E36 του είδους *C. acutatum* με 3,46 και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* με 3,31, τα οποία παρουσιάζουν επίσης υψηλή μολυσματικότητα. Από την άλλη, τα στελέχη Γ63E3, CL65, CL104, CL118 και Γ129E25 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζουν χαμηλότερο δείκτη ασθένειας στην παθογένεια, αλλά εξακολουθούν να είναι μολυσματικά. Ο μάρτυρας με την τιμή 0,20 και τυπικό σφάλμα (SE) 0,05 παρουσιάζει την ελάχιστη παθογένεια, επιβεβαιώνοντας την επίδραση των στελεχών του γένους *Colletotrichum* στην ανάπτυξη της ασθένειας, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 59**.

Η ανάλυση της παθογένειας των στελεχών του γένους *Colletotrichum* σε αποσπώμενους ώριμους καρπούς από ελιές της ποικιλίας Κορωνέικη βασίστηκε στη χρήση της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA). Τα στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην παθογένεια μεταξύ των διαφόρων στελεχών

με την τιμή P-Value=0, επιβεβαιώνοντας ότι οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* έχουν διαφορετική ικανότητα πρόκλησης ασθένειας στους καρπούς της ελιάς.



**Εικόνα 59:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Κορωνέικη. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις.

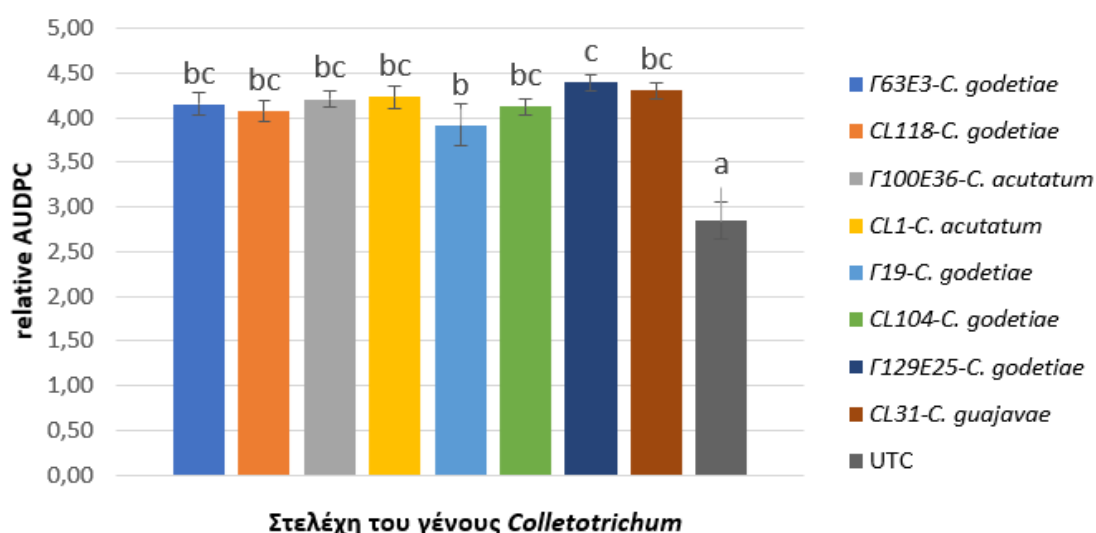
Η αξιολόγηση της παθογένειας των ειδών του γένους *Colletotrichum* σε αποσπώμενους ώριμους καρπούς της ποικιλίας Καλαμών αποκαλύπτει σημαντικές διαφοροποιήσεις στη μολυσματική ικανότητα των στελεχών να προσβάλλουν τα ελαιόδεντρα. Οι τιμές των δεικτών παθογένειας κυμαίνονται από 3,92 έως 4,39, με εξαίρεση το μάρτυρα (UTC) που έχει τιμή 2,85 επιβεβαιώνοντας την αυξημένη παθογένεια των στελεχών του γένους *Colletotrichum*. Συγκεκριμένα, το στέλεχος Γ129E25 του είδους *C. godetiae* παρουσιάζει τον υψηλότερο δείκτη ασθένειας με 4,39, ακολουθούμενο από το είδος *C. guajavae* με 4,30, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* με 4,23 και το στέλεχος Γ100E36 του είδους *C. acutatum* με δείκτη ασθένειας 4,21. Οι δείκτες ασθένειας για τα στελέχη, CL104, Γ63E3 και CL118 του είδους *C. godetiae* είναι 4,12, 4,15 και 4,07 αντίστοιχα, δείχνοντας υψηλή αλλά σχετικά ομοιόμορφη μολυσματική ικανότητα. Το είδος *C. godetiae* με κωδικό απομόνωσης CL65 παρουσιάζει το χαμηλότερο δείκτη ασθένειας μεταξύ των παθογόνων στελεχών, με 3,92 υποδεικνύοντας χαμηλότερη επιθετικότητα προσβολής, αλλά ακόμα σημαντική παθογένεια, όπως παρατηρείται και στην **Εικόνα 60**.

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), οι μεταξύ των ομάδων διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές με την τιμή P-Value=0, επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη διαφορών στην παθογένεια μεταξύ των ειδών και του επιπέδου της στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

Συγκριτικά με τις ποικιλίες Κορωνέικη, Καλαμών και Λιανολιά η πιο ευαίσθητη ποικιλία στην προσβολή από γλοιοσπόριο φαίνεται να είναι η Καλαμών, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 61**. Το στέλεχος *C. guajanae* παρουσίασε υψηλή μολυσματικότητα στην ποικιλία Κορωνέικη σε σχέση με τις ποικιλίες Λιανολιά και Καλαμών. Αντίθετα, το στέλεχος Γ129E25 του είδους *C. godetiae* ήταν το πιο μολυσματικό στις ποικιλίες Λιανολιά και Καλαμών, σε σύγκριση με την ποικιλία Κορωνέικη που δεν ήταν τόσο επιθετικό στη μόλυνση των αποσπώμενων ώριμων καρπών.

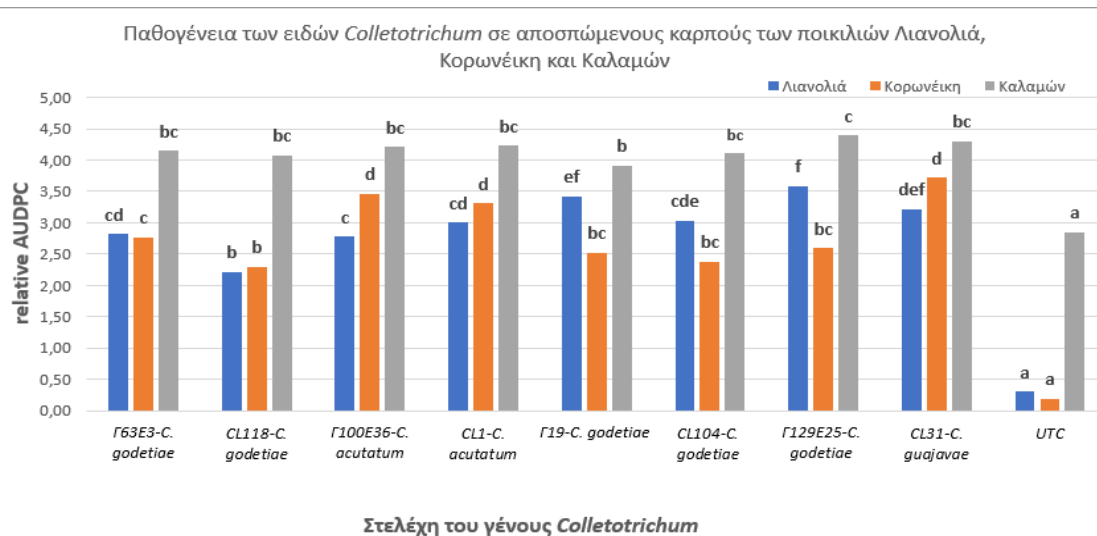
Στις **Εικόνες 62, 63 και 64** παρουσιάζονται οι μολύνσεις των ποικιλιών Λιανολιά, Κορωνέικη και Καλαμών αντίστοιχα. Τα συμπτώματα της ασθένειας καταγράφηκαν την 42<sup>η</sup> ημέρα.

**Παθογένεια των ειδών *Colletotrichum* σε αποσπώμενους καρπούς της ποικιλίας Καλαμών**

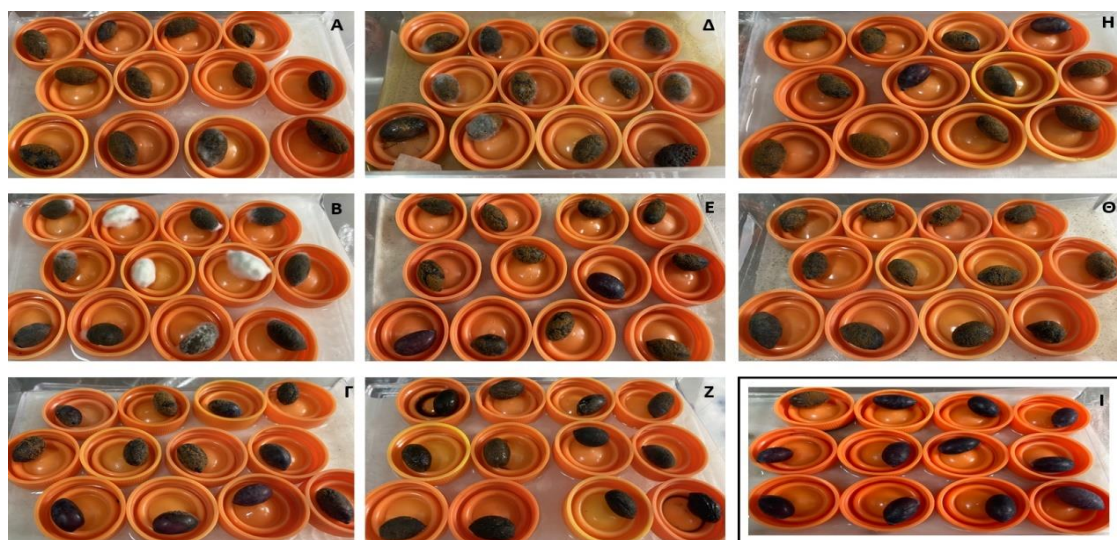


**Εικόνα 60:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στην ποικιλία Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι γραμμές σφάλματος υπολογίστηκαν με βάση τις 12 επαναλήψεις.

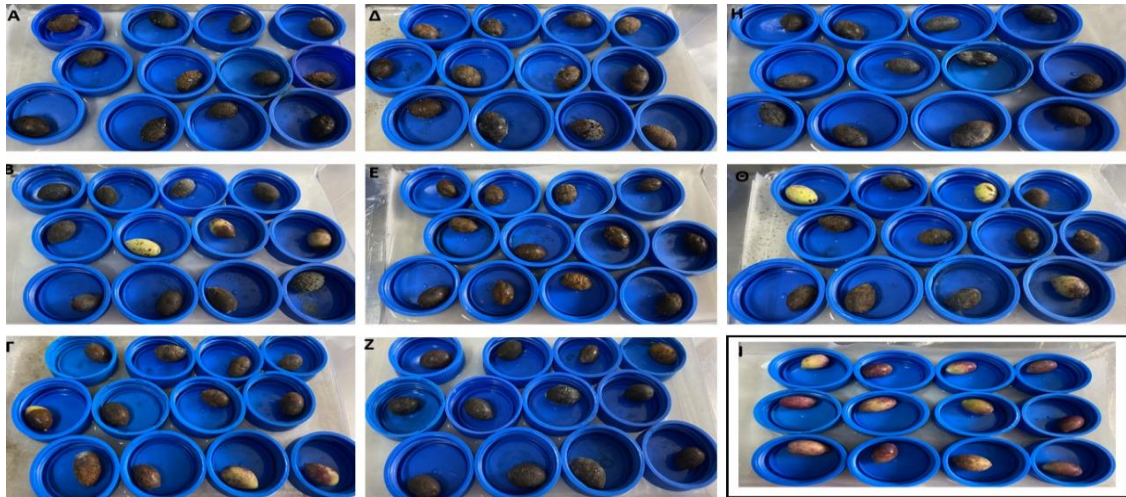




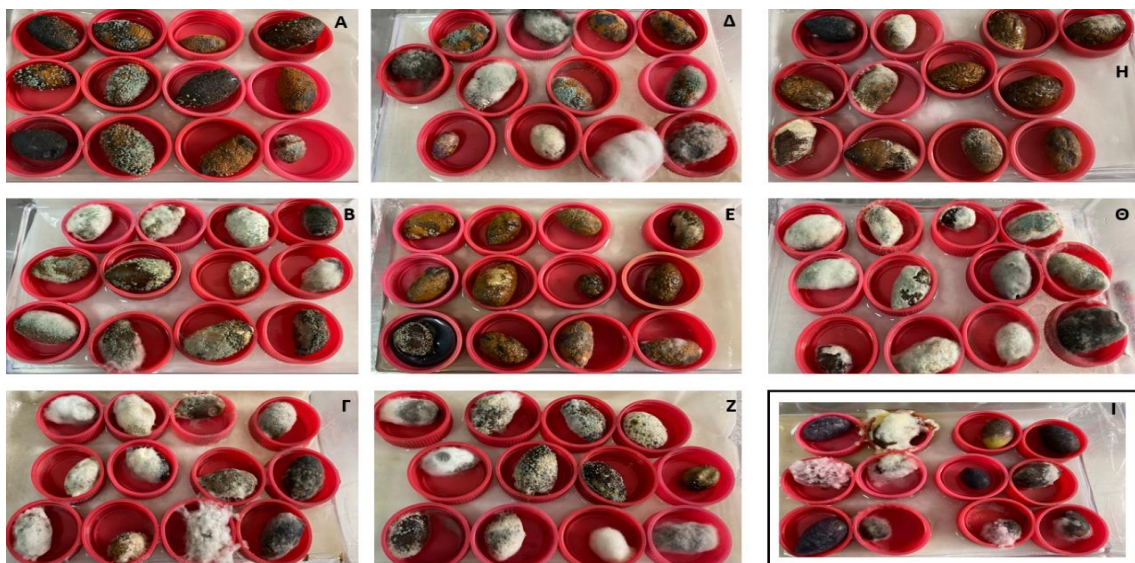
**Εικόνα 61:** Ποσό ασθένειας ως εμβαδό περιοχής κάτω από την καμπύλη εξέλιξης της ασθένειας (AUDPC) στους ώριμους καρπούς με σχετική υγρασία στις ποικιλίες Λιανολιά, Κορωνέικη και Καλαμών. Οι στήλες αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους των μολυσμένων ώριμων καρπών (BBCH81) των απομονωμένων μυκήτων, μαζί με τα τυπικά σφάλματα. Η σύγκριση έγινε με LSD σε  $P < 0,05$ . Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε ανά ποικιλία.



**Εικόνα 62:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Λιανολιά στους 22°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajavae* (CL31), Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63E3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100E36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129E25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 63:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Κορωνέικη στους 22°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 64:** Μολυσμένοι καρποί της ποικιλίας Καλαμών στους 22°C. Συμπτώματα γλοιοσπορίου που αναπτύχθηκαν 42 ημέρες μετά τη μόλυνση των ακόλουθων απομονώσεων: Α) στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, Β) στέλεχος *C. godetiae* (CL104), Γ) στέλεχος *C. godetiae* (CL118), Δ) στέλεχος *C. godetiae* (CL65), Ε) στέλεχος *C. guajanae* (CL31). Ζ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ63Ε3), Η) στέλεχος *C. acutatum* (Γ100Ε36), Θ) στέλεχος *C. godetiae* (Γ129Ε25) και Ι) καρποί (μάρτυρας) χωρίς μόλυνση την 42<sup>η</sup> ημέρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Απομονώσεις μυκήτων σε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη

Λαμβάνοντας υπόψη τις αναφορές της τελευταίας δεκαετίας, αξιοσημείωτη είναι η πρόοδος στη μελέτη και τη γνώση της δομής των πληθυσμών του γένους *Colletotrichum* που σχετίζονται με την ασθένεια του γλοιοσπορίου στην ελιά και την επιδημιολογία της ασθένειας σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές (Cacciola et al., 2012, Kolainis et al., 2020, Moral et al., 2021, Moral & Trapero, 2009, Moreira et al., 2021, Talhinhos et al., 2011, 2018, Riolo & Cacciola, et al., 2022). Η παρούσα έρευνα αποκαλύπτει διαφορές στις απαιτήσεις θερμοκρασίας για την ανάπτυξη των μυκήτων διαφόρων ειδών *Colletotrichum* που σχετίζονται με την ασθένεια του γλοιοσπορίου στην ελιά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* που απομονώθηκαν κυρίως από την περιοχή της Πρέβεζας, αλλά και από άλλες περιοχές της Ελλάδας αξιολογήθηκαν ως προς την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες (10°C, 15°C, 22°C, 25°C, 28°C και 30°C) και να μολύνουν τα αποσπώμενα φυτικά στελέχη της ελιάς των ποικιλιών Λιανολιά, Καλαμών και Κορωνέικη.

Οι ερευνητές έχουν δώσει πολύ μεγάλη προσοχή στις επιδράσεις της θερμοκρασίας και στην ανάπτυξη του μυκηλίου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum*. Τα εύρη θερμοκρασιών που έχουν μελετηθεί, συχνά περιορίζονται γύρω από την υποτιθέμενη βέλτιστη θερμοκρασία (Salotti, Ji, & Rossi, 2022). Για παράδειγμα, η κονιδιακή μόλυνση από τα είδη *C. godetiae* και *C. fragariae* εξετάστηκε μεταξύ 10°C και 30°C (Smith and Black, 1987, López & Moral et al., 2019, Zhao et al., 2020), με αποτέλεσμα να λείπουν δεδομένα σχετικά με τις μέγιστες θερμοκρασίες που μπορούν να υποστηρίξουν τη μόλυνση. Τα πιο μελετημένα είδη του γένους *Colletotrichum* ήταν τα είδη *C. gloeosporioides* και *C. acutatum*, τα οποία ήταν τα πιο επικρατέστερα (Salotti, Ji, & Rossi, 2022).

Η εκρηκτική εμφάνιση του είδους *C. acutatum* s.s. που προσβάλλει καλλιέργειες ελιάς έχει ήδη αναφερθεί σε πολλές χώρες όπως η Ιταλία (Mosca et al., 2014), η Ελλάδα (Piadi et al., 2018), και η Τυνησία (Chattaoui et al., 2016). Πριν από αυτήν την αναφορά, στη λεκάνη της Μεσογείου απομονώσεις που ανήκουν στο σύμπλοκο *C. acutatum* (πιθανώς *C. acutatum* s.s.) είχαν αναφερθεί μόνο στη Νότια

Πορτογαλία (Talhinhas et al., 2005) και σε άλλες περιοχές του κόσμου όπως η Αυστραλία (Sergeeva, et al., 2008), η Βραζιλία (Duarte et al., 2010) και η Νότια Αφρική (Gorter et al., 1956). Τα αίτια που θα μπορούσαν να εξηγήσουν γιατί το παθογόνο αυτό μετατρέπεται από μη ανιχνεύσιμο στο πιο συχνά απαντώμενο, είναι ακόμη άγνωστα. Υπάρχουν ενδείξεις ότι όταν το είδος *C. acutatum* s.s. εισάγεται σε μια περιοχή, είναι ικανό να προκαλέσει εκρηκτικές επιδημίες, όπως είχε συμβεί στην Ουρουγουάη πριν κάποια χρόνια (Moreira, et al., 2021).

Από την άλλη, το είδος *C. godetiae* ήταν ή εξακολουθεί να είναι το κυρίαρχο είδος *Colletotrichum* που σχετίζεται με την ασθένεια του γλοιοσπορίου σε αρκετές ελαιοπαραγωγικές περιοχές της Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένης της Ανδαλουσίας (Ισπανία), της Ελλάδας, της Νότιας Ιταλίας και των Βορειοανατολικών επαρχιών της Πορτογαλίας (Cacciola et al., 2012, Moral, et al., 2021, Talhinhas et al., 2018, Riolo, et al., 2022).

Στην παρούσα διατριβή αξιολογήθηκαν διαφορετικά είδη του γένους *Colletotrichum* από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, ως προς την προσαρμοστικότητά τους σε ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες (10°C, 15°C, 22°C, 25°C, 28°C και 30°C). Τα είδη που εξετάστηκαν ήταν το *C. godetiae*, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* και το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae*. Το στέλεχος *C. guajanae* δεν έχει αναφερθεί ξανά στην Ελλάδα και παρουσιάζεται πρώτη φορά στην παρούσα έρευνα.

Πρόσφατα ευρήματα δείχνουν μια συνεχώς αυξανόμενη παρουσία του είδους *C. acutatum*, το οποίο ανταγωνίζεται το λιγότερο επιθετικό είδος *C. godetiae* και γίνεται το επικρατέστερο είδος *Colletotrichum* που σχετίζεται με το γλοιοσπόριο της ελιάς στην πεδιάδα Gioia Tauro (Νότια Ιταλία) (Scheda et al., 2017). Μια πρόσθετη εξήγηση της εκτόπισης του είδους *C. godetiae* από το είδος *C. acutatum* στη Νότια Ιταλία θα μπορούσε να είναι η ταχύτερη ανάπτυξη, ιδίως σε υψηλές θερμοκρασίες, του είδους *C. acutatum* σε σύγκριση με το *C. godetiae*. Φαίνεται ότι η σοβαρότητα της επιδημίας του γλοιοσπορίου στην ελιά παρατηρείται στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της Ιταλίας και προβλέπεται, ότι μπορεί να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια ως συνέπεια της εμφάνισης αυτών των δύο ειδών (*C. godetiae* και *C. acutatum*) (Riolo, et al., 2022). Αυτά τα ευρήματα των Riolo (2022) συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπου το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* φάνηκε να αναπτύσσεται πολύ

καλύτερα σε υψηλές θερμοκρασίες των 30°C σε σχέση με το είδος *C. godetiae*. Πιο συγκεκριμένα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* επέδειξε καλύτερη ανάπτυξη συγκριτικά με τις χαμηλές θερμοκρασίες. Στους 22°C το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* παρουσίασε μέγιστη ανάπτυξη με μέση διάμετρο ανάπτυξης 4,90 cm, σε σχέση με τα στελέχη CL104 και CL117 του ίδιου είδους (*C. godetiae*). Ενώ, τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum* παρουσίασαν ικανοποιητική ανάπτυξη με μέση διάμετρο 3,38 και 4,12 cm αντίστοιχα, σε σχέση με το είδος *C. guajanae* που είχε ενδιάμεση ανάπτυξη με μέση ανάπτυξη 2,32 cm. Ενώ, την πιο αργή ανάπτυξη παρουσίασε το στέλεχος CL117 του είδους *C. godetiae* με μέση διάμετρο 1,53 cm. Αυτή η διακύμανση της ακτινωτής ανάπτυξης της διαμέτρου υποδεικνύει ότι τα διαφορετικά στελέχη του γένους *Colletotrichum* spp. έχουν ποικίλες αντιδράσεις στις διάφορες θερμοκρασίες ανάπτυξης.

Επιπλέον, η επίδραση της θερμοκρασίας των 25°C δεν επηρέασε σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη της διαμέτρου των μυκήτων του γένους *Colletotrichum*. Παρ' όλα αυτά, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές της διαμέτρου ανάμεσα στα είδη του γένους *Colletotrichum*. Αναλυτικότερα, το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* εμφάνισε τη μεγαλύτερη ακτινωτή ανάπτυξη με μέση διάμετρο 4,88 cm, ενώ τη μικρότερη μέση διάμετρο εμφάνισε το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* με μέση διάμετρο 4,02 cm. Επιπλέον, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασε μέση διάμετρο 4,71 cm, με μικρή διαφορά από τα προαναφερθέντα στελέχη. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με αυτά των Riolo (2022), όπου οι απομονώσεις τόσο του *C. gloeosporioides* όσο και του *C. acutatum*, καθώς και οι απομονώσεις του *C. godetiae* είχαν καλύτερη ακτινωτή ανάπτυξη στη θερμοκρασία των 25°C. Όμως, η ακτινωτή ανάπτυξη των απομονωμένων ατόμων του *C. godetiae* στους 30°C μειώθηκε, σε σύγκριση με την ανάπτυξη στους 25°C. Από την άλλη, στη χαμηλή θερμοκρασία των 10°C, οι απομονώσεις του *C. godetiae* αναπτύχθηκαν σημαντικά ταχύτερα από τις απομονώσεις των *C. gloeosporioides* και *C. acutatum*.

Όσον αφορά στους μύκητες του γένους *Colletotrichum* που αναπτύχθηκαν στις χαμηλές θερμοκρασίες των 10°C και 15°C διαπιστώθηκαν διαφοροποιήσεις σχετικά με την ανάπτυξη της διαμέτρου τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι το είδος *C. godetiae* παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη σε σχέση με το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*. Την πιο αργή ανάπτυξη την είχε το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, γεγονός που υποδηλώνει

ότι ο συγκεκριμένος μύκητας δεν αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Από την άλλη, το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* παρουσίασε μειωμένη ανάπτυξη της διαμέτρου στους 10°C, ενώ φάνηκε να έχει μια σταθερή και ελαφρώς αυξανόμενη ανάπτυξη μέχρι τις 14 ημέρες. Αντίθετα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασε χαμηλή ανάπτυξη της διαμέτρου στους 10°C αλλά και στους 15°C, γεγονός που υποδηλώνει ότι ο συγκεκριμένος μύκητας δεν αναπτύσσεται καλά στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι θερμοκρασίες των 10°C και 15°C επηρεάζουν διαφορετικά την ανάπτυξη των διαφόρων απομονωμένων ειδών του γένους *Colletotrichum*.

Συγκρίνοντας τις επιδράσεις των υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών στα διάφορα είδη του γένους *Colletotrichum* παρατηρήθηκαν ότι οι απομονωμένοι μύκητες επηρεάστηκαν σε σχέση με τη θερμοκρασία. Αξιοσημείωτο είναι ότι το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* στην υψηλή θερμοκρασία των 30°C παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση ανάπτυξη με διαφορά, από τα είδη *C. guajanae* και *C. godetiae*. Αντίθετα, το είδος *C. godetiae* δεν αναπτύχθηκε καθόλου στους 30°C. Το είδος *C. guajanae* παρουσίασε πολύ μικρή ανάπτυξη με μέση διάμετρο 0,5 cm. Αυτά τα ευρήματα της παρούσας έρευνας υποδηλώνουν ότι τα συγκεκριμένα είδη μπορεί να έχουν διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρατηρείται ότι αναπτύσσεται καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες των 30°C, γεγονός που υποδεικνύει ότι είναι πιο ευπροσάρμοστο σε θερμότερες συνθήκες περιβάλλοντος, σε σχέση με το είδος *C. godetiae*, όπου επέδειξε καλύτερη ανάπτυξη σε χαμηλές θερμοκρασίες των 10°C και 15°C.

Αυτές οι διαφορές μεταξύ των ειδών μπορεί να έχουν επιδημιολογικές επιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, δεν επαρκούν για να εξηγήσουν γιατί ορισμένα είδη επικρατούν έναντι άλλων σε διαφορετικές ελαιοπαραγωγικές περιοχές. Εκτός από τις κλιματολογικές συνθήκες, ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις επιδημίες του γλοιοσπορίου στην ελιά είναι η ευαισθησία των ποικιλιών ελιάς στην ασθένεια. Στο παρελθόν έχουν αναφερθεί διαφορετικά επίπεδα ευαισθησίας στο γλοιοσπόριο (Cacciola et al., 2012, Graniti et al., 1993, Riolo et al., 2022).

Αν και τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά δεν αρκούν για την ακριβή οριοθέτηση των ειδών *Colletotrichum*, παρέχουν μια εξαιρετική προσέγγιση και αποτελούν πολύτιμες πληροφορίες για τη βιολογία αυτών των μυκήτων (Alaniz et al., 2015,

Phoulivong et al., 2010, Talhinhos et al., 2018). Το ανοιχτό κρεμ έως σομόν χρώμα των αποικιών, το σχήμα των κονιδίων κατά κύριο λόγο ένα ή δύο μυτερά άκρα και η υψηλή ικανότητα παραγωγής κονιδίων, είναι χαρακτηριστικά των ειδών που ανήκουν στο σύμπλοκο *C. acutatum* (Moreira, et al., 2021). Ενώ οι αποικίες με γκρίζα έως ανοιχτά γκρίζα ή λευκά χρώματα, το σχήμα των κονιδίων κυρίως με δύο ή ένα στρογγυλεμένο άκρο και η χαμηλή ικανότητα παραγωγής κονιδίων, είναι χαρακτηριστικά των ειδών του συμπλέγματος *C. gloeosporioides* (Moreira, et al., 2021).

Στην περίπτωση του γλοιοσπορίου της ελιάς, η αλληλεπίδραση μεταξύ των παθογόνων ειδών παρουσιάζει ενδιαφέρον για δύο κύριους λόγους: πρώτον, επειδή έως και 18 είδη *Colletotrichum* έχουν συσχετιστεί με τις ασθένειες και δεύτερον, επειδή στις περισσότερες ελαιοπαραγωγικές περιοχές, ένα κυρίαρχο είδος συνυπάρχει με πολλά μειοψηφικά. Για παράδειγμα, το είδος *C. godetiae* έχει αναφερθεί ότι μπορεί να είναι το κυρίαρχο είδος στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία, όπου συνυπάρχει με άλλα είδη, συμπεριλαμβανομένου του είδους *C. nymphaeae*, το οποίο συναντάται λιγότερο. Το αντίθετο μοτίβο παρατηρείται στην Πορτογαλία, όπου το είδος *C. nymphaeae* είναι κυρίαρχο, ενώ το *C. godetiae* εντοπίζεται μόνο περιστασιακά (Garcia-Lopez, et al., 2023).

Πολλοί οικολογικοί λόγοι θα μπορούσαν να εξηγήσουν την παρουσία ενός κυρίαρχου είδους *Colletotrichum* σε μια δεδομένη ελαιοπαραγωγική περιοχή, όπως: i) μια υψηλή παθογενετική εξειδίκευση στην κύρια ποικιλία, ii) καλύτερη προσαρμοστικότητα στις αγρο-κλιματικές συνθήκες ή iii) η υψηλή ικανότητα μόλυνσης και παραμονής στα φύλλα της ελιάς (Garcia-Lopez, et al., 2023).

Εν κατακλείδι, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι οι ποικιλίες που θεωρούνται ανθεκτικές σε μια γεωγραφική περιοχή όπου επικρατεί ένα ασθενώς παθογόνο είδος *Colletotrichum*, μπορεί να συμπεριφέρονται ως ευαίσθητες σε περιοχές όπου κυριαρχεί ένα πιο επιθετικό είδος *Colletotrichum*, υπό την προϋπόθεση ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες ευνοούν την ασθένεια (Riolo, et al., 2022).

## 5.2 Παθογένεια των απομονώσεων γλοιοσπορίου σε φυτικά στελέχη ελιάς

Στην παρούσα έρευνα, η παθογένεια των μυκήτων που σχετίζονται με φύλλα, άνθη και καρπούς ελιάς διερευνήθηκε σε διάφορα φαινολογικά στάδια. Μια σημαντική πτυχή της παρούσας μελέτης για την παθογένεια είναι η αξιολόγηση των συμπτωμάτων και η ευαισθησία ή η ανθεκτικότητα των ποικιλιών των ελαιόδεντρων. Με βάση τα

αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι οι μύκητες του γένους *Colletotrichum* παρουσίασαν διακυμάνσεις ως προς την παθογένεια των αποσπώμενων φύλλων της ελιάς.

Σε σύγκριση με άλλες έρευνες, τα φύλλα και τα κλαδιά είναι πάντοτε παρόντα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, εξασφαλίζοντας την επιβίωση του γένους *Colletotrichum* από τη μία καλλιεργητική περίοδο στην άλλη και το αρχικό μόλυσμα για τη μόλυνση των ανθέων και των καρπών ελλείψει μумιοποιημένων καρπών. Στην πραγματικότητα, οι Moral και Trapero (2012) ανέφεραν ότι τα μολυσμένα φύλλα και οι βλαστοί είναι η κύρια πηγή μόλυνσης της ασθένειας του γλοιοσπορίου. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από τους Moral (2008) οι οποίοι παρατήρησαν τα πρώτα συμπτώματα στις 7 ημέρες σε αποσπώμενα φύλλα (Moral, et al., 2022). Σε κάθε περίπτωση, η ικανότητα επιβίωσης του γένους *Colletotrichum* για εγκατάσταση σε φύλλα ελιάς παρέχει σημαντικό πλεονέκτημα για το παθογόνο (Moral, et al., 2022).

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας προκύπτει ότι τα στελέχη *Colletotrichum* παρουσίασαν μέτρια επιθετικότητα στην ικανότητα μόλυνσης των αποσπώμενων φύλλων στους 25°C. Παρ' όλα αυτά, το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* έδειξε να είναι ικανότερο να μολύνει τα φύλλα, εν αντιθέσει, με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*. Από την άλλη, τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* στους 35°C παρουσίασαν υψηλή μολυσματική ικανότητα σε σχέση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, όπου παρουσίασε μέτρια επιθετικότητα στη προσβολή των φύλλων. Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν και με τα αποτελέσματα από τους Garcia - Lopez (2023), όπου ανέφεραν ότι η ικανότητα των ειδών *C. godetiae* να εγκαθίστανται σε αποσπώμενα φύλλα ελιάς ήταν υψηλότερη από εκείνη των ειδών *C. nymphaeae* (Garcia-Lopez, et al., 2023). Άλλοι ερευνητές όπως οι Moral & Trappero (2012) διαπίστωσαν μια βέλτιστη θερμοκρασία από 25°C έως 30°C για τη βλάστηση των κονιδίων των ιταλικών απομονώσεων του παθογόνου. Σε συνθήκες πεδίου, οι Kaul και Thakur (1985) προσδιόρισαν ότι η βέλτιστη θερμοκρασία για τη μόλυνση των φύλλων της ελιάς είναι 17 έως 22°C (Moral, et al., 2012).

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας σχετικά με τη μόλυνση των ανθέων προέκυψε ότι το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* στην ποικιλία Καλαμών ήταν πιο μολυσματικό στη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων σε ποσοστό 99%, σε σχέση με τη μόλυνση των κλειστών ανθέων, όπου μολύνει με ποσοστό 88%. Το στέλεχος *C. godetiae*, στην ποικιλία Καλαμών και στη μόλυνση των κλειστών ανθέων παρουσίασε



μικρότερο ποσοστό μόλυνσης κοντά στο 51%. Από την άλλη, στην ποικιλία Κορωνέικη το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* και το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* ήταν πιο επιθετικά στη μόλυνση σε σύγκριση με το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum*, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα στελέχη *C. godetiae* και *C. guajanae* ήταν πιο ικανά να μολύνουν τα κλειστά άνθη. Αυτά τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία των ποικιλιών στην ευαισθησία ή την ανθεκτικότητα των ελαιόδεντρων έναντι των ασθενειών και επιβεβαιώνουν προηγούμενες μελέτες που αναφέρουν τη σημαντική επίδραση των ελαιόδεντρων στην αντίσταση της ασθένειας.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της μολυσματικότητας των αποκολλημένων ανοιχτών ανθέων στους 25°C και στην ποικιλία Καλαμών τα στελέχη CL31 του είδους *C. guajanae*, καθώς και τα στελέχη CL118 και CL65 του είδους *C. godetiae* ήταν τα πιο επιθετικά στη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων σε ποσοστό 100%. Το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* ήταν αρκετά μολυσματικό με ποσοστό 99%. Ενώ, το λιγότερο επιθετικό στέλεχος, αλλά εξίσου μολυσματικό ήταν το στέλεχος CL104 του είδους *C. godetiae*. Συγκριτικά με τα κλειστά αποκολλημένα άνθη, τα ανοιχτά άνθη είχαν μεγαλύτερο ποσοστό προσβολής από τα είδη του γένους *Colletotrichum*.

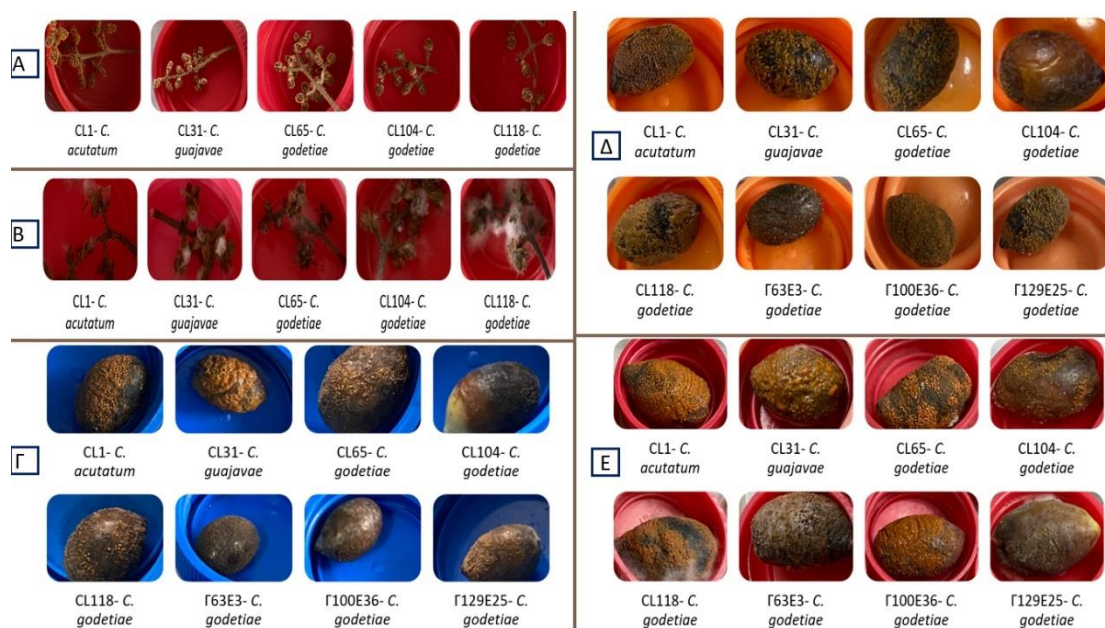
Σχετικά με τη θερμοκρασία των 35°C το απομονωμένο στέλεχος *C. guajanae* ήταν το πιο επιθετικό με ποσοστό μόλυνσης 100%, σε σχέση με τα στελέχη *C. godetiae* και *C. acutatum*. Τα στελέχη *C. godetiae* και *C. acutatum* μόλυναν εξίσου με ποσοστό 99% και 96% αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας αποδεικνύουν τη διαφορετική αντίδραση των ειδών *Colletotrichum* στις υψηλές θερμοκρασίες, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις τους στην επίδραση των ανθέων της ελιάς. Η αύξηση της θερμοκρασίας φαίνεται να επηρεάζει διαφορετικά τους μύκητες του γένους *Colletotrichum*, μερικοί εξ' αυτών ενδέχεται να παρουσιάζουν αυξημένη επιθετικότητα στα φαινολογικά στάδια της ελιάς.

Κατά βάση τα πρώτα συμπτώματα του γλοιοσπορίου στα αποσπώμενα κλειστά και ανοιχτά άνθη εμφανίστηκαν 2 ημέρες μετά τη μόλυνση στις ποικιλίες Καλαμών και Κορωνέικη. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Moral (2022) και με εκείνα των Kolainis (2020), οι οποίοι παρατήρησαν ότι τα πρώτα συμπτώματα γλοιοσπορίου των αποσπώμενων ανθέων εμφανίστηκαν 2 ημέρες μετά τη μόλυνση, στην αρχή του σταδίου της ανθοφορίας στις ποικιλίες ελιάς Κορωνέικη και Καλαμών. Αντίθετα, οι Moral (2009) μόλυναν άνθη των ποικιλιών Arbequina, Hojiblanca και Picual στο ίδιο

φαινολογικό στάδιο, αλλά τα πρώτα συμπτώματα ήταν ορατά 5 μέρες μετά από τη μόλυνση. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι οι Moral (2009) χρησιμοποίησαν προσκολλημένα άνθη, ενώ, στην παρούσα έρευνα, στη μελέτη των Moral (2022) και σε αυτή των Kolainis (2020) χρησιμοποιήθηκαν αποκολλημένα άνθη.

Άλλες έρευνες έδειξαν ότι η μόλυνση των ανθέων και των δύο ποικιλιών (Κορωνέικη και Καλαμών) από το γλοιοσπόριο ήταν εμφανής τις 2 πρώτες ημέρες. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα που παρουσιάστηκε ήταν ένας ελαφρύς μεταχρωματισμός στα σημεία μόλυνσης και αμέσως μετά αναπτύχθηκαν έντονα συμπτώματα μάρανσης. Τα άνθη εμφάνισαν καφέ μεταχρωματισμό και οι υφές του μύκητα ήταν επίσης ορατές μακροσκοπικά δύο ημέρες μετά τη μόλυνση (Kolainis, et al., 2020). Ομοίως και στην παρούσα έρευνα μετά την εμφάνιση των συμπτωμάτων δύο ημέρες μετά τη μόλυνση, εμφανίστηκαν μακροσκοπικά τα συμπτώματα προσβολής του μύκητα *Colletotrichum*. Τα αποσπώμενα άνθη μεταχρωματίστηκαν από λευκό σε καφέ χρώμα και εμφάνισαν ακέρβουλα στην ποικιλία Κορωνέικη, ενώ στην ποικιλία Καλαμών τα άνθη είχαν αποικιστεί πλήρως από τις υφές του μύκητα *Colletotrichum*, όπως παρατηρείται στην

**Εικόνα 65.**



**Εικόνα 65:** Παθογένεια διαφόρων ειδών *Colletotrichum* σε αποσπώμενα άνθη και καρπούς στις ποικιλίες Λιανολιά Καλαμών και Κορωνέικη. Τα συμπτώματα των κλειστών και ανοιχτών ανθέων απεικονίστηκαν σε 6 ημέρες. Α) Συμπτώματα από την τεχνητή μόλυνση των κλειστών ανθέων στην ποικιλία Κορωνέικη, Β) συμπτώματα των ανοιχτών ανθέων στην ποικιλία Καλαμών, Γ) συμπτώματα των καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη την 36<sup>η</sup> ημέρα, Δ) συμπτώματα στην ποικιλία Λιανολιά την 42<sup>η</sup> ημέρα και Ε) συμπτώματα στην ποικιλία Καλαμών την 22<sup>η</sup> ημέρα.

Ωστόσο, σε προηγούμενες έρευνες, οι Moreira (2021) απέδειξαν ότι τα είδη *C. acutatum* s.s. και *C. nymphaeae* προκαλούσαν τυπική προσβολή των ανθέων στην αρχή της ανθοφορίας (Moreira, et al., 2021). Ενώ, σε μεταγενέστερη έρευνα οι Moral (2022) παρατήρησαν, ότι η περίοδος επώασης μπορεί να είναι μεταβλητή, με τις απομονώσεις των ειδών του γένους *Colletotrichum* να μολύνουν την ελιά από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των ανθέων (Moral, et al., 2022).

Ένα άλλο ευρέως διαδεδομένο σύμπτωμα που έχουν διαπιστώσει οι ερευνητές, είναι η κηλίδωση των ανθέων. Αυτό το λιγότερο γνωστό σύμπτωμα έχει παρατηρηθεί σε όλους τους οπωρώνες που ερευνήθηκαν και σε ορισμένους από αυτούς ήταν το σημαντικότερο σύμπτωμα που εντοπίστηκε. Η προσβολή των ανθέων είναι παρούσα στην ελιά στη Νότια Αφρική (Gorter et al., 1956), την Αυστραλία (Sergeeva, et al., 2008) και την Ελλάδα (Piadi, et al., 2018). Σε άλλες χώρες όπως η Πορτογαλία (Talhinhas, et al., 2011) και η Ισπανία (Moral et al., 2009) το γένος *Colletotrichum* βρέθηκε στα άνθη χωρίς να προκαλεί ορατά συμπτώματα. Προφανώς, τα άνθη μπορούν να μολυνθούν από το μύκητα *Colletotrichum* από τα πρώιμα στάδια της ανθικής διαφοροποίησης (Sergeeva et al. 2008, Moreira, et al., 2021).

Άλλες έρευνες, όπως αυτές των Moral (2022) αξιολόγησαν την ευαισθησία στο γλοιοσπόριο των ανθέων και των καρπών στην ελιά. Το στάδιο των διογκωμένων οφθαλμών (BBCH51) ήταν ευαίσθητο στα είδη *Colletotrichum*. Παρόλο που η ευαισθησία αυτού του φαινολογικού σταδίου στο γλοιοσπόριο ήταν χαμηλή, απέδειξαν ότι το γένος *Colletotrichum* μπορεί να μολύνει τα άνθη από τα πρώτα στάδια της ανθοφορίας του. Στα μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης των ανθέων η ευαισθησία αυξήθηκε και τα συμπτώματα της ασθένειας εξελίχθηκαν ταχύτατα. Αυτά τα αποτελέσματα των Moral (2022) συμφωνούν και με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, όπου, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα αποκολλημένα ανοιχτά άνθη προσβλήθηκαν με μεγάλο ποσοστό μόλυνσης 99%, σε σχέση με τα κλειστά αποκολλημένα άνθη με ποσοστό 88%.

Τα συμπτώματα που προκαλεί ο μύκητας *Colletotrichum* περιλαμβάνουν καφέ μεταχρωματισμό των ανθοφόρων οργάνων που εξελίσσονται σε κατάρρευση των ταξιανθιών, γνωστή ως “blossom blight”. Προσβεβλημένα όργανα καλύπτονται γρήγορα από το τυπικό πορτοκαλί χρώμα των κωνιδίων του παθογόνου, που

αντιστοιχούν στο μύκητα *Colletotrichum* (Sergeeva, et al., 2008, Iliadi et al., 2018, Moreira et al., 2021, Moral, et al., 2022).

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και με βάση την αξιολόγηση των φαινολογικών σταδίων της ελιάς στο γλοιοσπόριο και συγκεκριμένα στο στάδιο των πράσινων καρπών (BBCH79) μελετήθηκε η ευαισθησία ή η ανθεκτικότητά της ποικιλίας Κορωνέικη και στην παθογένεια που παρουσίασαν τα στελέχη *Colletotrichum* στη μόλυνση. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν οχτώ (8) απομονώσεις *Colletotrichum*, σε αποσπώμενους πράσινους καρπούς. Αναφορικά με τα αποτελέσματα των αποσπώμενων ξηρών πράσινων καρπών το είδος *C. godetiae* μπόρεσε να μολύνει τους ξηρούς αποσπώμενους πράσινους καρπούς της ποικιλίας Κορωνέικη. Ενώ, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* είχε χαμηλή αλλά σταθερή επίδραση στη μόλυνση των πράσινων ξηρών καρπών.

Από την άλλη, σε αποσπώμενους πράσινους καρπούς με συνθήκες υψηλής υγρασίας το στέλεχος *C. guajanae* στην ποικιλία Κορωνέικη παρουσίασε την υψηλότερη παθογένεια, γεγονός που υποδεικνύει ότι είναι επιθετικός μύκητας σε συνθήκες υψηλής υγρασίας 95%. Επιπλέον, το είδος *C. godetiae* παρουσίασε και αυτό υψηλά επίπεδα παθογένειας στους πράσινους καρπούς. Τέλος, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασε μέτρια ικανότητα μόλυνσης. Αυτά τα αποτελέσματα της μόλυνσης των πράσινων καρπών σε συνθήκες υψηλής υγρασίας μπορούν να ερμηνευτούν από το γεγονός ότι η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως η σχετική υγρασία, παίζουν σημαντικό ρόλο στην έκφραση της παθογένειας των ειδών *Colletotrichum* στους πράσινους και ώριμους καρπούς της ελιάς.

Σχετικά με την αξιολόγηση της μολυσματικής ικανότητας των στελεχών του γένους *Colletotrichum* οι διάφοροι μύκητες μόλυναν τους ώριμους αποσπώμενους καρπούς των ποικιλιών Λιανολιά, Κορωνέικη και Καλαμών. Συγκρίνοντας τις επιδράσεις των ειδών του γένους *Colletotrichum* και τα επίπεδα μολυσματικότητας παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία Κορωνέικη είναι πιο ανθεκτική στην ασθένεια του γλοιοσπορίου σε σχέση με τις ποικιλίες Λιανολιά και Καλαμών. Παρ' όλα αυτά, και οι τρεις ποικιλίες μολύνθηκαν σε σημαντικό βαθμό. Όσον αφορά, στην ποικιλία Λιανολιά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το είδος *C. godetiae* παρουσίασε υψηλή ικανότητα μόλυνσης, όπως και τα είδη *C. guajanae* και *C. acutatum*, τα οποία μόλυναν εξίσου, υποδεικνύοντας ότι έχουν σημαντική αλλά σταθερή μολυσματική ικανότητα. Τα

ευρήματα αυτά αποδεικνύουν την πολυπλοκότητα και την ποικιλομορφία της παθογένειας των ειδών *Colletotrichum* στην ποικιλία Λιανολιά.

Αναφορικά με την αξιολόγηση της ικανότητας μόλυνσης των ώριμων αποσπώμενων καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το στέλεχος *C. guajanae* είναι το πιο μολυσματικό υποδεικνύοντας μεγάλη επιθετικότητα, στον αντίποδα το στέλεχος *C. godetiae* παρουσίασε χαμηλότερη παθογένεια, αλλά μπόρεσε να μολύνει ικανοποιητικά. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι οι διάφοροι μύκητες έχουν διαφορετική ικανότητα πρόκλησης της ασθένειας στους ώριμους καρπούς της ελιάς.

Όσον αφορά, στην αξιολόγηση της μολυσματικότητας των ειδών του γένους *Colletotrichum* της ποικιλίας Καλαμών τα διάφορα στελέχη παρουσίασαν διαφοροποιήσεις στα επίπεδα προσβολής των ώριμων αποσπώμενων καρπών. Το στέλεχος *C. godetiae* παρουσίασε υψηλή μολυσματική ικανότητα. Το στέλεχος *C. guajanae* όπως και το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασαν επιθετικότητα στη μόλυνση των ώριμων καρπών, γεγονός που υποδεικνύει ότι η ποικιλία Καλαμών είναι πιο ευπαθής σε σχέση με τις ποικιλίες Λιανολιά και Κορωνέικη, όπως παρατηρείται στην **Εικόνα 65**. Αυτά τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν και με άλλα πειράματα που έχουν διεξαχθεί κυρίως για τις ποικιλίες Κορωνέικη και Καλαμών, όπως αυτή των Koulainis (2020), όπου ερεύνησαν την ανθεκτικότητα ή την ευαισθησία των ποικιλιών Κορωνέικη και Καλαμών αλλά και την παθογένειά τους στη μόλυνση των ώριμων καρπών. Οι Moral & Trappero χαρακτήρισαν την ποικιλία Κορωνέικη ως «ανθεκτική» ποικιλία (2009). Επιπλέον, παρατήρησαν ότι οι καρποί της ελιάς και των δύο ποικιλιών (Κορωνέικη και Καλαμών) που είχαν μολυνθεί από το μύκητα *C. acutatum*, εμφάνισαν τα τυπικά συμπτώματα του γλοιοσπορίου της ελιάς πέντε ημέρες μετά τη μόλυνση τους, γεγονός που συμφωνεί με άλλη έρευνα των Moral & Trappero (2008). Η παρατήρηση αυτή είναι πολύ σημαντική, καθώς επιβεβαιώνει την ικανότητα του παθογόνου να μολύνει υγιείς καρπούς, ανεξάρτητα από προηγούμενες προσβολές από εχθρούς. Ωστόσο, στην έρευνα των Koulainis παρατήρησαν ότι μετά από επώαση για επιπλέον δύο εβδομάδες, οι καρποί είχαν αποικιστεί πλήρως από τις υφές του μύκητα (2020). Παρ' όλα αυτά, η ποικιλομορφία των παθογόνων του γλοιοσπορίου της ελιάς απαιτεί έρευνες, που να αντικατοπτρίζουν τους πληθυσμούς που επικρατούν σε μια περιοχή. Για παράδειγμα, στην Ιταλία, οι ποικιλίες "Frantoio" και "Santomauro"

θεωρούνται ανθεκτικές (Cacciola et al., 2012), ενώ στην Ελλάδα, η "Κορωνέικη" είναι επίσης γνωστή ως ανθεκτική (Cacciola et al., 2012, Xavier, et al., 2015). Αξίζει να σημειωθεί το ξέσπασμα του γλοιοσπορίου στην Ελλάδα το 2018, που είχε προκληθεί από το μύκητα *C. acutatum* s.s. (*sensu stricto*), και είχε φτάσει σε ποσοστό σοβαρότητας 50% τόσο στους καρπούς της «Καλαμών», όσο και στα άνθη της «Κορωνέικη» (Talhinhas, et al., 2018).

Εντούτοις, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παθογένειας των πράσινων και ώριμων καρπών από τα είδη του γένους *Colletotrichum* στην παρούσα έρευνα προέκυψε ότι η παρατήρηση των συμπτωμάτων μακροσκοπικά εμφανίστηκε στους πράσινους καρπούς μετά τις 25 ημέρες στην ποικιλία Κορωνέικη, ενώ στους ώριμους καρπούς τα συμπτώματα εμφανίστηκαν νωρίτερα, κοντά στις 10 ημέρες. Αυτό το αποτέλεσμα ίσως υποδεικνύει το γεγονός ότι η ευαισθησία των καρπών αυξάνεται με την ωρίμανση.

Άλλες έρευνες των Moral και Trapero (2009) ανέφεραν ότι οι πράσινοι καρποί ήταν πιο ανθεκτικοί στο μύκητα *Colletotrichum* από τους ώριμους καρπούς, πιθανώς λόγω των μεγαλύτερων συγκεντρώσεων φαινολικών ενώσεων στους πράσινους από ό,τι στους ώριμους καρπούς. Ωστόσο, όταν επιτευχθεί η ωριμότητα, όλες οι ποικιλίες ελιάς μπορούν να μολυνθούν και να αναπτύξουν πλήρη σήψη, ανεξάρτητα από το φαινολογικό στάδιο που βρίσκονται (Moral, et al., 2008, Moral, et al., 2022).

Άλλα πειράματα των Moral (2008) έδειξαν ότι οι καρποί της ελιάς μπορούν να μολυνθούν από το γένος *Colletotrichum* σε διάφορα στάδια κατά την ωρίμανση του καρπού, αλλά η ευαισθησία τους αυξάνεται με την ωρίμανση των ελαιόκαρπων (Moral et al., 2008, 2009, Sergeeva, et al., 2014, Chattaoui et al., 2016, Moral et al., 2017). Επίσης, παρατήρησαν διαφορές στην εμφάνιση των συμπτωμάτων. Ενώ, στους ώριμους καρπούς παρατηρήθηκαν από την αρχή τα τυπικά συμπτώματα σαπωνοποίησης, στους πράσινους καρπούς τα αρχικά συμπτώματα αποτελούνταν από μικρές και βαθουλωμένες νεκρωτικές περιοχές που αργότερα εξελίχθηκαν στο τυπικό χαρακτηριστικό σύμπτωμα σαπωνοποίησης. Επιπλέον, στους πράσινους καρπούς τα πρώτα συμπτώματα ήταν ορατά μεταξύ 5 – 7 ημέρες μετά τη μόλυνση ενώ στους ώριμους καρπούς τα συμπτώματα εμφανίστηκαν νωρίτερα, μεταξύ 1 και 5 ημέρες μετά τη μόλυνση. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από τους Moral (2008), οι οποίοι

παρατήρησαν τα πρώτα συμπτώματα στις 4 ημέρες στους ώριμους καρπούς, μετά τη μόλυνση με είδη του γένους *Colletotrichum* (Moral, et al., 2022).

Γενικά, η μολυσματικότητα του γένους *Colletotrichum* spp. έχει αναφερθεί και σε άλλα πειράματα των Moral (2009), Schena (2014) και Moral (2017), όπου τα τυπικά συμπτώματα τόσο στα άνθη, όσο και στους καρπούς εμφανίστηκαν λίγες μέρες μετά τη μόλυνση (Moreira, et al., 2021). Αυτή η εκρηκτική συμπεριφορά του γένους *Colletotrichum* spp. θα μπορούσε να εξηγήσει την καταστροφική επιδημία που παρατηρείται σε εμπορικούς οπωρώνες ελιάς όταν οι καιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του γλοιοσπορίου (Moral & Trapero et al., 2012, Moreira, et al., 2021).

Η καλύτερη κατανόηση τόσο της δομής του πληθυσμού του γένους *Colletotrichum* σε μια ελαιοπαραγωγική περιοχή όσο και της ευαισθησίας των ποικιλιών ελιάς στις μολύνσεις από τα διάφορα είδη *Colletotrichum* αποτελούν προϋποθέσεις για την ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής στρατηγικής διαχείρισης του γλοιοσπορίου στην ελιά. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι η δομή του πληθυσμού του γένους *Colletotrichum* σε μια δεδομένη περιοχή μπορεί να αλλάξει, ενδεχομένως γρήγορα, με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως το κλίμα, οι στρατηγικές διαχείρισης της ασθένειας, η εισαγωγή πιο επιθετικών ειδών *Colletotrichum* από άλλες ελαιοκομικές περιοχές, η μεταπήδηση ενός είδους *Colletotrichum* που υπάρχει ήδη σε άλλα δέντρα ή η αντικατάσταση των τοπικών ποικιλιών ελιάς με νέες, πιο ευαίσθητες ποικιλίες (Riolo, et al., 2022).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της ποικιλομορφίας των μυκήτων του γένους *Colletotrichum*, σχετικά με την προσαρμοστικότητά τους σε ακραίες θερμοκρασίες και την ικανότητα μόλυνσης των αποσπώμενων φυτικών στελεχών των ελαιόδεντρων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα στελέχη CL65, CL104, CL117 και CL118 του είδους *C. godetiae* που απομονώθηκαν από την Πρέβεζα παρουσίασαν καλύτερη προσαρμογή στις χαμηλές θερμοκρασίες (10°C, 15°C), σε σχέση με τα στελέχη CL1 και CL119 του είδους *C. acutatum*, τα οποία είχαν πολύ μειωμένη ανάπτυξη σ' αυτές τις θερμοκρασίες. Επιπλέον, το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* που απομονώθηκε από τη Μεσσηνία παρουσίασε ενδιάμεση ανάπτυξη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αντίθετα, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* που απομονώθηκε από τη Ζάκυνθο είχε καλύτερη προσαρμογή στις υψηλές θερμοκρασίες (28°C, 30°C), σε σχέση με τα στελέχη του είδους *C. godetiae*, όπου στην υψηλή θερμοκρασία των 30°C δεν αναπτύχθηκαν καθόλου. Επιπρόσθετα, το στέλεχος CL119 του είδους *C. acutatum* που απομονώθηκε από την Πρέβεζα παρουσίασε τη μεγαλύτερη ανάπτυξη στους 28°C. Ενδιαφέρον είναι ότι το απομονωμένο στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* στην υψηλή θερμοκρασία των 28°C αναπτύχθηκε αρκετά ικανοποιητικά, εντούτοις, στις χαμηλές θερμοκρασίες των 10°C και 15°C παρουσίασε καλή ενδιάμεση ανάπτυξη.

Συνολικά, η ικανότητα μόλυνσης των στελεχών του γένους *Colletotrichum* στα αποσπώμενα φυτικά στελέχη παρουσίασε αυξημένη παθογένεια με τυπική συμπτωματολογία. Το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* ήταν πιο επιθετικό στη μόλυνση των κλειστών ανθέων στην ποικιλία Καλαμών, σε σχέση με την ποικιλία Κορωνέικη. Στην ποικιλία Κορωνέικη τα στελέχη CL65 και CL31 των ειδών *C. godetiae* και *C. guajanae* αντίστοιχα ήταν τα πιο μολυσματικά. Σχετικά με τη μόλυνση των ανοιχτών ανθέων της ποικιλίας Καλαμών το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae*, όπως και τα στελέχη CL65 και CL118 του είδους *C. godetiae* μόλυναν πλήρως τα άνθη στους 25°C, σε σύγκριση με τη μόλυνση των ανθέων στους 35°C. Από την άλλη, το στέλεχος αναφοράς *C. acutatum* παρουσίασε αυξημένη μολυσματική ικανότητα στα ανοιχτά άνθη στους 25°C, σε σύγκριση με τα κλειστά άνθη της ποικιλίας Καλαμών.



Σχετικά με τη μόλυνση των αποσπώμενων καρπών το στέλεχος CL31 του είδους *C. guajanae* ήταν αρκετά επιθετικό στη μόλυνση της ποικιλίας Κορωνέικη, τόσο στους πράσινους καρπούς και σε συνθήκες υγρασίας, όσο και στους ώριμους καρπούς της ποικιλίας αυτής. Αντίθετα, το στέλεχος CL65 του είδους *C. godetiae* ήταν αρκετά μολυσματικό στην ποικιλία Κορωνέικη και σε συνθήκες ξηρασίας, όπως επίσης και στους ώριμους καρπούς της ποικιλίας Λιανολιά σε συνθήκες υγρασίας. Στον αντίποδα, η ποικιλία Καλαμών παρουσίασε αυξημένη παθογένεια και μολύνθηκε εξίσου απ' όλα τα στελέχη του γένους *Colletotrichum* με την τυπική συμπτωματολογία της ασθένειας, γεγονός που υποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη ποικιλία είναι αρκετά ευαίσθητη στην ασθένεια του γλοιοσπορίου.

Συνολικά, η μελέτη αυτή ενισχύει τη σημασία της διερεύνησης της προσαρμοστικότητας των μυκήτων να αναπτύσσονται σε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη, καθώς και της παθογένειας των στελεχών να προσβάλουν τα ελαιόδεντρα.

Συνεπώς, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αποτελούν χρήσιμο εργαλείο τόσο για την πρόγνωση της ασθένειας του γλοιοσπορίου, όσο και για τη διαχείρισής της.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdelfattah, A., Rosa, R., Cacciola, S. O., Destri, M. G., & Schena, L. (2018, November 29). Impact of *Bactrocera oleae* on the fungal microbiota of ripe olive drupes. *PLOS One*, *13*(11), pp. 1-15. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199403>
- Albanese, G., Saponari, M., & Faggioli, F. (2012). *Phytosanitary Certification*. (I. Muzzalupo, Ed.) doi:<http://dx.doi.org/10.5772/51722>
- Angiolillo, A., Mencuccini, M., & Baldoni, L. (1999, March). Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *98*, pp. 411-421.
- Ávila, A., Romero, J., Brisach, C. A., Benali, A., Roca, L. F., & Trapero, A. (2019, October 26). Phenotypic and pathogenic characterization of *Pseudocercospora cladosporioides*, causal agent of cercospora leaf spot of olives. *European Journal of Plant Pathology*, *156*(1), pp. 45-65. doi:10.1007/s10658-019-01861-5
- Bahri, H., Ramos, V., Mina, D., Pereira, J. A., & Baptista, P. (2020, December 3). Characterization of Olive-Associated Fungi of Cultivars with Different Levels of Resistance to Anthracnose. *Biology and life sciences forum*, *4*(1), pp. 1-6. doi:<https://doi.org/10.3390/IECPS2020-08878>
- Barazani, O., Dag, A., & Dunseth, Z. (2023, February 23). The history of olive cultivation in the southern Levant. *Frontiers in Plant Science*, *14*, pp. 01-10. doi:10.3389/fpls.2023.1131557
- Besnard, G., & Bervillé, A. J. (2000, March). Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L. ssp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, *323*(2), pp. 173-181. doi:10.1016/S0764-4469(00)00118-9
- Besnard, G., & Cherif, D. B. (2009, December 23). Coexistence of diploids and triploids in a Saharan relict olive Evidence from nuclear microsatellite and flow cytometry analyses. *Comptes Rendus Biologies*, *332*(12), pp. 1115-1120. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crv.2009.09.014>
- Besnard, G., Khadari, B., Navascués, M. d., Mazuecos, M. F., Bakkali, A. E., Cherif, D. B., . . . Khadari, B. (2013, February 06). The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B*, *6*(280), pp. 1-8. doi:10.1098/rspb.2012.2833
- Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C., & Sebastiani, L. (2011, January 07). Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Pubmed*, *30*(4), pp. 449-462. doi:10.1007/s00299-010-0991-9
- Buljubasic, I., Bjelis, M., & Marusic, I. (2012, January). An assessment of peacock olive leaf spot [*Spilocaea oleagina* (Castagne) Hughes] attack in olive growing areas. *σσ*. 1-7.
- Cacciola, S. O., Faedda, R., Fulvia, S., Agosteo, G. E., Schena, L., Frisullo, S., & Lio, G. M. (2012, March). Olive anthracnose. *Journal of Plant Pathology*, *94*(1), pp. 29-44.
- Calderón, R., Navas-Cortés, J. A., & Zarco-Tejada, P. J. (2015, May 4). Early Detection and Quantification of *Verticillium* Wilt in Olive Using Hyperspectral and Thermal Imagery

- over Large Areas. *Remote sensing*, 7(5), pp. 5584-5610.  
doi:<https://doi.org/10.3390/rs70505584>
- Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R., & Weir, B. S. (2012, September 15). Colletotrichum – current status and future directions. *Studies in Mycology*, 73(1), pp. 181-213.  
doi:<https://doi.org/10.3114/sim0014>
- Chattaoui, M., Raya, M. C., Bouri, M., Moral, J., Rodriguez, M. P., Trapero, A., . . . Rhouma, A. (2016, May 1). Characterization of a Colletotrichum population causing anthracnose disease on Olive in northern Tunisia. *Journal of Applied Microbiology*, 120(5), pp. 1368–1381. doi:<https://doi.org/10.1111/jam.13096>
- Chiappetta, A., & Muzzalupo, I. (2012). *Chapter 2 - Botanical Description*. (I. Muzzalupo, Ed.) Italy: Intech Open. doi:10.5772/51836
- Clodoveo, M. L., Camposeo, S., Gennaro, B. D., Pascuzzi, S., & Roselli, L. (2014, June 04). In the ancient world, virgin olive oil was called “liquid gold” by Homer and “the great healer” by Hippocrates. Why has this mythic image been forgotten? *Food Research International*, 62, pp. 1062-1068.
- Costagli, G., Gucci, R., & Rapoport, H. F. (2003, Ξανθαρν). Growth and development of fruits of olive 'Frantoio' under irrigated and rainfed conditions. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(1), pp. 119-124. doi:10.1080/14620316.2003.11511577
- Crisosto, C. H., Ferguson, L., & Nanos, G. (2001). *Chapter 5 - Olive (Olea europaea L.)*. Thessaly, Greece: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1533/9780857092618.63>
- Damm, U., Cannon, P., Woudenberg, J. H., & Crous, P. W. (2012, August 22). The Colletotrichum acutatum species complex. *Studies in Mycology*, 73(1), pp. 37-113.  
doi:10.3114/sim0010
- Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., . . . Foster, G. D. (2012, April 4). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13(4), pp. 414-430.  
doi:<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
- Diez, C. M., Trujillo, I., Martinez-Urdiroz, N., Barranco, D., Rallo, L., Marfil, P., & Gaut, B. S. (2015, April). Olive domestication and diversification in the Mediterranean Basin. *New Phytologist*, 206(1), pp. 436-447. doi:10.1111/nph.13181
- Doveri, S., & Baldoni, L. (2007). *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants* (Vol. 4). Berlin: Springer.
- Du, M., Schardl, C. L., Nuckles, E. M., & Vaillancourt, L. J. (2005, May 17). Using mating-type gene sequences for improved phylogenetic resolution of Colletotrichum species complexes. *Mycologia*, 97(3), pp. 641-658. doi:10.3852/mycologia.97.3.641
- Embaby, E.-S. M., Haggag, L. F., Monem, M. O., El-Sayed, T. I., & Al-Awam, L. R. (2014, January). Anthracnose disease (Colletotrichum sp.) affecting olive fruit quality and its control in Egypt. *International Journal of Agricultural Technology*, 10(5), pp. 1289-1306.
- Escobar, R. F., Urquiza, A. O., Prado, M., & Rapoport, H. F. (2008, November). Nitrogen status influence on olive tree flower quality and ovule longevity. *Environmental and Experimental Botany*, 64(2), pp. 113-119.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.04.007>

- Filoda, P. F., Arellano, A. D., Dallagnol, L. J., & Chaves, F. C. (2021, September 7). Colletotrichum acutatum and Colletotrichum nymphaeae causing blossom blight and fruit anthracnose on olives in southern Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, *161*, pp. 993-998. doi:10.1007/s10658-021-02372-y
- Garcia-Lopez, T. M., Serrano, S. M., Camiletti, B. X., Gordon, A., Estudillo, C., Trapero, A., . . . Moral, J. (2023, April 01). Study of the competition between Colletotrichum godetiae and C. nymphaeae, two pathogenic species in olive. *Scientific reports*, *13*(1), pp. 1-11. doi:10.1038/s41598-023-32585-6
- Grappadelli, L. C., & Lakso, A. N. (2004, April 1). Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental Conditions. *Environmental Science*, *636*(636), pp. 425-441. doi:10.17660/ActaHortic.2004.636.52
- Green, P. S. (2002, January). A revision of Olea L. (Oleaceae). *JSTOR Archival Journal*, *57*(1), pp. 91-140. doi:10.2307/4110824
- Hashmi, M. A., Khan, A., Hanif, M., Farooq, U., & Perveen, S. (2015, February 23). Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of Olea europaea (Olive). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2015*(1), pp. 1-29. doi:10.1155/2015/541591
- Hatzopoulos, P., Banilas, G., Giannoulia, K., Gazis, F., Nikoloudakis, N., Milioni, D., & Haralampidis, K. (2002, October 8). Breeding, molecular markers and molecular biology of the olive tree. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *104*, pp. 574-586. doi:http://dx.doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<574::AID-EJLT574>3.0.CO;2-1
- Iliadi, M. K., Tjamos, E. C., Antoniou, P. P., & Tsitsigiannis, D. I. (2018, January 25). First Report of Colletotrichum acutatum Causing Anthracnose on Olives in Greece. *Plant disease*, *102*(4), pp. 1-4. doi:10.1094/PDIS-09-17-1451-PDN
- Kaplan, M., & Alaserhat, İ. (2020, April 24). Determination of Distribution, Population Change, Infestation and Damage situation of Olive Moth, Prays oleae (Bernard) (Lepidoptera - Praydidae) Causing Damage in Olive Orchards. *Applied Fruit Science - Erwerbs-Obstbau*, *62*(3), pp. 301-307. doi:https://doi.org/10.1007/s10341-020-00493-y
- Khadivi, A., Mirheidari, F., Moradi, Y., & Paryan, S. (2022, January 22). Identification of the promising olive (Olea europaea L.) cultivars based on morphological and pomological characters. *Food Science & Nutrition*, *10*, pp. 1299–1311. doi:10.1002/fsn3.2767
- Khan, M. N., Soherwardy, R., & Sarwar, A. (2015, January). Nutritional assessment of olive fruit (Olea europaea) available at local market. *International Food Research Journal*, *22*(2), pp. 526-531.
- Khdair, A. I., Abu-Rumman, G., & Khdair, S. I. (2019, August 30). Pollution estimation from olive mills wastewater in Jordan. *Heliyon*, *5*(8), pp. 1-6. doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02386
- Khdair, A., & Abu-Rumman, G. (2020, June 5). Sustainable Environmental Management and Valorization Options for Olive Mill Byproducts in the Middle East and North Africa (MENA) Region. *Processes*, *8*(6), pp. 1-22. doi:https://doi.org/10.3390/pr8060671
- Köhler, H. A. (1897). *Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte : Atlas zur Pharmacopoea germanica*. (G. Pabst, Ed.) Germany: Franz Eugen Köhler.

- Kolainis, S., Koletti, A., Lykogianni, M., Karamanou, D., Gkizi, D., Tjamos, S. E., . . . Aliferis, K. A. (2020, May 29). An integrated approach to improve plant protection against olive anthracnose caused by the *Colletotrichum acutatum* species complex. *PLOS One*, *15*(5), pp. 1-22. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233916>
- Lancashire, P. D., Bleiholder, H., Van de Boom, T., Langeluddeke, P., Stauss, R., Weber, E., & Witzemberger, A. (1991, September 30). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*, *119*(3), pp. 561-601. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x>
- Lanzaa, B., Ragnelli, A. M., Aimola, P., & Priore, M. (2017, October 1). Morphological and histochemical investigation of the response of *Olea europaea* leaves to fungal attack by *Spilocaea oleagina*. *British Society for Plant Pathology*, *66*(8), pp. 1239–1247. doi:10.1111/ppa.12671
- López-Escudero, F. J., & Mercado-Blanco, J. (2010, November 10). Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant and Soil*, *344*(1), pp. 1-50. doi:10.1007/s11104-010-0629-2
- Malheiro, R. d. (2015, May 04). *Olive fruit fly (Bactrocera oleae Rossi) - olive tree interactions: study of physical and chemical aspects*. Spain: Semantic Scholar.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2015, April 25). A review of *Bactrocera oleae* (Rossi) impact in olive products: From the tree to the table. *Trends in Food Science & Technology*, *44*(2), pp. 226-242. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.009>
- Markakis, E. A., Roditakis, E. N., Kalantzakis, G. S., Chatzaki, A., Soultatos, S. K., Stavrakak, M., . . . Goumas, D. E. (2021, November 7). Characterization of Fungi Associated with Olive Fruit Rot and Olive Oil Degradation in Crete, Southern Greece. *Plant disease*, *105*(11), pp. 3623-3635. doi:10.1094/PDIS-10-20-2227-RE
- Martín, M. P., Figueres, F. G., & Figueres, F. G. (1999, November). *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides* Cause Anthracnose on Olives. *European Journal of Plant Pathology*, *105*, pp. 733-741.
- Martins, F., Pereira, J. A., & Baptista, P. (2019). *Olive Anthracnose and Its Management by Fungal Endophytes: An Overview*. Springer Nature. doi:10.1007/978-3-030-19831-2\_11
- Materatski, P., Varanda, C., Carvalho, T., Campos, M. D., Trindade, F. R., & Félix, M. (2018, December 14). Diversity of *Colletotrichum* Species Associated with Olive Anthracnose and New Perspectives on Controlling the Disease in Portugal. *Agronomy*, *8*(12), pp. 1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy8120301>
- Moral, J., & Trapero, A. (2012, October). Mummified fruit as a source of inoculum and disease dynamics of olive anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. *Phytopathology*, *102*(10), pp. 982-989. doi:10.1094/PHYTO-12-11-0344.
- Moral, J., Trapero, A., & Oliveira, R. (2009, June). Elucidation of the disease cycle of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology*, *99*(5), pp. 548-556. doi:10.1094/PHYTO-99-5-0548
- Moral, J., Bello, J. J., Sánchez, M. I., Oliveira, R. d., & Trapero, A. (2012, September 7). Effect of Temperature, Wetness Duration, and Planting Density on Olive Anthracnose Caused by *Colletotrichum* spp. *Phytopathology*, *102*(10), pp. 974-981.

- Moral, J., Bouhmidi, K., & Trapero, A. (2008, September 12). Influence of Fruit Maturity, Cultivar Susceptibility, and Inoculation Method on Infection of Olive Fruit by *Colletotrichum acutatum*. *Plant Disease*, *92*(10), pp. 1421-1426. doi:10.1094/PDIS-92-10-1421
- Moral, J., Brisach, C. A., Raya, M. C., Bello, J. J., Moral, A. L., Roca, L. F., . . . Trapero, A. (2021, September 09). Diversity of *Colletotrichum* Species Associated with Olive Anthracnose Worldwide. *Journal of Fungi*, *7*(9), pp. 1-39. doi:https://doi.org/10.3390/jof7090741
- Moral, J., Strano, M., Caruso, P., Sciara, M., Sorrentino, G., Bella, P., . . . Licciardello, G. (2022, May 13). Characterization of *Colletotrichum* strains associated with olive anthracnose in Sicily. (E. Paplomatas, Επιμ.) *Phytopathologia Mediterranea*, *61*(1), σσ. 139-151. doi:10.36253/phyto-13181
- Moral, J., Xavier, C. J., Viruega, J. R., Roca, L. F., Caballero, J., & Trapero, A. (2017, November 06). Variability in Susceptibility to Anthracnose in the World Collection of Olive Cultivars of Cordoba (Spain). *Frontiers in Plant Science*, *8*, pp. 1-11. doi:https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01892
- Moral, J., Xaviér, C., Roca, L., Romero, J., Moreda, W., & Trapero-Casas, A. (2014, May). Olive Anthracnose and its effect on oil quality. *Grasas y Aceites*, *65*(2), pp. 1-17. doi:10.3989/gya.110913.
- Moreira, V., Mondino, P., & Alaniz, S. (2021, April 20). Olive anthracnose caused by *Colletotrichum* in Uruguay: symptoms, species diversity and pathogenicity on flowers and fruits. *European Journal of Plant Pathology*, *160*(3), pp. 663-681. doi:10.1007/s10658-021-02274-z
- Morelli, M., García-Madero, J. M., Jos, Á., Saldarelli, P., Dongiovanni, C., Kovacova, M., . . . Compant, S. (2021, August 19). *Xylella fastidiosa* in Olive: A Review of Control Attempts and Current Management. *Microorganisms*, *9*(8), pp. 1-21. doi:https://doi.org/10.3390/microorganisms9081771
- Naseer, B., Fatima, T., Qadri, T., Bhat, T. A., & Hussain, S. Z. (2021, June 16). *Olive (Olea europaea L.) - Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits*. Springer Nature. doi:10.1007/978-3-030-75502-7\_9
- Nigro, F., Antelmi, I., Labarile, R., Sion, V., & Pentimone, I. (2018, April). Biological control of olive anthracnose. *Acta Horticulturae*, pp. 439-444. doi:https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.70
- Nogueira, F. A., Lopes, P. M., & Gomes, S. (2020, February 11). Current understanding of *Olea europaea* L. – *Colletotrichum acutatum* interactions in the context of identification and quantification methods – A review . *Crop Protection*, *132*, pp. 1-11. doi:https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105106
- Padula, G., Giordani, E., Bellini, E., Rosati, A., Pandolfi, S., Paoletti, A., & Pannelli, G. (2008, January). Field evaluation of new olive (*Olea europaea* L.) selections and effects of genotype and environment on productivity and fruit characteristics. *Advances in Horticultural Science*, *22*(2), pp. 87-94.
- Pangallo, S., Destri Nicosia, M. G., Agosteo, G. E., & Schena, L. (2021, September 22). Control of olive anthracnose and leaf spot disease by bloom treatments with a pomegranate peel

- extract. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(4), pp. 248-254. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.09.001>
- Papageorgiou, A. (2012, December 12). *Gaiapedia*. Ανάκτηση από Gaia Επιχειρειν: <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:%CE%9A%CE%BF%CF%81%CF%89%CE%BD%CE%AD%CE%B9%CE%BA%CE%B7.jpeg>
- Peng, K., Pan, Y., Tan, T., Zeng, X. Y., Lin, M., Jiang, S., . . . Zhao, X. (2022, September 27). Characterization and fungicide sensitivity of *Colletotrichum godetiae* causing sweet cherry fruit anthracnose in Guizhou, China. *Frontiers in Microbiology*, 13, pp. 01-14. doi:10.3389/fmicb.2022.923181
- Rhouma, A., Hedfi, L. H., Kouadri, M. E., Atallaoui, K., Okon, O. G., & Khriebe, M. I. (2024, January 19). Verticillium wilt of olive and its control caused by the hemibiotrophic soil-borne fungus *Verticillium dahliae*. (E. A. Sarhan , & A. M. Abdel-Azeem , Eds.) *Microbial Biosystems*, 8(2), pp. 25-36. doi:10.21608/MB.2024.255400.1089
- Riolo, M., Luz , C., Santilli, E., Meca, G., & Cacciola, S. (2023, July - August). Secondary metabolites produced by four *Colletotrichum* species in vitro and on fruits of diverse olive cultivars. *Fungal Biology*, 127(7-8), pp. 1118-1128. doi:<https://doi.org/10.1016/j.funbio.2023.06.003>
- Riolo, M., Pane, A., Santilli, E., Moricca, S., & Cacciola, S. (2022, September 27). Susceptibility of Italian olive cultivars to various *Colletotrichum* species associated with fruit anthracnose. *Plant Pathology*, 72(2), pp. 255-267. doi:10.1111/ppa.13652
- Romero, J., Moral, J., Domínguez, E. G., Brisach, C. A., Roca, L. F., Rossi, V., & Casas, A. T. (2021, June 3). Logistic models to predict olive anthracnose under field conditions. *Crop Protection*, 148(2), pp. 1-6. doi:10.1016/j.cropro.2021.105714
- Romero, J., Santa-Bárbara, A., Moral, J., Agustí-Brisach, C., Roca , L. F., & Trapero , A. (2022, June 7). Effect of latent and symptomatic infections by *Colletotrichum godetiae* on oil quality. *European Journal of Plant Pathology*, 163, pp. 545–556. doi:<https://doi.org/10.1007/s10658-022-02494-x>
- Rosati, A., Lodolini, E. M., & Famiani, F. (2023, November 13). From flower to fruit: fruit growth and development in olive (*Olea europaea* L.)— a review. *Frontiers in Plant Science*, 14, pp. 01-10. doi:10.3389/fpls.2023.1276178
- Rugini, E., & Fedeli, E. (1990). *Olive (Olea europaea L.) as an Oilseed Crop* (Vol. 10). Italy: Springer Nature.
- Ruqaie, I. A., Khalifah, N. A., & Shanavaskhan, A. E. (2015, May 14). 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. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, pp. 115-121. doi:10.1016/j.sjbs.2015.05.008
- Salotti, I., Ji , T., & Rossi, V. (2022, July 22). Temperature requirements of *Colletotrichum* spp. belonging to different clades. *Frontiers in Plant Science*, 13, pp. 01-20. doi:10.3389/fpls.2022.953760
- Sanz-Cortes, F., Martiznez-Calvo, J., Badenes, M. L., Bleiholder, H., Hack, H., Llacer, H., & Meier, U. (2005, March 16). Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*).

- Annals of Applied Biology*, 140(2), pp. 151-157. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00167.x>
- Sauer, J. D. (1993). *Historical Geography of Crop Plants: A Select Roster*. CRC Press, Aashington DC.
- Seifi, E., Guerin, J., Kaiser, B., & Sedgley, M. (2015, January). Flowering and fruit set in olive - a review. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 5(2), pp. 1263-1272.
- Sergeeva, V., Hart, R. S., & Nair, N. G. (2008, December). First report of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* causing leaf spots of olives ( *Olea europaea* ) in Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 3(1), pp. 143-144. doi:10.1007/BF03211271
- Simpson, M. G. (2010). *Chapter 8 - Diversity and Classification of Flowering Plants: Eudicots* (Vol. Second Edition). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374380-0.50008-7>
- Solomakou, N., & Goula, A. M. (2021, July 1). Treatment of olive mill wastewater by adsorption of phenolic compounds. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 20, pp. 839-863. doi:<https://doi.org/10.1007/s11157-021-09585-x>
- Talhinhas, P., Capitão, C. M., Martins, S., Ramos, A., Martins, J. N., Guimaraes, L. G., . . . Oliveira, H. M. (2011, June). Epidemiology, histopathology and aetiology of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* in Portugal. *Plant Pathology*, 60(3), pp. 483-495. doi:10.1111/j.1365-3059.2010.02397.x
- Talhinhas, P., Loureiro, A., & Oliveira, H. (2018, April 16). Olive anthracnose: a yield and oil quality-degrading disease caused by several species of *Colletotrichum* that differ in virulence, host preference and geographical distribution. *Molecular Plant Pathology*, 19(8), pp. 1797-1807. doi:10.1111/mpp.12676
- Talhinhas, P., Martins, J. N., Oliveira, H., & Sreenivasaprasad, S. (2009, July 1). The distinctive population structure of *Colletotrichum* species associated with olive anthracnose in the Algarve region of Portugal reflects a host-pathogen diversity hot spot. *FEMS Microbiology Letters*, 296(1), pp. 31-38. doi:10.1111/j.1574-6968.2009.01613.x
- Talhinhas, P., Sreenivasaprasad, S., Martins, J., & Oliveira, H. (2005, June). Molecular and Phenotypic Analyses Reveal Association of Diverse *Colletotrichum acutatum* Groups and a Low Level of *C. gloeosporioides* with Olive Anthracnose. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(6), pp. 2987-2998. doi:10.1128/AEM.71.6.2987-2998.2005
- Tepper, Y., Porat, N., Langgut, D., Barazani, O., Bajpai, P. K., Dag, A., . . . Oz, G. B. (2021, December 9). Relict olive trees at runoff agriculture remains in Wadi Zetan, Negev Desert, Israel. *Journal of Archaeological Science: Reports* , pp. 1-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103302>
- Tombesi, A., Tombesi, S., Saavedra, M. S., Escobar, R. F., Andria, R. d., Lavini, A., & Jardak, T. (2007). *Production techniques in olive growing*. (M. O. Sbitri, Ed.) Madrid: International Olive Council. Retrieved May 2007, from [https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/12/Olivicultura\\_eng.pdf](https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/12/Olivicultura_eng.pdf)
- Trentacoste, E. R., Alías , I. M., Campo, M. G.-d., Marshall , V. B., & Rapoport , H. F. (2017, November 18). Olive floral development in different hedgerow positions and



- orientations as affected by irradiance. *Scientia Horticulturae*, 225, pp. 226-234. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.029>
- Varikou, K., Garantonakis, N., & Birouraki, A. (2014, June). Response of olive fruit fly *Bactrocera oleae* to various attractant combinations, in orchards of Crete . *Bulletin of Insectology*, 67(1), pp. 109-114.
- Wang, W., Tai, F., & Hu, X. (2010). *Current Initiatives in Proteomics of the Olive Tree*. China: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00003-6>
- Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012, September 15). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology*, 73(1), pp. 115-180. doi:<https://doi.org/10.3114/sim0011>
- Wiesman, Z. (2009). *Chapter 4 - The history of olive oil cultivation in the desert*. Israel: Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374257-5.00004-X>
- Yokoyama, V. Y. (2015, September 18). Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Table Olives, USA: Invasion, Distribution, and Management Implications. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), pp. 1-18. doi:10.1093/jipm/pmiv014
- Αναγνωστόπουλος, Π. Θ. (1939). *Οι εχθροί των καρποφόρων δέντρων*. Αθήνα: Δενδροκομικής Ερεύνης.
- Αργυρόπουλος, Θ. (2024, Μάιος 28). *Share24*. Ανάκτηση 2024, από [www.share24.gr](http://www.share24.gr): <https://share24.gr/lekanio-tis-elias-mathete-ti-ine-ke-pos-borite-na-katapolemisete/>
- Βασιλακάκης, Μ. Δ. (2016). *Γενική και Ειδική Δενδροκομία* (Τόμ. Α). Θεσσαλονίκη: Άγις-Σάββας Δ. Γαρταγάνης.
- Βέμμος, Σ., Κωστελένος, Γ. Δ., Παπλωματάς, Ε., Αντωνίου, Π., & Μπουρνάκας, Β. (2017). *ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΟΜΙΑΣ Το ελαιόλαδο*. (Ε. Χατζηευστρατίου, Επιμ.) Αθήνα: Βασίλης Ζαμπούνης - Άξιον Εκδοτική.
- Κατσαντώνης, Γ. (2020, Μάιος 4). *Αγροτών Ανάγνωσμα*. Ανάκτηση από [giorgoskatsadonis.blogspot](http://giorgoskatsadonis.blogspot).
- Παναγόπουλος, Χ. Γ. (2007). *Ασθένειες Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου* (4 εκδ.). Αθήνα: Αθ. Σταμούλης.
- Ποντίκης, Κ. Α. (2000). *Ειδική Δενδροκομία, Ελαιοκομία*, (Τόμ. Τρίτος). Αθήνα: Σταμούλη.
- Σίμογλου, Κ. Β. (2006). *Plantpestimages*. (Κ. Β. Σιμόγλου, & Ε. Ροδιτάκης, Επιμελητές) Ανάκτηση από <https://plantpestimages.wordpress.com/>: <https://plantpestimages.wordpress.com/2014/01/04/aspidiotus-nerii/>
- Τζανακάκης, Μ., & Κατσόγιαννος, Β. (2003). *Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. Αθήνα: ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε.