

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΟΙΝΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ  
ΠΟΤΩΝ



FACULTY OF FOOD  
SCIENCES

DEPARTMENT OF  
WINE VINE AND  
BEVERAGE SCIENCES

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Εκτίμηση των απωλειών παραγωγής από ασθένειες  
του ξύλου της Αμπέλου και διερεύνηση των  
παθογόνων αιτιών στις ποικιλίες Chardonnay,  
Gewürztraminer και Sauvignon Blanc στη περιοχή  
του Αμύνταιου »**

**ΕΥΘΥΜΙΟΥ ΜΑΡΙΑ**  
Α.Μ. : 18685098

Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Δρ. Γκίζη Δανάη

ΑΘΗΝΑ, 2023

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΟΙΝΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ  
ΠΟΤΩΝ



FACULTY OF FOOD  
SCIENCES

DEPARTMENT OF  
WINE VINE AND  
BEVERAGE SCIENCES

## **BACHELOR THESIS**

**«Estimation of yield losses caused by Grapevine  
Trunk Diseases and Investigation of their causes in  
cultivars Chardonnay, Gewürztraminer and  
Sauvignon Blanc in the area of Amyntaio»**

**EFTHYMIΟΥ MARIA**

**Registration Number : 18685098**

Supervisor's name/surname : Dr. Gkizi Danai

ATHENS, 2023



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο:

«Εκτίμηση απωλειών παραγωγής από ασθένειες του ξύλου της αμπέλου και διερεύνηση των παθογόνων αιτιών στις ποικιλίες Chardonnay, Gewürztraminer και SauvignonBlanc στην περιοχή του Αμύνταιου»

και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1 <sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2 <sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3 <sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)	

ΑΘΗΝΑ, 2023

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **Ευθυμίου Μαρία** του **Βασιλείου** με αριθμό μητρώου **18685098**, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου Αμπέλου και Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι :

Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί αποκλειστικά από εμένα, έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και τις 10/07/2024.*

Η Δηλούσα

ΕΥΘΥΜΙΟΥ ΜΑΡΙΑ



ΑΘΗΝΑ, 2023

*Αφιερωμένο στους γονείς μου...*

## Ευχαριστίες

Με τη συγγραφή της διπλωματικής αυτής εργασίας ολοκληρώνεται για μένα η πορεία μου ως προπτυχιακή φοιτήτρια του Τμήματος Επιστημών Οίνου Αμπέλου και Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η φοιτητική μου πορεία στο τμήμα είχε αρκετές δυσκολίες και απαιτητικές στιγμές, παρ' όλα αυτά η αγάπη μου για τη συγκεκριμένη επιστήμη, η οποία εξελισσόταν μέρα με τη μέρα, καθώς και οι φιλοδοξίες μου, η επιμονή, η αφοσίωση και η θέληση για γνώση αποτέλεσαν τη κινητήρια δύναμη μιας προσπάθειας τεσσάρων ετών που τελικά καρποφόρησε. Μέσα σε αυτά τα τέσσερα χρόνια των σπουδών μου στο Τμήμα Επιστημών Οίνου Αμπέλου και Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, έχουν χαραχτεί αμέτρητες αναμνήσεις και οι γνώσεις που διδάχτηκα καθώς και οι συμβουλές που έλαβα από τους καθηγητές μου, από το 2018 μέχρι και σήμερα, θα με συντροφεύουν στη μετέπειτα ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου πορεία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Γκίζη Δανάη, Επίκουρη Καθηγήτρια του τμήματος και επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου εργασίας για την εμπιστοσύνη και τη καθοδήγησή της στην εκπόνηση της εργασίας αυτής. Έπειτα, για τις γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσε σε όλα τα στάδια της διπλωματικής, για την υλοποίηση αρχικά των δειγματοληψιών στους αμπελώνες και μετέπειτα για την ολοκλήρωση όλων των απαιτούμενων εργαστηριακών αναλύσεων. Οι οποιοσδήποτε συμβουλές της ήταν πάντοτε πολύτιμες.

Επιπροσθέτως, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Κτήμα Κυρ-Γιάννη στο Αμύνταιο, που με δέχθηκε και μου άνοιξε τις πόρτες του για τη διεξαγωγή της έρευνας μου, για τη φιλοξενία και τη πρόθυμη βοήθειά σε οτιδήποτε χρειάστηκα.

Ευχαριστώ πολύ τους προπτυχιακούς φοιτητές Βογιατζή Μαρία - Κωνσταντίνα, Γιολδάση Μανώλη, Καϊστούρα Λουκά - Ματθαίο, Παντελή Σωκράτη και Χατζηχαραλάμπους Νικολίνα, οι οποίοι όπως και εγώ υλοποίησαν τις πτυχιακές τους εργασίες ερευνώντας την απώλεια παραγωγής από ασθένειες του ξύλου της αμπέλου και τα παθογόνα αίτια σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, προσφέροντας την πολύτιμη υποστήριξη και βοήθεια στα διάφορα στάδια της έρευνας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω, επίσης, τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια Τσιόκα Άρτεμις για την πολύτιμη βοήθειά της στη προετοιμασία και τη διεξαγωγή των εργαστηριακών αναλύσεων και τις εύστοχες παρατηρήσεις της.

Δε θα μπορούσα να ολοκληρώσω το ευχαριστήριο αυτό σημείωμα χωρίς να ευχαριστήσω μέσα από τη καρδιά μου τους φίλους μου και ιδιαίτερα την οικογένειά μου που μου στάθηκε όλα αυτά τα χρόνια πιστεύοντας σε εμένα, και συνεχίζει να με υποστηρίζει στις αποφάσεις που παίρνω και στα όνειρα που κάνω προκειμένου αυτά να βγουν αληθινά.

Μεεκτίμηση,  
Ευθυμίου Μαρία

*« Voilà l'eau qui tombe des cieux sur nos vignobles; là, elle entre les racines des vignes pour être changée en vin; preuve constante que Dieu nous aime, et qu'il aime à nous voir heureux. »*

*« Αυτό είναι το νερό που πέφτει από τον ουρανό στους αμπελώνες μας- εκεί εισέρχεται στις ρίζες των αμπελιών για να μετατραπεί σε κρασί- συνεχής απόδειξη ότι ο Θεός μας αγαπάει και ότι του αρέσει να μας βλέπει ευτυχισμένους. »*

*Lettre à l' Abbé Morellet 7 juillet 1779 de Benjamin Franklin*

## Περίληψη

Στη παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η εκτίμηση των απωλειών παραγωγής που προκαλείται από ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, (Grapevine Trunk Diseases-GTDs), σε αμπελώνα του κτήματος Κυρ-Γιάννη που βρίσκεται στη Βόρεια Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στη περιοχή του Αμύνταιου, και διερευνήθηκαν τα παθογόνα αίτια που ευθύνονται για τις ασθένειες αυτές.

Προκειμένου να εκτιμηθούν οι απώλειες παραγωγής σε φυτά αμπέλου προσβεβλημένα από ασθένειες ξύλου, αξιολογήθηκε η ένταση των ασθενειών αυτών καταμετρώντας χαρακτηριστικά συμπτώματα (λωρίδες τίγρη) για τις ποικιλίες Chardonnay, Gewürztraminer και Sauvignon Blanc. Φυτά και από τις τρεις ποικιλίες μελετήθηκαν κατά τη καλλιεργητική περίοδο 2022 και ελήφθησαν δείγματα ξύλου από συμπτωματικά φυτά κοντά στο στάδιο του τρύγου.

Εκτιμήθηκε η συνολική παραγωγή με βάση το ποσοστό των υγιών φυτών στον αμπελώνα και την παραγωγή αυτών καθώς και οι απώλειες παραγωγής με βάση τη συσχέτιση της έντασης της προσβολής την παραγωγή για κάθε κλίμακα συμπτωμάτων και το ποσοστό των φυτών κάθε κλίμακας. Οι συνολικές απώλειες παραγωγής που προέκυψαν για κάθε ποικιλία κυμαίνονταν σε ποσοστό 11,3% επί της συνολικής εν δυνάμει απόδοσης, για τη ποικιλία Gewürztraminer, 8,4% για τη ποικιλία Chardonnay και 5,03% για τη ποικιλία Sauvignon Blanc.

Τέλος για τη διερεύνηση των παθογόνων αιτίων, πραγματοποιήθηκαν απομονώσεις μυκήτων από ξύλο προσβεβλημένων φυτών και μορφολογική (μακροσκοπική και μικροσκοπική) ταυτοποίηση αυτών, από την οποία προέκυψαν ως επικρατέστερα μύκητες της οικογένειας *Botryosphaeriaceae.*, *Phaeoconiellachlamydospora*, *Fomitiporia mediterranea/Phellinus* sp., *Phaeoacremonium* spp. και *Phomas* sp.

*Λέξεις - Κλειδιά:* ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, Gewürztraminer, Sauvignon Blanc, Chardonnay, απώλεια παραγωγής.



## Abstract

In this thesis the estimation of production losses caused by grapevine trunk diseases (GTDs) in a vineyard located in Northern Greece, more specifically in the area of Amyntaio, was studied and the pathogenic causes responsible for these diseases were investigated.

In order to estimate the production losses in vine plants affected by wood diseases, the characteristic symptoms of these diseases (tiger stripes) were counted for the varieties Chardonnay, Gewürztraminer and Sauvignon Blanc. Plants from all three varieties were studied during the 2022 growing season and symptomatic wood samples were taken close to the harvest stage.

Total production was estimated based on the production given by symptomless plants and the percentage of those plants in the vineyard. Yield losses were estimated based on the percentage of symptomatic plants with different symptom degrees and the correlation of the infection intensity the production for each symptom scale. The total production losses incurred for each variety ranged from 11.3% of the total potential yield for Gewürztraminer, 8.4% for Chardonnay and 5.03% for Sauvignon Blanc.

The pathogenic causes were investigated by performing fungal isolations from wood samples taken from symptomatic plants followed by morphological (macroscopic and microscopic) identification of fungi, which revealed *Botryosphaeriaceae* species, *Phaeoconiellachlamydospora*, *Fomitiporiamediterranea/Phellinus* sp., *Phaeoacremonium* spp. and *Phoma* spp. as the most prevalent pathogens.

*Keywords: Grapevine trunk diseases, Gewürztraminer, Sauvignon Blanc, Chardonnay, production loss.*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>3</b>
2.1. Μικροβίωμα της Αμπέλου .....	3
2.2. Ασθένειες της Αμπέλου .....	4
2.3. Ασθένειες του Ξύλου της Αμπέλου.....	5
2.3.1. Κύριες ασθένειες που σχετίζονται με το φαινόμενο .....	5
2.3.2. Σύνδρομο της Ίσκας (EscaComplex) .....	7
2.3.3. Ευτυπίωση (Eytyra Dieback).....	9
2.3.4. Βοτρυοσφαίρια (Botryosphaeria Dieback) .....	9
2.4. Αντιμετώπιση των Ασθενειών του Ξύλου της Αμπέλου.....	11
2.5. Καλλιεργούμενες ποικιλίες που μελετήθηκαν – Chardonnay, Gewurztraminer και Sauvignon Blanc .....	12
2.6. Αμπελουργική Ζώνη Αμύνταιου .....	13
2.6.1. Κλιματολογικά Δεδομένα .....	13
<b>3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>15</b>
<b>4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>15</b>
4.1. Ο Πειραματικός Αμπελώνας .....	15
4.2. Καταγραφή Συμπτωμάτων .....	16
4.3. Εκτίμηση Απώλειας Παραγωγής.....	18
4.4. Δειγματοληψία και Απομονώσεις Μυκήτων .....	19
4.5. Ταυτοποίηση Απομονώσεων .....	20
4.6. Στατιστική Ανάλυση Αποτελεσμάτων .....	23
<b>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>25</b>
5.1. Εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης και της σοβαρότητας των ασθενειών .....	25
5.2. Συσχέτιση της έντασης της ασθένειας με την παραγωγή σταφυλιών .....	28
5.3. Εκτίμηση των απωλειών παραγωγής.....	31
5.4. Μυκητολογικές απομονώσεις και μορφολογική ταυτοποίηση.....	32
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>35</b>
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>38</b>
<b>8. ΕΙΚΟΝΕΣ .....</b>	<b>51</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αμπελοκαλλιέργεια για την παραγωγή κρασιού, έχει μακρά ιστορία στην Ελλάδα, η οποία χρονολογείται πάνω από 6.500 χρόνια πριν. Παραδοσιακά, σε όλη την επικράτεια της Ελλάδας καλλιεργούνταν τοπικές ποικιλίες με ξεχωριστά χαρακτηριστικά, που είχαν προσαρμοστεί στις συνθήκες και στα εδάφη της χώρας, ωστόσο από το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα αρκετές διεθνής ποικιλίες εισήχθησαν στην Ελλάδα και πλέον καλλιεργούνται ευρέως (Σεχρεμέλη, 2018). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κρασί από αυτές τις ποικιλίες θεωρούνταν υψηλής ποιότητας και είχαν μεγάλη απήχηση στη διεθνή αγορά κρασιού.

Η Ελλάδα έχει κάνει σημαντικά βήματα τα τελευταία χρόνια όσον αφορά την αμπελοκαλλιέργεια και την αμπελουργική παραγωγή, η οποία απασχολεί χιλιάδες ανθρώπους. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Αμπελοκαλλιέργειας και Οινολογίας (OIV, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin), η συνολική έκταση των καλλιεργούμενων αμπελουργικών εκτάσεων στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια ήταν 106.000 εκτάρια το 2017, 108.000 εκτάρια το 2018 και 109.000 εκτάρια από το 2019 μέχρι και το 2021 (OIV, 2022). Με βάση στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) οι εκτάσεις αυτές ανέρχονται σε 1.029.349 στρέμματα τη χρονιά 2020, με το μεγαλύτερο μέρος τους να βρίσκεται στη Πελοπόννησο, τη Κρήτη, τη Μακεδονία, τη Στερεά Ελλάδα και τη Θεσσαλία (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, 2022).

Πλέον, εκτός από καθοριστικό τομέα για την ελληνική οικονομία και πολιτιστική κληρονομιά, το ελληνικό κρασί αποτελεί και σημαντικό εξαγωγικό προϊόν στην παγκόσμια αγορά. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για τα ελληνικά κρασιά έχει αναζωπυρωθεί, τόσο στο εσωτερικό όσο και διεθνώς. Σύμφωνα με στοιχεία της Κεντρικής Συνεταιριστικής Ένωσης Αμπελοοινικών Προϊόντων (ΚΕΟΣΟΕ), οι ελληνικές εξαγωγές κρασιού έφτασαν σε συνολική αξία τα 84.745.745 εκατομμύρια ευρώ το 2021, παρουσιάζοντας αύξηση 7,43% σε σχέση με το προηγούμενο έτος και 98.972.279 εκατομμύρια ευρώ το 2022 (αύξηση της τάξης του 16,79%), ανακάμπτοντας από τις δυσκολίες της πανδημίας του covid 19 (ΚΕΟΣΟΕ, 2022).

Ενώ ο κλάδος της αμπελουργίας σημειώνει πρόοδο σε πολλούς τομείς, υπάρχουν ακόμη σημαντικές προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν. Η αμπελοκαλλιέργεια, σήμερα, αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα εξαιτίας των συνεχώς αυξανόμενων θερμοκρασιών, λόγω της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής (Leeuwen and Darriet, 2016). Οι αυξητικές τάσεις της θερμοκρασίας και οι αλλαγές στο εποχικό πρότυπο κατανομής των βροχοπτώσεων, αποτελούν απειλή ιδίως για τις περιοχές που το νερό για άρδευση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα (Caffarraetal., 2012). Τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να μεταβάλουν και την ανθεκτικότητα σε ασθένειες και εχθρούς της αμπέλου (Olesenetal., 2011; Caffarraetal., 2012). Ασθένειες του ξύλου της αμπέλου μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές οικονομικές απώλειες λόγω της μειωμένης απόδοσης και ποιότητας της καλλιέργειας, καθώς και του αυξημένου κόστους για τη διαχείριση και τον έλεγχο αυτών (Mondello, 2018; Sosnowski, 2017). Οι καλλιεργητές και οι παραγωγοί θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι δημιουργικοί και προσαρμοστικοί, προκειμένου να ανταπεξέλθουν απέναντι σε αυτές τις προκλήσεις.

Εδώ και αρκετές δεκαετίες έχουν γίνει αναφορές για γενικευμένο θάνατο αμπελιών (σήψη της αμπέλου, πολυετείς καρκίνοι, νέκρωση του ξύλου κλπ.) σε αμπελώνες μεγάλης ηλικίας αλλά και σε νεαρά φυτά, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την αισθητή μείωση της ζωνρότητας και της παραγωγικότητας και τελικά το θάνατο

βραχιόνων, κεφαλών ή και ολόκληρων πρέμων (IoannisRumbos&ArtemisRumbou, 2001). Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα έχει καταστεί αρκετά επίκαιρο και διαδεδομένο και αποτελεί πλέον αιτία σημαντικής ανησυχίας. Ο γενικευμένος θάνατος στους αμπελώνες αναφέρεται ως ένα φαινόμενο κατά το οποίο τα αμπέλια παρουσιάζουν προοδευτική μείωση της ανάπτυξης, της απόδοσης και της συνολικής τους υγείας (Hrycanetal., 2020). Στην Ελλάδα, έχει αναφερθεί γενικευμένος θάνατος σε διάφορες περιοχές, με τις πιο συνηθισμένες αιτίες να είναι μυκητολογικές ασθένειες όπως το σύνδρομο της Ίσκα κ.ά. (E.A. Markakisetal., 2017). Οι ασθένειες αυτές, ευρέως γνωστές με τον όρο "Ασθένειες του Ξύλου της Αμπέλου" (GrapevineTrunkDiseases - GTDs), μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές οικονομικές απώλειες λόγω της μειωμένης απόδοσης (Fontaineetal. 2015; Larach, 2020; Travadon, 2022) και της ποιότητας της καλλιέργειας (Larignon P., 2009), καθώς και αυξημένο κόστος για τη διαχείριση και τον έλεγχο των ασθενειών (Gramaje, 2018). Ο αμπελουργικός τομέας για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της αυξανόμενης εμφάνισης των ασθενειών στο αμπέλι, στράφηκε στη χρήση αρσενικών νατρίου. Οι αρνητικές επιπτώσεις, ωστόσο, στην υγεία των καταναλωτών και στο περιβάλλον από τη χρήση αρσενικών νατρίου, οδήγησε στην απαγόρευση του, το 2003, χωρίς να έχει προταθεί μέχρι σήμερα κάποια εναλλακτική λύση για την αποτροπή των ασθενειών της αμπέλου (J. Kenfaouietal., 2022, J. Spinosi, 2008).

Το σημαντικότερο πρόβλημα με τις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, που απασχολεί τον κλάδο της φυτοπροστασίας αφορά την αδυναμία της άμεσης αναγνώρισης των συμπτωμάτων, δεδομένου ότι αυτά απαιτούν αρκετά χρόνια για να αναπτυχθούν μετά την αρχική μόλυνση (Lawrence D.P., 2017). Ο χρόνος που απαιτείται από την επώαση του παθογόνου μέχρι την έκφραση συμπτωμάτων στα πρέμνα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (Sosnowskiet al.,2007) και περιπλέκει την λήψη μέτρων πρόληψης, τόσο σε φυσικές συνθήκες, όσο και σε ελεγχόμενες (J. Kenfaouietal., 2022). Έτσι, η ασθένεια μπορεί να εξαπλωθεί εντός και μεταξύ των φυτών στον αμπελώνα πριν ο αμπελουργός αντιληφθεί την παρουσία της.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1. Μικροβίωμα της Αμπέλου

Πολύπλοκες κοινότητες μικροοργανισμών, οι οποίες συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά και με το αμπέλι, μπορούν να το επηρεάσουν με διάφορους τρόπους, είτε θετικά, ουδέτερα ή και αρνητικά (Bruezetal., 2014; Zarraonaindiaetal., 2015). Ολόκληρο το περιβάλλον του αμπελιού, το οποίο περιλαμβάνει τη φυλλόσφαιρα του φυτού, τη ριζόσφαιρα, η οποία αναφέρεται στο έδαφος που περιβάλλει τις ρίζες, αλλά και την ενδοσφαίρα η οποία αφορά το εσωτερικό των φυτικών ιστών, συμπεριλαμβανομένων των ριζών, του κορμού, των βραχιόνων, των κληματίδων και των φύλλων, χαρακτηρίζεται από την παρουσία τέτοιων ομάδων μικροοργανισμών (Cobosetal., 2022).

Ορισμένοι μικροοργανισμοί μπορούν να δημιουργήσουν ευεργετικές συμβιωτικές σχέσεις με το αμπέλι, βοηθώντας το να αποκτήσει θρεπτικά συστατικά ή προστατεύοντάς το από επιβλαβείς παθογόνους οργανισμούς (A. Schubert, 1985). Άλλοι μπορεί να έχουν ουδέτερη ή ακόμη και αρνητική επίδραση στο φυτό, προκαλώντας ασθένειες ή αναστέλλοντας την ανάπτυξή του (P. Bettenfeldetal., 2022). Συνολικά, οι μικροβιακές κοινότητες στη φυλλόσφαιρα, τη ριζόσφαιρα και την ενδοσφαίρα της αμπέλου είναι πολύπλοκες και δυναμικές και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της υγείας και της παραγωγικότητας του φυτού (G. Bergetal., 2014; C. Pinto, 2016). Η κατανόηση αυτών των κοινοτήτων και των αλληλοεπιδράσεων τους με το αμπέλι είναι ένας σημαντικός τομέας έρευνας για τους αμπελουργούς και τους παραγωγούς, καθώς μπορεί να τους βοηθήσει να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης των αμπελώνων τους και την παραγωγή ποιοτικών σταφυλιών και κατ' επέκταση οίνων.

Μέχρι και σήμερα, η πιο συνήθης προσέγγιση για τον χαρακτηρισμό των μικροοργανισμών αυτών, επικεντρώνεται σε μελέτες και αναλύσεις που αφορούν την καλλιέργεια των μικροοργανισμών αυτών σε περιβάλλον εργαστηρίου, με την απομόνωσή τους και στη συνέχεια τη ταυτοποίησή τους, μορφολογικά ή/και μοριακά (A. K. Gautam, 2022; M. J. Desai, 2003).

Μικροοργανισμοί οι οποίοι συναντώνται συχνά στο μικροβίωμα αμπελώνων είναι μεταξύ άλλων βακτήρια, μύκητες και διάφοροι ιοί (G. Armijoetal., 2016; P. Bettenfeldetal., 2022; P. Fournieretal., 2022). Λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητάς τους και του αντίκτυπου τους στην αμπελοκαλλιέργεια, οι μύκητες έχουν μελετηθεί εκτενέστερα σε σχέση με τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς (G. Medina-Pérezetal., 2019; M. C. Fisheretal., 2012). Κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες διερεύνησης των παθογόνων αιτιών των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου, μέσω απομονώσεων από συμπτωματικά και ασυμπτωματικάπρέμνα (Elena G. etal., 2018). Οι απομονώσεις αυτές έδειξαν ότι, τα παθογόνα που είχαν προηγουμένως θεωρηθεί υπεύθυνα για την εμφάνιση των ασθενειών GTDs, βρίσκονταν σε αρκετές περιπτώσεις σε ίδια ποσοστά αφθονίας σε συμπτωματικά και ασυμπτωματικάπρέμνα (Bruez E. etal., 2014), υποδηλώνοντας ότι πρόκειται είτε για λανθάνοντα παθογόνα, είτε για μικροοργανισμούς του μικροβιώματος της αμπέλου (Hofstetter V. etal., 2012). Το μυκητιακόμικροβίωμα (mycobioime) της αμπέλου, δηλαδή οι διάφορες μυκητιακές κοινότητες που συναντώνται μέσα/πάνω στο περιβάλλον των αμπελιών έχουν μελετηθεί προκειμένου να διαπιστωθεί αν, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (όταν δηλαδή οι

εδαφοκλιματικοί παράγοντες και ο γονότυπος της αμπέλου είναι ευνοϊκοί) (Hofstetter V. et al., 2012), μπορούν να θεωρηθούν ως σοβαρά παθογόνα και επιβλαβή για την γεωργική παραγωγή (Bruez E. et al., 2014; Sieber, 2007). Αναλύσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα δεν έχουν αποκαλύψει τη ποικιλομορφία του μικροβιώματος της αμπέλου και των ενδοφυτικών μυκήτων, λόγω δυσκολίας απομόνωσης των μικροοργανισμών ή/και μεροληψίας των μεθόδων καλλιέργειας (Elena G. et al., 2018; Hofer U., 2018; Bridge P. and Spooner B., 2001).

## 2.2. Ασθένειες της Αμπέλου

Ένα ευρύ φάσμα ασθενειών και εχθρών απειλεί τη βιωσιμότητα της αμπέλου και προβληματίζει έντονα τον αμπελουργικό τομέα. Πολλές από αυτές έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη παραγωγή της κάθε χρονιάς, προσβάλλοντας την καλλιέργεια και προκαλώντας σοβαρές ζημιές, ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες τη περίοδο της άνοιξης και πριν τη συγκομιδή είναι υγρές και σημειώνονται παρατεταμένες βροχοπτώσεις (Karlanetal. 2016). Τέτοιες ασθένειες είναι ο Βοτρύτης, ο Περονόσπορος, η Όξινη Σήψη των σταφυλιών, το Ωίδιο καθώς και άλλες με μικρότερο αντίκτυπο στη παραγωγή. (Ρούμπος και Ρούμπου, 2016). Στις περισσότερες από αυτές τις ασθένειες, ο εντοπισμός γίνεται άμεσα από τους αμπελουργούς και ο έλεγχος για τον περιορισμό τους είναι πλέον εφικτός και εύκολα διαχειρίσιμος με τη χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και διαφόρων στρατηγικών διαχείρισης.

Έντονες ζημιές παρατηρούνται στη περίπτωση μη παρασιτικών ασθενειών (S. A. J. Tarr, 1972). Οι διάφορες τροφοπενίες, η κακή διαχείριση φυτοπροστατευτικών προϊόντων και λιπασμάτων, οι κλιματολογικές συνθήκες είναι παράγοντες που επιδρούν στη φυσιολογική λειτουργία των φυτών (E. C. Stakman and J. GeorgeHarrar, 1957). Η Ξήρανση της Ράχης είναι μεταξύ των μη παρασιτικών ασθενειών με το μεγαλύτερο αντίκτυπο, μειώνοντας έως και 90% τη παραγωγή κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (Ιωάννης Χ. Ρούμπος και Άρτεμης Ρούμπου, 2016).

Οι ιώσεις συγκαταλέγονται μεταξύ των ασθενειών που δεν επιδέχονται κάποια αντιμετώπιση, ενώ οι διάφορες μέθοδοι καταπολέμησης που έχουν προταθεί δεν είναι εφαρμόσιμες (MarcFuchs, 2020). Μεταξύ αυτών, η Συστροφή του Φύλλου (Grapevineleafrollldisease - GLD) θεωρείται ως η πιο σπουδαία και διαδεδομένη παγκοσμίως (Hans J. Mareeetal., 2013).

Στη κατηγορία των εχθρών της αμπέλου (Ακάρεα, Νηματώδεις, Έντομα) η σοβαρότερη απειλή υπήρξε η Φυλλοξήρα, όπου στο τέλος του 19ου αιώνα κατέστρεψε ένα πολύ μεγάλο μέρος του ευρωπαϊκού αμπελώνα, ωθώντας στη χρήση των αμερικανικών υποκειμένων (J. Tello, 2019).

Τέλος, πολλές ασθένειες παρουσιάζουν καταστρεπτικό χαρακτήρα για την άμπελο, προσβάλλοντας το ξύλο της αμπέλου (Ισκα, Βοτρυοσφαίρια, Ευτυπίωση), χωρίς να υπάρχουν μέχρι και σήμερα αποτελεσματικές μέθοδοι καταπολέμησης αυτών, παρά μόνο μέτρα πρόληψης και ασφαλούς διαχείρισης των καλλιεργειών για τον περιορισμό της ανάπτυξης των μολύνσεων. Αυτές είναι και οι ασθένειες για τις οποίες γίνεται λόγος στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

## 2.3. Ασθένειες του Ξύλου της Αμπέλου – Grapevine Trunk Diseases (GTDs)

Οι ασθένειες του ξύλου της αμπέλου αποτελούν σοβαρή απειλή για τη βιωσιμότητα των αμπελώνων και της οινοποιητικής κληρονομιάς. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο αντίκτυπος στην υγεία και τη βιωσιμότητα του αμπελιού είναι άμεσος, οι οικονομικές συνέπειες σφοδρές, ενώ η πρόληψη και η άμεση ανίχνευση αν και ζωτικής σημασίας απαιτεί πολυδιάστατη προσέγγιση και είναι συχνά πολύ δύσκολη.

### 2.3.1. Κύριες ασθένειες που σχετίζονται με το φαινόμενο

Σημειώνονται τρεις κύριες ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, οι οποίες προκαλούνται από διάφορες ομάδες μυκήτων. Αυτές είναι η Ίσκα, η Ευτυπίωση και η Βοτρουσφαίρια. Η Ίσκα αποτελεί σοβαρότατη ασθένεια η οποία εντοπίζεται σε όλη την Ευρώπη ενώ η Ευτυπίωση είναι πρόβλημα μείζονος σημασίας σε όλο το κόσμο (ΟΙΥ, 2016). Η Βοτρουσφαίρια είναι επίσης παγκόσμιο πρόβλημα, αλλά όχι τόσο κατανοητή και εύκολα αναγνωρίσιμη από τους αμπελουργούς (R.Smart, 2015).

Οι ασθένειες του ξύλου της αμπέλου έχουν χαρακτηριστεί ως ομάδα ασθενειών που προκαλείται από πολλούς και διαφορετικούς παθογόνους μύκητες (Bekrisetal., 2021).

Οι μύκητες *Phaeomoniellachlamydospora*, *Phaeoacremonium*spp., και *Fomitiporia mediterranea* έχουν συσχετιστεί με το Σύνδρομο της Ίσκας (Bruno G. etal., 2007; Crous P.W. etal., 1996), ο μύκητας *Eutypalata* εντοπίζεται ως παθογόνο της ασθένειας Ευτυπίωση (W. M. Pittetal., 2010; Jimenez-Tejaetal., 2006), ενώ διάφορα γένη μυκήτων της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* (*Diplodia*, *Lasiodiplodia*, *Neofusicoccum* κ.ά.) έχουν απομονωθεί και ταυτοποιηθεί ως παθογόνα αίτια της ασθένειας Βοτρουσφαίρια (P.W.Crousetal., 2006). Τα συμπτώματα των ασθενειών αυτών μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με το συγκεκριμένο παθογόνο που προκαλεί την ασθένεια, αλλά υπάρχουν ορισμένα γενικά συμπτώματα που είναι κοινά στις περισσότερες ασθένειες του ξύλου της αμπέλου (G. Del Frarietal., 2019).

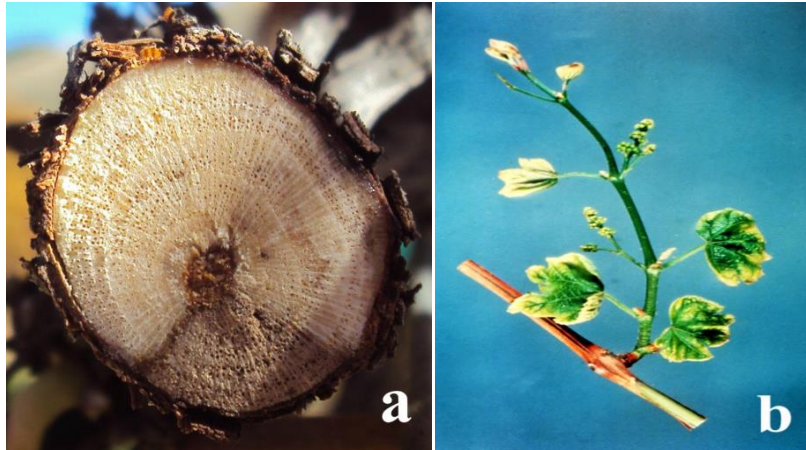


**Εικόνα 1:** (α-β,)Συμπτώματα εύθρυπτου ξύλου και μεταχρωματισμού στους βραχίονες των πρέμων, (γ-δ) Λωρίδες τίγρη στο φύλλωμα (Μ. Ευθυμίου, Αμύνταιο 2022).



**Εικόνα 2:** Μολυσμένα αμπέλια με διάφορα συμπτώματα σε διάφορους αμπελώνες (Doukkalavineyards). (a) Χαρακτηριστικό φαινόμενο αποπληξίας της αμπέλου. (b) Αμπέλι που εμφανίζει γενική καχεξία με κοντούς έλικες βλαστών. (c) Χαρακτηριστική νέκρωση της ασθένειας της Βοτρουσφαίριας. (d) Αποφλοίωση του ξύλου με μεταχρωματισμό (καστανή λωρίδα). (e) Συμπτώματα έλκους, κοκκινωπό-καφέ με καλά οριοθετημένες ελλειπτικές περιοχές στην εξωτερική επιφάνεια του κορμού της αμπέλου. (J. Kenfaoui et al., 2022).





**Εικόνα 3 :** (α) Διατομή από μολυσμένο βραχίονα. Τριγωνικού σχήματος νέκρωση με σκούρο καστανό μεταχρωματισμό που προκαλείται από την ασθένεια της Ευτυπίωσης (*R. Travadon*). (β) Συμπτώματα στα φύλλα και στο βλαστό (αδύνατος χλωρωτικός βλαστός με μικρά μεσογονάτια διαστήματα και φύλλα μικρά και παραμορφωμένα) (Michael A. Ellis, Department of PlantPathology, 2008).

### 2.3.2. Σύνδρομο της Ίσκα (*EscaComplex*)

Η Ίσκα αποτελεί μυκητολογική ασθένεια που προκαλείται από διαφορετικά παθογόνα και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ανάπτυξη και την παραγωγή της αμπέλου. Οι σημαντικότεροι και πιο ευρέως διαπιστωμένοι παθογόνοι μύκητες που σχετίζονται με το σύνδρομο της Ίσκα σε αμπελώνες περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τους ασκομύκητες *Phaeoacremonium* spp. και *Phaeomoniellachlamydospora* καθώς και τον βασιδιομύκητα *Fomitiporia mediterranea* (*P.W. Crous et al.*, 1996; *Larignon P, Dubos B.* 1997; *Fischer M.*, 2006).

Επειδή οι μύκητες *Phaeoacremonium minimum* (πρώην *aleophyllum*) και *Phaeomoniellachlamydospora* θεωρούνται οι κύριοι αιτιολογικοί παράγοντες του συμπλέγματος της Ίσκα των νεαρών αμπελώνων, αρκετές μελέτες που επικεντρώνονται στον βιολογικό τους κύκλο έχουν διεξαχθεί (*C. Bertsch et al.*, 2013). Τα σπόρια των δύο αυτών μυκήτων μπορούν να διεισδύσουν στο φυτό εντός των ρωγμών από πληγές κλαδέματος, κατά τη βλαστική περίοδο, αλλά και να εξαπλωθούν μέσω του πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου, από μολύνσεις σε φυτώρια (*Ángeles Aroca et al.* 2010; *D. Gramaje et al.* 2011). Απομονώσεις μυκήτων από το φύλλωμα δεν έχουν αναφερθεί μέχρι σήμερα, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα συμπτώματα στα φύλλα είναι αποτέλεσμα δευτερογενών μεταβολικών από τα παθογόνα του ξύλου (*Adolfi et al.*, 2011; *Reveglia et al.*, 2019), φυτοτοξικών προϊόντων από την αποσύνθεση του ξύλου (*Evidente et al.*, 2010) ή/και τοξινών από την αλληλεπίδραση φυτού-παθογόνου (*Del Frari et al.*, 2021).

Οι δύο αυτοί ασκομύκητες συνδέονται με τις καφέ ραβδώσεις του ξύλου (ασθένεια του Petri, παρακμή των νεαρών αμπελώνων), όμως εμφανίζονται και στη περίπτωση των αμπελώνων μεγαλύτερης ηλικίας, με συμπτώματα είτε μόνο εσωτερικά είτε και εσωτερικά και εξωτερικά (*A.A. Brown*, 2019; *Gramaje D.*, 2018; *Del Frari G.*, 2021). Ένα επίσης σύμπτωμα που παρατηρείται στη περίπτωση των δύο αυτών παθογόνων είναι τα μαύρα στίγματα (*Black Measles*) στα σταφύλια (*L. Chiarappa*, 2000). Αντίθετα, όταν το αίτιο της προσβολής είναι ο βασιδιομύκητας *Fomitiporia mediterranea*, τα συμπτώματα στο φυτό (σε μεγαλύτερης ηλικίας πρέμνα, 8 έως 10 ετών και άνω) εμφανίζονται (σε επιμήκη τομή) ως ανοιχτόχρωμος και εξαιρετικά εύθρυπτος και σπογγώδης ιστός (*Andrea Pacetti et al.*, 2022), ενώ οριοθετείται συνήθως και από μία παχιά μαύρη ή σκούρα καστανή

γραμμή που οριοθετεί το προσβεβλημένο από το υγιές ξύλο (L. Mugnaietal., 1999).

Τα συμπτώματα στα φύλλα κάνουν την εμφάνισή τους πολύ μετά την αρχική μόλυνση από τα παθογόνα (Surico G. etal., 2006) και χαρακτηρίζονται ως “λωρίδες τίγρη”, οι οποίες ξεκινούν ως κηλίδες πάνω στην επιφάνεια του φυλλώματος (μικρές, ακανόνιστες, ανοιχτό-πράσινες κηλίδες) και επεκτείνονται στη συνέχεια μεταξύ των αγγείων ή και κατά μήκος των άκρων των φύλλων συγκλίνοντας για να καταλήξουν εν τέλει ως χλωρωτικές και νεκρωτικές κηλίδες (L. Martínetal., 2019; G. Surico, 2009; L. Mugnaietal., 1999). Τα συμπτώματα αυτά δεν συνδέονται άμεσα με εκείνα του ξύλου, εμφανίζονται συνήθως αρκετά χρόνια αφότου ένα πρέμνο έχει μολυνθεί και τα συμπτώματα στο ξύλο έχουν ήδη αναπτυχθεί (Bertschetetal., 2013; Calzaranoetal., 2017; Mondelloetal., 2018). Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη των συμπτωμάτων στα φύλλα δεν είναι συστηματική και δε μπορούν να προβλεφθούν από έτος σε έτος γεγονός που υποδηλώνει ότι πολλοί παράγοντες πιθανόν να εμπλέκονται στην ανάπτυξή τους (C. Bertschetetal., 2013).

Δύο μορφές Ίσκα έχουν καταγραφεί σε μεγαλύτερης ηλικίας πρέμνα: η χρόνια μορφή και η αποπληξία (απότομη ξήρανση του πρέμνου) (L. Martínetal., 2019). Και στις δύο περιπτώσεις, τα συμπτώματα των προσβεβλημένων από το σύνδρομο της Ίσκα πρέμνων αναπτύσσονται εξωτερικά και είναι εμφανή τους μήνες μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου (L. Mugnaietal., 1999). Στη χρόνια μορφή, μετά τη μόλυνση από το παθογόνο (ή τα παθογόνα) η ξήρανση του φυτού είναι σταδιακή και σιγά σιγά επεκτείνεται από τα φύλλα της βάσης, με τη μορφή μεταχρωματισμού και ξήρανσης στα μεσονεύρια διαστήματα, σε ολόκληρο το πρέμνο, ενώ παραμένει μια πράσινη ζώνη κατά μήκος των κύριων νεύρων (L. Mugnaietal., 1999). Στη μορφή της αποπληξίας, αντίθετα, η ξήρανση είναι ξαφνική και ταχύτατη (σαν κάψιμο), ξεκινώντας από τα φύλλα και επεκτείνεται στους καρπούς και τους βλαστούς, μέχρι τελικά τη πλήρη νέκρωση του πρέμνου (P. Letouseyetal., 2009). Υγιή φύλλα μπορούν να ξεραθούν εντός ολίγων ημερών, ενώ συνήθως η βίαιη αυτή μεταστροφή της κατάστασης του αμπελιού συμβαίνει όταν οι συνθήκες που επικρατούν είναι ιδιαίτερα ξηρικές και θερμές και ακολουθούνται από βροχοπτώσεις (Suricoetal., 2006).

Το σύνδρομο της Ίσκα, λοιπόν, μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η ξηρασία, οι έντονες καιρικές συνθήκες καθώς και οι ακραίες θερμοκρασίες (Olesenetal., 2011), οι οποίες μπορούν να αποδυναμώσουν τα αμπέλια και να τα καταστήσουν πιο ευάλωτα στη μόλυνση (Maracchietal., 2005). Πράγματι, οι υψηλές θερμοκρασίες, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, οι οποίες συμπίπτουν με τη περίοδο του θέρους και των κρίσιμων φαινολικών σταδίων της αμπέλου, σε συνδυασμό με μειωμένες βροχοπτώσεις, μπορούν να επιδράσουν στην ανθεκτικότητα των πρέμνων απέναντι σε ασθένειες (Niekerketal., 2011; Maracchietal., 2005; Olesen, 2002). Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει, μεταξύ άλλων, και την αλληλεπίδραση παρασίτου/παθογόνου-ξενιστή (Caffaraetal., 2012). Διάφορες στρατηγικές διαχείρισης της Ίσκα έχουν προταθεί ως μέθοδοι καταπολέμησης, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται το κλάδεμα και η εξυγίανση, καθώς και η χρήση μυκητοκτόνων και βιολογικών παραγόντων καταπολέμησης. Ωστόσο, η πρόληψη είναι το κλειδί για τη διαχείριση της ασθένειας και για ένα υγιές φυτικό υλικό.

### 2.3.3. Ευτυπίωση (*Eytypa* Dieback)

Ο ασκομύκητας *Eytypalata* (*E. armeniaca*) (M.V. Carter, 1988) θεωρείται ως το κύριο παθογόνο που προκαλεί την ασθένεια της Ευτυπίωσης, με την ατελή του μορφή να είναι ο *Libertellablepharis* (G. P. Munkvold, 2001). Τα ασκοσπόρια του μύκητα *E. lata* προσβάλλουν το φυτό μέσω πληγών κλαδέματος και μολύνουν αρχικά τους ιστούς του ξυλώματος και στη συνέχεια το κάμβιο (G.P.Munkvold, et al.,1994). Η ασθένεια της Ευτυπίωσης εκτός από τον μύκητα *E. Lata* μπορεί να προκληθεί και από άλλα είδη της οικογένειας *Diatrypaceae*, αν και σπανιότερα. Έχουν αναφερθεί 15 επιπλέον είδη της οικογένειας *Diatrypaceae* σε αμπελώνες παγκοσμίως, μεταξύ αυτών: *E. leptoplaca*, *Cryptosphaeriapullmanensis*, *Cryptovalsaampelina*, *C. rabenhortsii*, *Diatrypesp.*, *Diatrypeoregonensis*, *D. stigma*, *D. whitmanensis*, *D. vulgaris*, *Diatrypellaverrucaeformis*, *Eutypellavitis*, *E. leprosa*, *E. citricola*, *E. microtheca*, και *E. scoparia* (P.E. Rolshausenet al., 2014; Carter, M. V. 1957; M. Cataletal., 2007; L. Mostertetal., 2004; P.E. Rolshausenet al.,2006; Trouillasetal., 2004; Trouillasetal., 2011; Trouillasetal., 2010).

Ορισμένα κοινά συμπτώματα της ασθένειας περιλαμβάνουν καχεκτική ανάπτυξη, έλκη στον κορμό και τους βραχίονες και ξήρανση των κληματίδων (G. P. Munkvold, 2001). Τα πρώτα συμπτώματα παρατηρούνται την περίοδο της άνοιξης, όπου σε προσβεβλημένα πρέμνα εμφανίζονται καχεκτικές κληματίδες με μικρά μεσογονάτια διαστήματα, μικροφυλλία, παραμορφώσεις, χλώρωση, περιφερειακή ξήρανση του ελάσματος των φύλλων καθώς και ανισορραγία (I. Rumbos & A. Rumbou, 2001). Σε εγκάρσια τομή του προσβεβλημένου βραχίονα, πιθανότατα σε σημείο που έχει γίνει παλιά τομή, μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή η ξήρανση που έχει υποστεί το πρέμνο από τη μόλυνση, η οποία τις περισσότερες φορές εμφανίζεται να έχει χαρακτηριστική τριγωνική μορφή, με καστανό μεταχρωματισμό και πολύ συμπαγή δομή, σε σχέση με το υγιές ξύλο (G. P. Munkvold, 2001). Μερικά χρόνια μετά, τα πρέμνα αρχίζουν να νεκρώνονται καθώς η μόλυνση επεκτείνεται και η ξήρανση αρχίζει να περιβάλλει ολόκληρο το κορμό.

Η μόλυνση των πρέμνων μπορεί να συμβεί μέσα από τις τομές που γίνονται κατά το κλάδεμα ή την ανανέωση (M. delPilarMartínez-Dizetal., 2020). Μέσα σε αυτές τις τομές ο ασκομύκητας εναποθέτει τα σπόρια του, τα οποία είναι αερομεταφερόμενα, μπορούν να διανύσουν αρκετά μεγάλες αποστάσεις και απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων (E. Paillassa, 1992). Τις πρώτες εβδομάδες μετά το κλάδεμα, τα αμπέλια εμφανίζονται να είναι πιο ευάλωτα στη μόλυνση, ενώ τα πρώτα συμπτώματα συνήθως δεν είναι εμφανή πριν τον 3-4 χρόνο της μόλυνσης, λόγω αργής εξέλιξης (G. P. Munkvold, 2001; P.E. Rolshausenet al., 2014).

### 2.3.4. Βοτρυοσφαίρια (*Botryosphaeria* Dieback)

Η ασθένεια Βοτρυοσφαίρια είναι μια μυκητολογική ασθένεια που προσβάλλει διάφορα δενδρώδη και οπωροφόρα δένδρα, μεταξύ αυτών και το αμπέλι (Farr and Rossman, 2011). Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες, οι οποίες αποσκοπούν στην κατανόηση των παθολογικών αιτιών, τη περιγραφή των χαρακτηριστικών συμπτωμάτων και τη διαχείριση της ασθένειας (Úrbez-Torres, J. R. and Gubler, W. D., 2009; Úrbez-Torres, 2011; P. E. Rolshausenet al., 2010). Η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης προσβολών της ασθένειας έχει σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις στη παραγωγή και αποτελεί σοβαρό κίνδυνο βιωσιμότητας των

καλλιιεργειών σε διάφορες αμπελουργικές περιοχές (Siebert, J. B. 2001; A. Larachetal., 2020).

Τα παθογόνα αίτια που ευθύνονται για τη εμφάνιση της ασθένειας καθώς και η ιδιότητά τους να προκαλούν μαρασμό και ξήρανση των αμπελιών μελετήθηκαν διεξοδικά και πλέον σήμερα έχει ταυτοποιηθεί ότι η ασθένεια είναι αποτέλεσμα προσβολής από είδη μυκήτων της οικογένειας Botryosphaeriaceae (Hawksworthetal., 1995; Crousetal., 2006; Cannon and Kirk, 2007). Από τα 21 τουλάχιστον είδη της οικογένειας Botryosphaeriaceae (φύλλο Ascomycota) που έχουν ταυτοποιηθεί και εμφανίζονται σε αμπελώνες παγκοσμίως (Úrbez-Torres, 2011) και τα οποία κατατάσσονται σε συνολικά 7 γένη, μερικά από αυτά σχετίζονται με την ασθένεια της Βοτρυοσφαίριας και απομονώνονται πιο συχνά από αμπελώνες (El-Goorani M.A. and M.A. ElMeleigi, 1972; Lehoczky J., 1974a; Lehoczky J., 1974b; Latorre B.A. etal., 1986; Phillips A.J.L., 1998; Phillips A.J.L., 2002). Μεταξύ αυτών, τα επικρατέστερα είδη είναι τα *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum*, *Diplodia mutila*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum australe*, *Botryosphaeria lutea* και *Botryosphaeria viticola* (C. Bertschetal., 2013). Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι τα διάφορα είδη, προκειμένου να αναπτύξουν καρποφόρες δομές, απαιτούν και διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (J. Kenfaouietal. 2022). Ως αποτέλεσμα, διαφορετικοί μύκητες μπορούν και αναπτύσσονται σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (Copes W.E etal., 2014).

Κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες προκειμένου να γίνει μια στοχευμένη περιγραφή του βιολογικού κύκλου των μυκήτων της οικογένειας Botryosphaeriaceae. Αυτό που είναι γνωστό σήμερα είναι ότι τα πυκνίδια (μικρές σκουρόχρωμες δομές, με μεγάλη αντοχή σε αντίξοες καιρικές συνθήκες) των συγκεκριμένων μυκήτων διαχειμάζουν και αναπτύσσονται στο μολυσμένο ξύλο ή σε τομές κλαδέματος (N.T. Amrongsahetal., 2012; Úrbez-Torres, J. R. and Gubler, W. D., 2009; P. E. Rolshausenetal., 2010). Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου τα πυκνίδια αυτά απελευθερώνουν κονίδια, τα οποία στη συνέχεια με την ενυδάτωση (βροχή, άρδευση) και με τον αέρα θα μεταφερθούν σε διάφορα σημεία μέσα στον αμπελώνα (Úrbez-Torresetal., 2011). Ο μύκητας στη συνέχεια διεισδύει εντός του αγγειακού συστήματος του φυτού μέσω εγχοπών και πληγών κλαδέματος, δημιουργώντας σοβαρή βλάβη στα αγγεία του ξυλώματος και τελικά νέκρωση του ξύλου (N.T. Amrongsahetal., 2012). Σε ορισμένα είδη, ψευδοθήκια σχηματίζονται στο εξωτερικό των ελκών και παράγουν ασκοσπόρια (P. Larignon, 2016). Όπως και τα κονίδια έτσι και τα ασκοσπόρια με την επίδραση βροχοπτώσεων και του αέρα διαδίδονται μέσα στον αμπελώνα και προσβάλλουν τα φυτά μέσω των φρέσκων πληγών κλαδέματος (Ridgway H.J. etal., 2011). Νέα πυκνίδια σχηματίζονται στο εξωτερικό του ξύλου και με αυτό το τρόπο συνεχίζεται η εξέλιξη της μόλυνσης (P. Larignon, 2016).

Αφού προκληθεί η αρχική μόλυνση, τα συμπτώματα μπορούν να εντοπιστούν γύρω από τις πληγές από τις οποίες και εισήλθε το παθογόνο (P. Larignon, 2016). Αναφορές για χαρακτηριστικά συμπτώματα στα πράσινα μέρη του φυτού δεν είναι συνήθεις, ωστόσο ορισμένες χλωρώσεις ή παραμορφώσεις φύλλων μπορούν να παρατηρηθούν (Larignon, 2012). Στα κυριότερα συμπτώματα συγκαταλέγονται τα έλκη που σχηματίζονται γύρω από τις πληγές, ενώ η μόλυνση με το καιρό ακολουθεί πορεία προς το έδαφος, εξού και η ονομασία “botryosphaeriadieback” (P. Larignonetal., 2009). Καθώς καταστρέφονται τα αγγεία του ξυλώματος, σχηματίζεται εντός του ξύλου καστανός μεταχρωματισμός σε τριγωνικό συνήθως σχήμα, ο οποίος μπορεί εύκολα να συγχυστεί με αυτόν στην περίπτωση της Ευτυπίωσης (Munkvold G.P. etal., 1994; Taylor A. etal., 2005). Συμπτώματα εντοπίζονται συχνά και στα σταφύλια, κυρίως σε πρέμνα μεγαλύτερης ηλικίας. Μικρές επίπεδες κηλίδες (1-4mm)

εμφανίζονται στους φλοιούς (στις κόκκινες ποικιλίες δεν είναι εύκολα ορατές), οι οποίες αναπτύσσονται, ώσπου τα σταφύλια μαυρίζουν, συρρικνώνονται, γίνονται κολλώδη με μαύρα στίγματα (πυκνίδια) και τελικά πέφτουν ή απορρίπτονται ως μη κατάλληλα για βρώση ή οινοποίηση (Wunderlich N. et al., 2010).

Η έρευνα σχετικά με την ασθένεια που προκαλείται από μύκητες της οικογένειας Botryosphaeriaceae επικεντρώνεται επίσης στην ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης για τον έλεγχο της ασθένειας, συμπεριλαμβανομένων καλλιεργητικών πρακτικών, χημικών θεραπειών και μεθόδων βιολογικής καταπολέμησης (Úrbez-Torres, J. R. and Gubler, W. D., 2009; P. E. Rolshausen et al., 2010; Bester et al., 2007; . Η συνεχιζόμενη έρευνα αποσκοπεί στη βελτίωση της κατανόησης του βιολογικού κύκλου της ασθένειας και στην ανάπτυξη νέων εργαλείων και στρατηγικών για μια ολοκληρωμένη και στοχευμένη διαχείριση (N.T. Amponsah et al., 2012).

## 2.4. Αντιμετώπιση των Ασθενειών του Ξύλου της Αμπέλου

Μετά την απαγόρευση της χρήσης αρσενικόδου νατρίου για τη χημική αντιμετώπιση των ασθενειών της αμπέλου, η συχνότητα εμφάνισης των ασθενειών αυτών αυξήθηκε σημαντικά, με σοβαρό αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής (Bertsch et al., 2009; Larache et al., 2020). Παράλληλα, διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές με λανθασμένους χειρισμούς στο αμπέλι που υιοθετήθηκαν σε συνδυασμό με τη χρήση μολυσμένου φυτικού υλικού, επιδείνωσε περαιτέρω το φαινόμενο (Gramaje et al., 2018).

Η αντιμετώπιση των ασθενειών της αμπέλου βασίζεται κατά κύριο λόγο σε προληπτικά μέτρα (Gramaje et al., 2018; Sosnowski and McCarthy, 2017). Η μελέτη επικεντρώνεται ιδιαίτερα στα φυτώρια, με την παρουσία μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού να έχει επιβεβαιωθεί από αρκετές έρευνες (Aroca et al., 2010; Mugnai et al. 1999; Halleen et al. 2003). Η σωστή διαχείριση του φυτικού υλικού και η προστασία από πληγές σε συνδυασμό με τη πρόληψη των μολύνσεων από μυκητιακά στελέχη κατά τον εμβολιασμό (απολύμανση εργαλείων κλαδέματος και χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων) θεωρείται ύψιστης σημασίας (Gramaje and Armengol, 2011).

Ορισμένες θεραπευτικές πρακτικές φαίνεται επίσης να εφαρμόζονται από τους παραγωγούς στο αμπέλι, ακόμα και αν δεν έχουν επικυρωθεί πειραματικά (Mondello et al., 2018), για παράδειγμα το κατακόρυφο σχίσσιμο του κορμού του πρέμνου στη μέση που εφαρμόζεται από πολλούς παραγωγούς ακόμα και στη χώρα μας. Τα διάφορα παθογόνα των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου έχουν διαφορετική αντίδραση στις διάφορες μεθόδους πρόληψης, πρακτικές αντιμετώπισης και περιορισμού της μόλυνσης (D.C. Mundy and M.A. Manning, 2010). Για το σύνδρομο της Ίσκας, δεν έχει προταθεί κάποια χημική μέθοδος καταπολέμησης, ενώ προτείνονται προληπτικά μέτρα (αποφυγή μεγάλων εγκοπών κλαδέματος που θα καταστήσουν ευάλωτο το φυτικό υλικό σε μολύνσεις) (Gramaje and Armengol, 2011) και έλεγχος των φυτωρίων για την αποφυγή μόλυνσης από τα είδη *Phaeoamoniella* και *Phaeoacremonium* (Surico et al., 2008).

Για την ασθένεια της Ευτυπίωσης, οι διάφορες πρακτικές επικεντρώνονται στο περιορισμό της μόλυνσης μέσω του κλαδέματος (καθυστερημένο κλάδεμα, διπλό κλάδεμα και απολύμανση πληγών) και την απομάκρυνση του μολυσμένου φυτικού υλικού (Pitt et al. 2010), ενώ ελλείψει αποτελεσματικής χημικής θεραπείας, το ίδιο

προτείνεται και για την ασθένεια της Βοτρυσφαίριας και τις μολύνσεις από τους μύκητες της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* (Pearson&Goheen 1988). Το καθυστερημένο κλάδεμα (λίγο πριν την έκπτυξη των οφθαλμών) έχει υιοθετηθεί από τους αμπελουργούς καθώς λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων στο τέλος του χειμώνα και της αύξησης της θερμοκρασίας, υπάρχει χαμηλότερος κίνδυνος μόλυνσης (Petzoldetal., 1981). Επιπλέον, λόγω και της κυκλοφορίας των χυμών του φυτού που ξεκινάει σταδιακά μετά τη περίοδο ληθάργου, επιταχύνεται περαιτέρω η επούλωση των πληγών. Το διπλό κλάδεμα είναι, επίσης, μια σημαντική πρακτική πρόληψης από τις μολύνσεις (Karlanetal. 2016). Αποτελεί τροποποιημένη εκδοχή του καθυστερημένου κλαδέματος, κατά την οποία οι κληματίδες κλαδεύονται με μηχανικό τρόπο (συνήθως) έως τα 0,4μ. περίπου στις αρχές του χειμώνα, ακολουθούμενο από ένα δεύτερο χειροκίνητο κλάδεμα στο τέλος του χειμώνα για την αφαίρεση του ξύλου που μολύνθηκε μετά το πρώτο κλάδεμα και την προσαρμογή σε παραδοσιακά κλαδέματα με 2 οφθαλμούς (Karlanetal., 2016; Weberetal., 2007). Η εφαρμογή μυκητοκτόνων σε νωπές πληγές κλαδέματος μπορεί επίσης να αποτελέσει προστατευτικό φράγμα απέναντι στις μολύνσεις (Rolshausenetal., 2010).

Η βιολογική προσέγγιση καταπολέμησης των παθογόνων αιτιών, με τη χρήση παραγόντων βιοελέγχου, έχει προταθεί ως μία αποτελεσματική μέθοδος προστασίας των καλλιεργειών της αμπέλου (Gramaje and Armengol, 2011). Διάφορα ενδοφυτικά είδη του γένους *Trichoderma* έχουν μελετηθεί και προταθεί ως φυσικός τρόπος αντιμετώπισης των προσβολών και κατ' επέκταση μείωσης της συχνότητας εμφάνισης των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου (Guzmanetal., 2023).

## 2.5. Καλλιεργούμενες ποικιλίες που μελετήθηκαν - Chardonnay, Gewürztraminer και SauvignonBlanc

Οι μελετώμενες ποικιλίες της τρέχουσας εργασίας είναι και οι τρεις ξενικής προέλευσης (οι Chardonnay και Sauvignon Blanc γαλλικής προέλευσης, ενώ η Gewürztraminer γερμανικής) και ιδιαίτερα διαδεδομένες σε πολλές αμπελουργικές χώρες του κόσμου. Στη χώρα μας, και οι τρεις ποικιλίες επιτρέπεται να καλλιεργηθούν σε συγκεκριμένα αμπελουργικά διαμερίσματα, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για τις συνιστώμενες και επιτρεπόμενες ποικιλίες αμπέλου (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Η ποικιλία Chardonnay είναι μία λευκή ποικιλία από την οποία παρασκευάζονται οίνοι υψηλής ποιότητας, με τεράστια αμπελουργική σημασία για πολλές χώρες του κόσμου (M. Deinetal., 2021), μεταξύ αυτών και η χώρα μας, με τη καλλιεργούμενη έκταση να φτάνει τα 7.250 στρέμματα (Δ. Σταύρακας, 2015). Αποτελεί εξαιρετικά ευέλικτη ποικιλία η οποία μπορεί και προσαρμόζεται στις εδαφοκλιματικές συνθήκες διαφόρων περιοχών ανά τον κόσμο (J. M. Gambettaetal., 2014). Είναι ποικιλία μέτρια παραγωγική, η οποία βλαστάνει συνήθως το πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου και παρουσιάζει ευαισθησία σε μολύνσεις από περονόσπορο και οίδιο, όταν οι συνθήκες είναι ιδιαίτερα υγρές και επικρατούν εκτεταμένες βροχοπτώσεις κατά την ωρίμανση (Δ. Σταύρακας, 2015). Δεν έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα κάποια συσχέτιση της ποικιλίας με πιθανή ευαισθησία απέναντι στους παθογόνους παράγοντες των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου.

Η ποικιλία SauvignonBlanc, επίσης λευκή ποικιλία, καλλιεργείται εντατικά από πολλούς αμπελουργούς στη χώρα μας (συνολική καλλιέργεια 7.400 στρέμματα) (Δ.



Σταύρακας, 2015). Από τη καλλιέργειά της σε διάφορες αμπελουργικές περιοχές, μπορεί και παρουσιάζει ευελιξία, ανεξάρτητα από τους κλιματολογικούς παράγοντες και να αποδίδει σταθερά καλές αποδόσεις (V. A. Carey, et al. 2008). Είναι ποικιλία πρώιμη η οποία βλαστάνει το δεύτερο δεκαήμερο του Μαρτίου (Δ. Σταύρακας, 2015), ενώ έχει διαπιστωθεί ότι παρουσιάζει αρκετά μεγάλη ευαισθησία στην ασθένεια της Ευτυπίωσης (Boubals, 2003). Αντιστοίχως, σε πιο πρόσφατη μελέτη, οι MariaChiaraRosaceetal. διατύπωσαν πως το SauvignonBlanc παρουσιάζει μεγαλύτερη ευπάθεια απέναντι στις ασθένειες του ξύλου σε σχέση με άλλες ποικιλίες (MariaChiaraRosaceetal., 2023).

Η ποικιλία Gewürztraminer, ερυθρωπού χρώματος, αποτελεί τυπική ποικιλία των βόρειων ευρωπαϊκών οινοπαραγωγικών χωρών, η οποία κατά τους Huglin και Schneider παρουσιάζει πλήθος κλώνων σε ό,τι αφορά το αρωματικό μοσχάτο προφίλ της (Huglin P. and Schneider C., 1998). Καλλιεργείται στη χώρα μας σήμερα ως κλώνος (μεταξύ των κλώνων traminer είναι και ο πιο αρωματικός), με καλλιεργούμενη έκταση περίπου 700 στρέμματα (Δ. Σταύρακας, 2015). Όπως και στη ποικιλία Chardonnay, η ευαισθησία της ποικιλίας Gewürztraminer στις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου δεν έχει προσδιοριστεί.

Ενώ οι επιπτώσεις των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου είναι ανάλογες της ηλικίας του αμπελώνα, με τα σοβαρότερα συμπτώματα να εμφανίζονται σε αμπελώνες μεγάλης ηλικίας (Gubleretal.2005), η σοβαρότητα διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία, ενώ δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα ανθεκτική ποικιλία απέναντι σε αυτές τις ασθένειες (Gubleret al.2005; Suricoetal.2006).

## 2.6. Αμπελουργική Ζώνη Αμύνταιου

Η ζώνη αμπελοκαλλιέργειας της περιοχής του Αμύνταιου θεωρείται ως η βορειότερη στην Ελλάδα, ενώ έχει χαρακτηριστεί και ως προνομιούχα για τη παραγωγή κρασιών υψηλής ποιότητας (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης). Εκτείνεται στο ομώνυμο οροπέδιο με τις σημαντικότερες εκτάσεις (από την άποψη της αμπελοκαλλιέργειας) να είναι οι οικισμοί Βεγόρα, Αμύνταιο, Άγιος Παντελεήμονας, Πέτρες και Ξινό Νερό. Η πλειονότητα των αμπελουργικών εκτάσεων εκτείνεται σε υψόμετρο από 570-750 μέτρα και καταλαμβάνει περίπου 7.500 στρέμματα (Δεδομένα που ανακτήθηκαν από τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Ευρύτερης Περιοχής Αμυνταίου, Α.Σ.Ε.Π.Α.).

Μία ακόμη τοπογραφική ιδιαιτερότητα χαρακτηρίζει τη περιοχή: οι δύο λίμνες, Βεγορίτιδα και Λίμνη Πετρών, στις όχθες των οποίων εκτείνονται οι αμπελώνες.

### 2.6.1. Κλιματολογικά Δεδομένα

Το κλίμα στο Αμύνταιο χαρακτηρίζεται ως υγρό υποτροπικό (Cfa) σύμφωνα με το σύστημα κλιματικής ταξινόμησης Köppen-Geiger, με μέση ετήσια θερμοκρασία 12°C, μέγιστη 18,4°C και ελάχιστη 6,7°C (F. Bekrisetal., 2021). Οι χειμώνες είναι ιδιαίτερα ψυχροί σε σχέση με τις συνθήκες- στην υπόλοιπη ηπειρωτική χώρα, με αρκετές χιονοπτώσεις ιδιαίτερα σε πλαγιές και μεγαλύτερα υψόμετρα, ενώ τα καλοκαίρια είναι θερμά, με αρκετές θερμικές καταιγίδες (Stravon, 2022).

Με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Hellenic National Meteorological Service) και το μετεωρολογικό σταθμό της Φλώρινας που υπάγεται

στη περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, η περιοχή δέχεται μέτριες έως χαμηλές βροχοπτώσεις, με το μέσο όρο να είναι στα 587 mm βροχόπτωσης ανά έτος και τις περισσότερες να σημειώνονται κατά τους χειμερινούς μήνες. - Ο πιο βροχερός μήνας είναι συνήθως ο Δεκέμβριος, με μέσο όρο 98 mm βροχόπτωσης, ενώ ο πιο ξηρός μήνας είναι συνήθως ο Αύγουστος, με μέσο όρο 27 mm βροχόπτωσης (emy.gr). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρότυπα βροχόπτωσης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από έτος σε έτος και ότι οι παραπάνω πληροφορίες βασίζονται σε ιστορικούς μέσους όρους. Ως εκ τούτου, οι πραγματικές βροχοπτώσεις στο Αμύνταιο ενδέχεται να διαφέρουν από αυτές τις τιμές.

Το κλίμα στο Αμύνταιο είναι κατάλληλο για την αμπελουργία και η περιοχή είναι γνωστή για την παραγωγή κρασιών υψηλής ποιότητας, ιδίως ερυθρών και ροζέ κρασιών από τη ποικιλία Ξινόμαυρο. Οι δροσερές θερμοκρασίες και οι χαμηλές βροχοπτώσεις στην περιοχή είναι ευεργετικές για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των αμπελιών, καθώς βοηθούν στην επιβράδυνση της διαδικασίας ωρίμανσης και στη συγκέντρωση των γεύσεων και των αρωμάτων στα σταφύλια (Α. Τσακίρης, 2010; Μπαλλά Ε. 2021).



*Εικόνα 5 : Φωτογραφία μέσα από τον αμπελώνα.*



### 3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στη παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με στόχο, αρχικά, την αξιολόγηση της εμφάνισης και της έντασης των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου. Για το σκοπό του πειράματος, μελετήθηκαν πρέμνα από τρεις διαφορετικές καλλιεργούμενες ποικιλίες (Gewurztraminer, Chardonnay και Sauvignon Blanc), σε τρία διαφορετικά αμπελοτεμάχια στην περιοχή του Αμύνταιου Φλώρινας, τη καλλιεργητική περίοδο 2022. Η καταμέτρηση των συμπτωμάτων επικεντρώθηκε στη παρατήρηση λωρίδων τίγρη πάνω στο έλασμα των φύλλων των αμπελιών, ενώ δημιουργήθηκε κλίμακα αναφοράς για την κατάταξη των πρέμνων με βάση τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων.

Ακολούθησε συγκομιδή σταφυλιών και καταγραφή της παραγωγής για κάθε ποικιλία ξεχωριστά, με στόχο την εκτίμηση των απωλειών παραγωγής, συνολικά αλλά και για κάθε κλίμακα σοβαρότητας ξεχωριστά.

Τελικός στόχος του πειράματος ήταν η διερεύνηση των παθολογικών αιτιών των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου, από δείγματα ξύλου που ελήφθησαν και από τις τρεις ποικιλίες, απομόνωση των παθογόνων και ταυτοποίηση αυτών μακροσκοπικά.

Για τη διερεύνηση των παραπάνω ζητούμενων, η παρακολούθηση των συμπτωμάτων, η συλλογή των δειγμάτων ξύλου καθώς και η καταμέτρηση της παραγωγής των σταφυλιών, πραγματοποιήθηκαν σε χρονικό στάδιο πολύ κοντά στο τρύγο.

### 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 4.1. Ο Πειραματικός Αμπελώνας

Η διεξαγωγή των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο (αξιολόγηση συμπτωμάτων στα φύλλα) και τον Αύγουστο (καταγραφή παραγωγής) του 2022 σε 3 αμπελοτεμάχιατου κτήματος Κυρ-Γιάννη, τα οποία βρίσκονται στη περιοχή του Αμύνταιου Φλώρινας και πιο συγκεκριμένα 6 χιλιόμετρα Νοτιοανατολικά από την περιοχή του Αγίου Παντελεήμονα, μεταξύ των λιμνών Πετρών και Βεγορίτιδας (καλλιέργεια Ντρούμο - τοπική ονομασία των αμπελοτεμαχίων). Οι ποικιλίες που περιλάμβαναν τα αμπελοτεμάχια ήταν και οι τρεις ξενικής προέλευσης, οι δύο γαλλικής (Chardonnay και SauvignonBlanc) και η μία γερμανικής προέλευσης (Gewürztraminer).

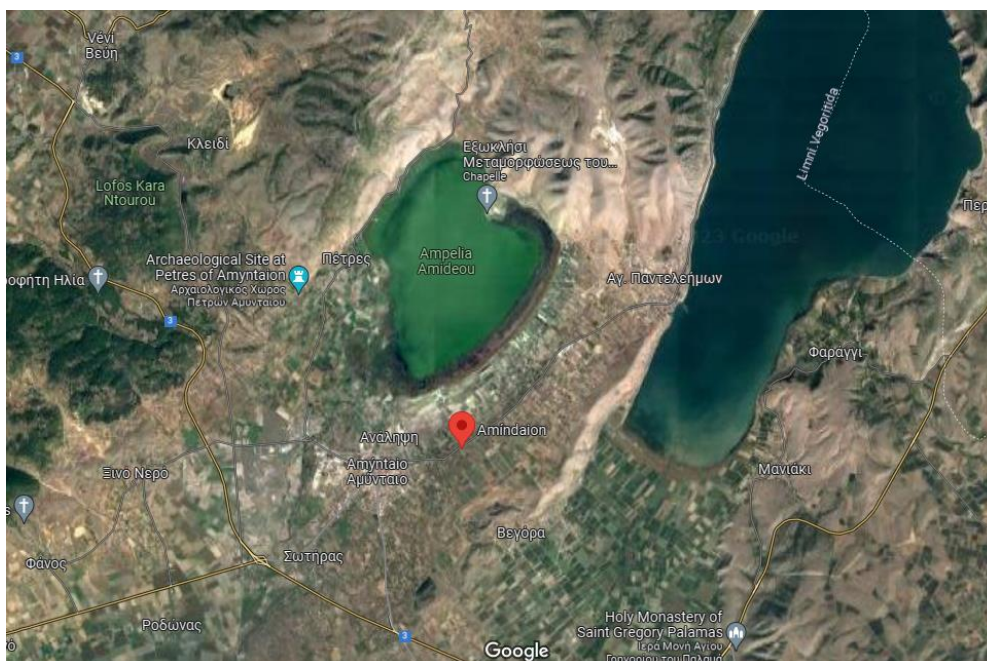
Τα πρέμνα των ποικιλιών Gewürztraminer και Sauvignon Blanc ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενο 41B, ενώ το Chardonnay είχε ως υποκείμενο το 110R. Και για τις τρεις ποικιλίες οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 2m (μέτρα) μεταξύ των γραμμών φύτευσης και 1.20m επί των γραμμών (περίπου 430 φυτά στο στρέμμα). Και για τις τρεις ποικιλίες ο προσανατολισμός των γραμμών ήταν από τον βορά προς τον νότο, ενώ όσον αφορά το σχήμα διαμόρφωσης αυτό ήταν αμφίπλευρο γραμμικό (CordonRoyat). Σύμφωνα με τη κοκκομετρική σύσταση, το έδαφος στα αμπελοτεμάχια χαρακτηρίστηκε ως αμμο-πηλώδες ενώ η καλλιέργεια ήταν αρδευόμενη (και για τις τρεις ποικιλίες). Τα πρέμνα των ποικιλιών που αξιολογήθηκαν ήταν μεγάλης ηλικίας, με χρονολογία φύτευσης το 1989 (34 ετών).

Και τα τρία αμπελοτεμάχια διέθεταν επίπεδο ή ελαφρώς επικλινές έδαφος, με γεωγραφικές συντεταγμένες :

Γεωγραφικό Πλάτος: 40.68813992 N

Γεωγραφικό Μήκος: 21.70304716 E

(Οι παραπάνω συντεταγμένες είναι καταχωρημένες στο σύστημα αναφοράς WGS84).



**Εικόνα 4 :** Τοποθεσία (μέσω δορυφόρου) του αμπελώνα στον οποίο έγινε η διεξαγωγή του πειράματος. Ανακτήθηκε από: <https://www.google.com/maps>

## 4.2. Καταγραφή Συμπτωμάτων

Η καταγραφή των συμπτωμάτων πραγματοποιήθηκε για κάθε αμπελοτεμάχιο ξεχωριστά. Για κάθε ποικιλία επιλέχθηκε τυχαία ένα σύνολο εκατό (100) φυτών τα οποία βρίσκονταν σε σειρά μέσα στον αμπελώνα. Για την αξιολόγηση της έντασης των συμπτωμάτων χρησιμοποιήθηκε κλίμακα αναφοράς από το 0 έως το 4, με βάση τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων προσβολής (όπου 0= πλήρως ασυμπτωματικόπρέμνο, 1 = 1-25% των βλαστών παρουσιάζουν συμπτώματα στα φύλλα, 2 = 26-50% των βλαστών παρουσιάζουν συμπτώματα στα φύλλα, 3=51-75% των βλαστών παρουσιάζουν συμπτώματα στα φύλλα, 4 = 76-100% των βλαστών παρουσιάζουν συμπτώματα στα φύλλα). Για τη καταχώρηση σε αυτή τη κλίμακα για το κάθε φυτό καταγράφηκαν συμπτώματα στα φύλλα (λωρίδες τίγρη).

Για τα 100 φυτά της κάθε ποικιλίας υπολογίστηκε Δείκτης Ασθένειας –Disease Index (DI) χρησιμοποιώντας τύπο τροποποιημένο από τον McKinney (1923):

$$DI (\%) = \frac{\sum nv}{VN} 100$$

όπου  $n$ , ο αριθμός φυτών ανά κλίμακα συμπτωμάτων,  $v$  η κλίμακα συμπτωμάτων,  $N$  = ο συνολικός αριθμός φυτών που αξιολογήθηκαν και  $V$  = η μεγαλύτερη κλίμακα (4).



**Εικόνα 6 : Ζημιές και βαθμοί σοβαρότητας της ασθένειας που συνδέονται με νεκρούς βραχίονες σε αμπέλια "Cabernet Sauvignon".** (A) Ξήρανση του ξύλου του βραχίονα σε τριγωνικό σχήμα με σκούρα καστανή νέκρωση. (B) Φυτό που εντάσσεται στην κλίμακα σοβαρότητας 0 (πλήρως ασυμπτωματικό/πρέμνο). (C) Κλίμακα σοβαρότητας 1 (ένας βραχίονας ασυμπτωματικός και ένας με έως και 50% συμπτώματα/ 1 έως 3 νεκροί ή ελλείποντες βλαστοί). (D) Κλίμακα 2 (ένας βραχίονας ασυμπτωματικός και ένας πλήρως συμπτωματικός/ 4 έως 6 νεκροί ή ελλείποντες βλαστοί). (E) Κλίμακα 3 (ένας συμπτωματικός βραχίονας και ένας έως και με 50% συμπτώματα). (F) Κλίμακα 4 (φυτό 76% έως και 100% συμπτωματικό - νεκρό). (Larachetal., 2020).

### 4.3. Εκτίμηση Απώλειας Παραγωγής

Δεδομένης της έκτασης της προσβολής από τους παθογόνους μύκητες, που μετρήθηκε με βάση τη κλίμακα αναφοράς και τα συμπτώματα στα φύλλα των πρέμων, έγινε μια προσπάθεια να εκτιμηθούν οι απώλειες παραγωγής για κάθε κλίμακα συμπτωμάτων και για κάθε μία από τις τρεις ποικιλίες.

Για τις ανάγκες του πειράματος από κάθε ποικιλία πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή 3 φυτών από κάθε κλίμακα συμπτωμάτων και καταγράφηκαν τα βάρη των σταφυλιών (σε κιλά) με τη χρήση οικιακής ζυγαριάς κουζίνας και υπολογίστηκε ο μέσος όρος του βάρους της παραγωγής της κάθε κλίμακας.

Η συλλογή των παραπάνω δεδομένων, απέδωσε τις τιμές της εν δυνάμει απόδοσης, της εκτιμώμενης παραγωγής και της εκτιμώμενης απώλειας παραγωγής με τους εξής τύπους :

$$EFW = \frac{\sum \bar{P}_{xGi} n_{Gi}}{100} NP_{ha}$$

$$PY_2 = \bar{P}_x NP_{ha}$$

$$EYL_2 = PY_2 - EFW_2$$

όπου, *EFW* (Estimated Fruit Weight) αντιπροσωπεύει την εκτιμώμενη παραγωγή (kg ha-1), *PxGi* είναι το μέσο βάρος καρπών για τρία φυτά της κάθε κλίμακας συμπτωμάτων (με βάση το DI), *nGi* είναι ο αριθμός των φυτών για κάθε κλίμακα, *PY2* (Potential Yield) είναι η εν δυνάμει παραγωγή (kg ha-1), ενώ με την εξίσωση *EYL2* (Estimated Yield Loss) προσδιορίζεται η απώλεια παραγωγής (kg ha-1).



**Εικόνες 7:** Μετρήσεις βάρους παραγωγής σε 2 πρέμνα της ίδιας ποικιλίας (Sauvignon Blanc). Το ένα πρέμνο (αριστερά) που είναι λιγότερο ασθενικό, αποδίδει μεγαλύτερη παραγωγή (α) σε σχέση με το άλλο (δεξιά) που λόγω προσβολής δεν παρουσιάζει την ίδια ευρωστία και παραγωγικότητα (β). (Μ. Ευθυμίου, Αμύνταιο 2022).



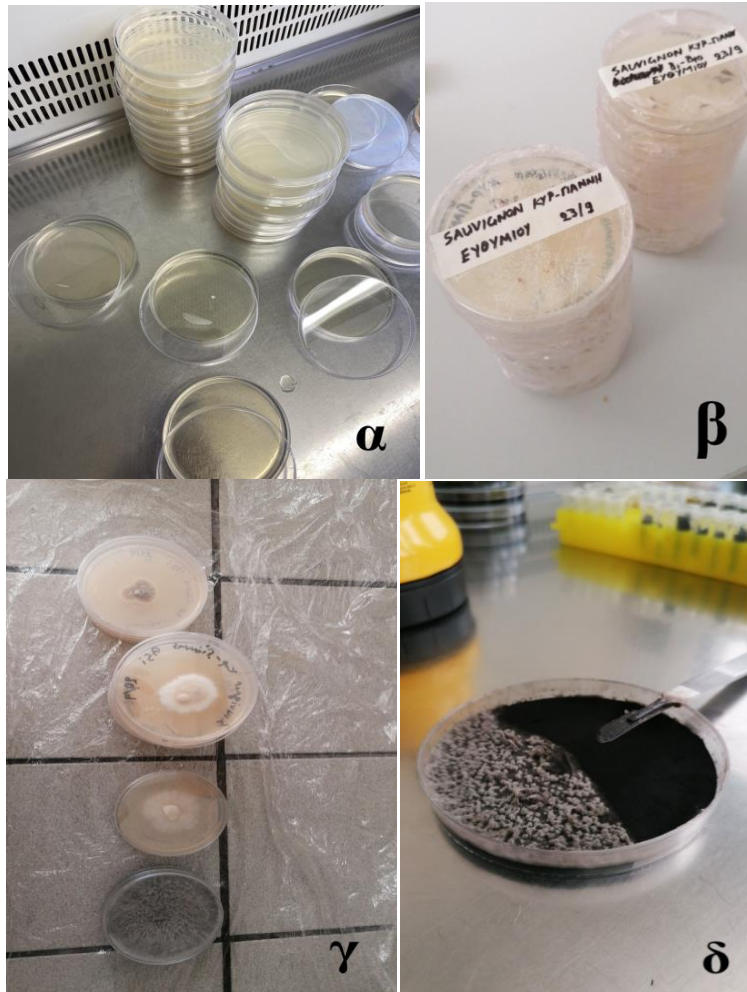
#### 4.4. Δειγματοληψία και Απομονώσεις Μυκήτων

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε λήψη δειγμάτων ξύλου και για τις τρεις ποικιλίες. Η συλλογή των δειγμάτων έγινε με τυχαίο τρόπο από πρέμνα τα οποία παρουσίασαν συμπτώματα μεταχρωματισμού στο ξύλο, και «λωρίδες τίγρη» στα φύλλα, δεν ήταν ιδιαίτερα παραγωγικά και εμφάνιζαν βαθμιαία καχεξία. Συνολικά, τα δείγματα που πάρθηκαν από τους αμπελώνες ήταν 30 (10 από κάθε ποικιλία ανεξαρτήτως κλίμακας συμπτωμάτων), τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύτηκαν για λίγες μέρες σε ψυγείο.

Για τη πραγματοποίηση των απομονώσεων, προετοιμάστηκαν υπό ασηπτικές συνθήκες, εντός θαλάμου νηματικής ροής (Laminar), τρυβλία Petri με θρεπτικό μέσο ανάπτυξης Potato Dextrose Agar (PDA), στο οποίο έγινε προσθήκη γαλακτικού οξέος 96% (1ml/l), προς αποφυγή ανάπτυξης βακτηριακών αποικιών.

Για τη παρασκευή 1lt PDA απαιτούνται 20γρ. γλυκόζη, 20 γρ. άγαρ και εκχύλισμα από 200γρ. πατάτας. Το εκχύλισμα παρασκευάζεται με βρασμό της ψιλοκομμένης πατάτας για 45' σε απιονισμένο νερό μέσα σε υδατόλουτρο. Το θρεπτικό υλικό αποστειρώνεται σε αυτόκαυστο κλίβανο στους 120°C για 20' πριν πραγματοποιηθεί επίστρωση σε τρυβλία Petri σε θάλαμο νηματικής ροής.

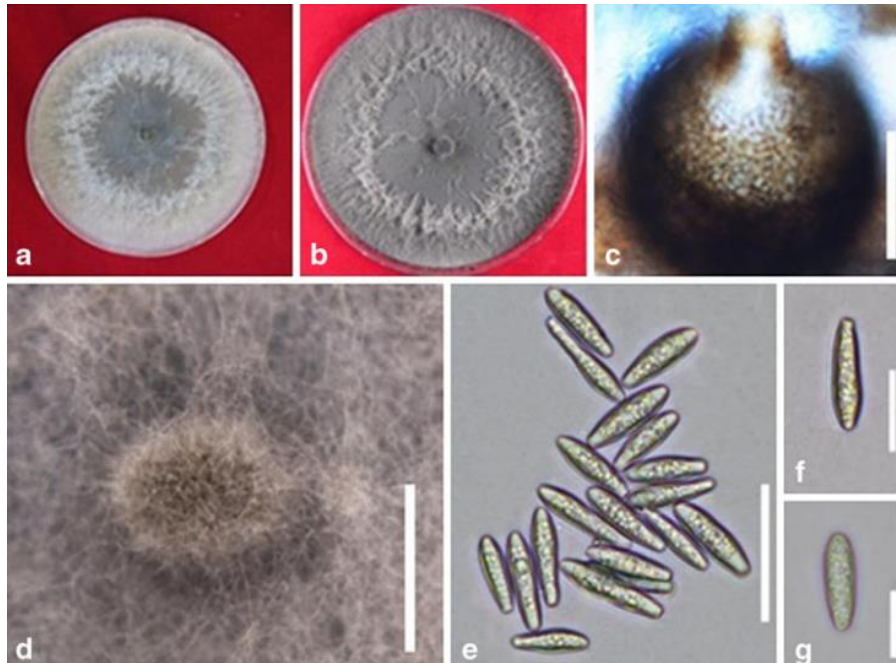
Σε κάθε δείγμα ξύλου έγινε επιμήκης τομή ώστε να αποκαλυφθεί ο μεταχρωματισμός στο εσωτερικό του ξύλου των μολυσμένων πρέμνων. Με τη τομή δημιουργήθηκαν δύο επιμέρους δείγματα από ένα αρχικό, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν και δύο τρυβλία για τις απομονώσεις από κάθε δείγμα (20 για κάθε ποικιλία, 60 συνολικά). Υπό ασηπτικές συνθήκες έγινε λήψη μικρών τμημάτων ξύλου στα όρια του υγιούς-μεταχρωματισμένου ξύλου, τα οποία βυθίστηκαν στο θρεπτικό υλικό. Σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκαν 5-6 τμήματα ξύλου. Οι απομονώσεις επώαστηκαν για 3-30 μέρες σε θερμοκρασία 22-25°C έως ότου να αναπτυχθούν οι αποικίες των μυκήτων, καθώς ορισμένοι από τους μύκητες που προσβάλλουν το ξύλο της αμπέλου έχουν πολύ αργό ρυθμό ανάπτυξης. Περαιτέρω απομονώσεις έγιναν προκειμένου να ληφθούν καθαρές αποικίες των απομονωμένων μυκήτων. Οι αποικίες των διαφόρων μυκήτων, μετά τη πλήρη ανάπτυξή τους, μεταφέρθηκαν για αποθήκευση σε πλαστικά σωληνάρια τύπου erpendorf (πολυπροπυλενίου - PP) με 20% αποστειρωμένη γλυκερόλη. Τα σωληνάρια αποθηκεύτηκαν στους -80°C.



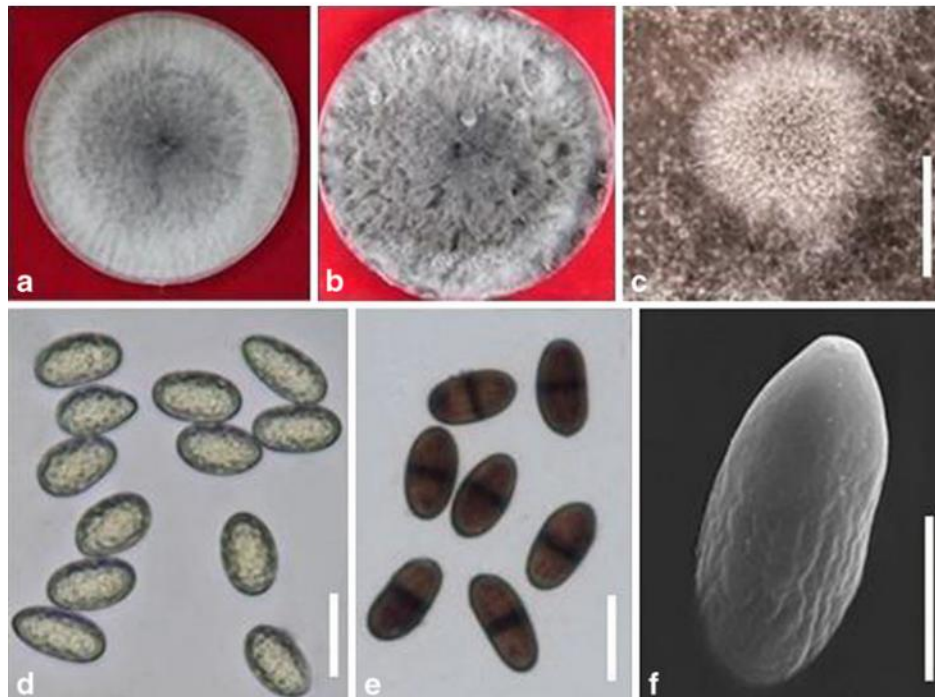
**Εικόνα 8:** (α)Παρασκευή PotatoDextroseAgar, (β-γ)Τρυβλία με απομονώσεις υπό ανάπτυξη, (δ) Συλλογή μυκηλίου για αποθήκευση. (Μ. Ευθυμίου, 2022).

#### 4.5. Ταυτοποίηση Απομονώσεων

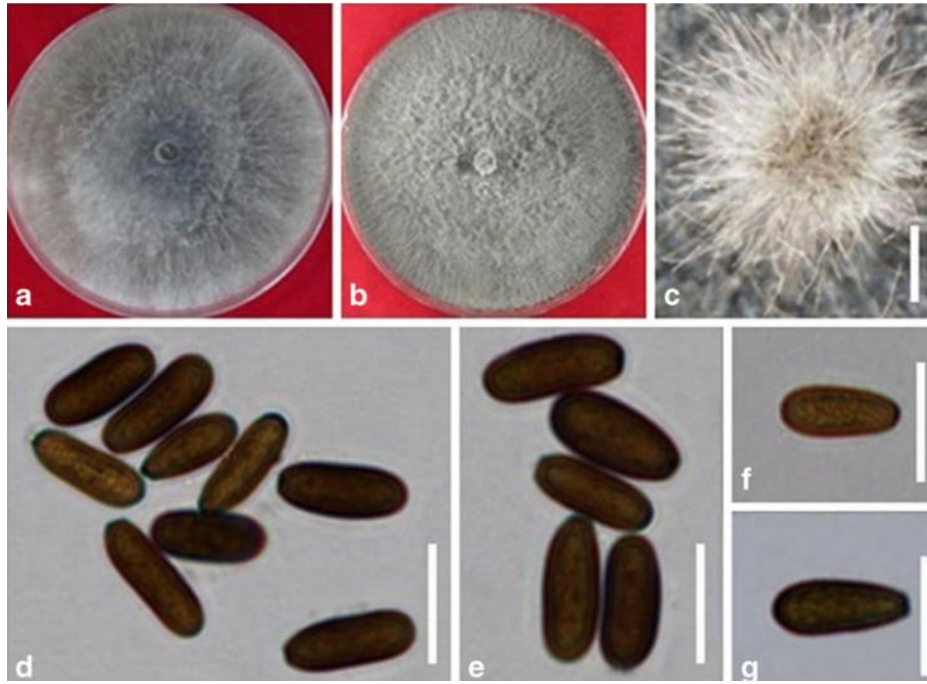
Η ταυτοποίηση των απομονώσεων βασίστηκε σε μορφολογικά χαρακτηριστικά της αποικίας στο τρυβλίο (μακροσκοπικά) και στην μικροσκοπική παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του μυκηλίου, των καρποφοριών και των σπορίων.



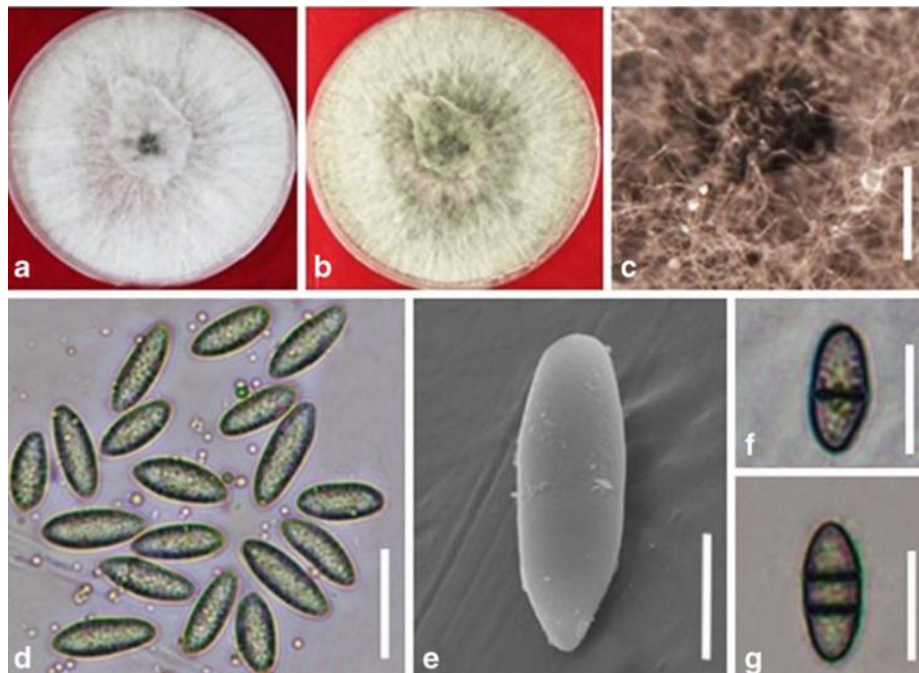
**Εικόνα 9 :***Botryosphaeria dothidea*, (a) Νεαρή αποικία (7 ημερών), (b) Αποικία 14 ημερών, πλήρως ανεπτυγμένη, (c-d) Κονιδιώματα σε καλλιέργεια PDA, (e-g) Κονίδια (υαλώδη) (JiyeYanetal., 2013).



**Εικόνα 10 :***Lasiodiplodia theobromae*, (a) Νεαρή αποικία (7 ημερών), (b) Αποικία σε PDA (14 ημερών), (c) Κονιδιώματα σε καλλιέργεια PDA, (d) Υαλώδη κονίδια, (e) Καφέ κονίδια (με septa), (f) Κονίδια σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. (JiyeYanetal., 2013).

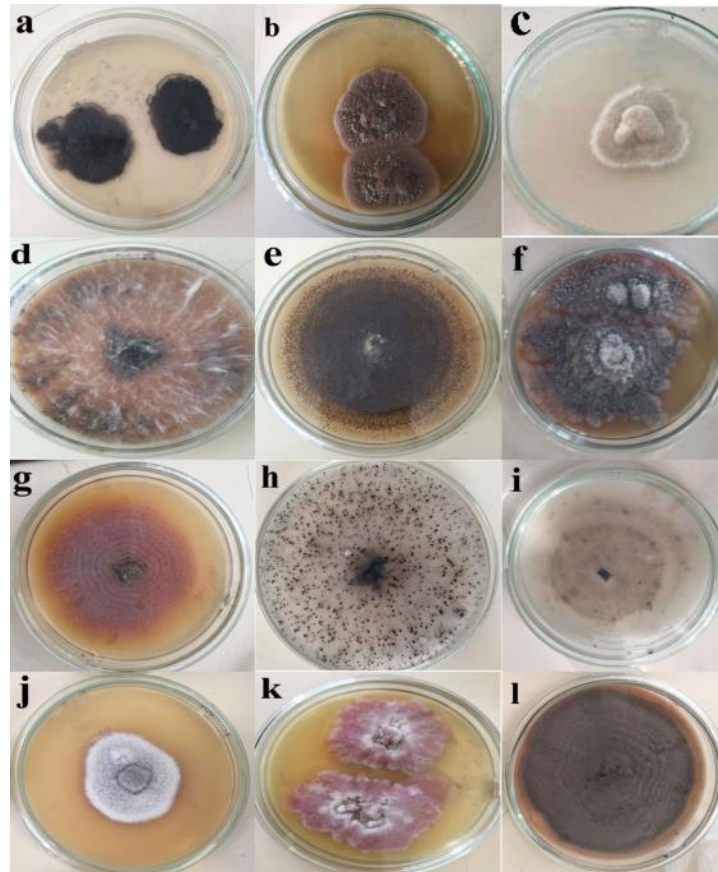


**Εικόνα 11:** *Diplodia seriata*, (a) Νεαρή αποικία (7 ημερών), (b) Αποικία σε PDA (14 ημερών), © Κονιδιώματα σε καλλιέργεια PDA, (d-g) Κονίδια (καφέ). (JiyeYanetal., 2013).



**Εικόνα 12 :** *Neofusicoccum parvum*, (a) Νεαρή αποικία (7 ημερών), (b) Αποικία σε PDA (14 ημερών), (c) Κονιδιώματα σε καλλιέργεια PDA, (d) Υαλώδη κονίδια, (e) Κονίδια στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, (f-g) Κονίδια με septa. (JiyeYanetal., 2013).





**Εικόνα 14 :** Μορφολογία αποικιών ορισμένων απομονωμένων μυκήτων (σε PDA), επωασμένοι στους 24 °C υπό συνθήκες φωτός ημέρας. (a) *Phaeoconiellachlamydospora*, (b) *Phaeoacremoniumminimum*, (c) *Fomitiporiamediterranea*, (d) *Biscogniauxiamediterranea*, (e) *Phomasp.*, (f) *Cytosporaviticola*, (g) *Dactylonectriatorresensis*, (h) *Diplodiaseriata*, (i) *Didymellapinodella*, (j) *Acremoniumsp.*, (k) *Fusariumavenaceum*, (l) *Alternariasp.* (M. Mirabolfathyetal., 2021).

#### 4.6. Στατιστική Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Τα δεδομένα από τη καταγραφή των συμπτωμάτων στα πρέμνα των τριών ποικιλιών χρησιμοποιήθηκαν για τη διενέργεια στατιστικών υπολογισμών, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου στην παραγωγικότητα των αμπελιών. Το στατιστικό λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε εν προκειμένω είναι το STATGRAPHICS. Για τη σύγκριση του Δείκτη Νόσου και της έντασης των ασθενειών στις τρεις μελετώμενες ποικιλίες, καταχωρήθηκαν τα δεδομένα από τη καταγραφή των συμπτωμάτων από 100 πρέμνα για κάθε ποικιλία, σε πίνακα αρχείου δεδομένων. Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για τη λειτουργία του προγράμματος. Σε ένα επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των δεδομένων με τη χρήση της μεθόδου Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Least Significant Difference –LSD) του Fischer. Για να χρησιμοποιηθεί η παραπάνω μέθοδος θα πρέπει να πληροί συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Η στατιστική σημαντικότητα των παραμέτρων ή αλλιώς  $p$ -value θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,05 ή 5%, δηλαδή η απόκλιση του στατιστικού σφάλματος δε θα πρέπει να ξεπερνά 5%. Αντιστοίχως, για να αποδειχθεί συσχέτιση μεταξύ του βάρους των καρπών για κάθε κλίμακα συμπτωμάτων με τη μείωση της παραγωγής, ακολουθήθηκε η ίδια μέθοδος. Τα βάρη καρπών για κάθε κλίμακα καταχωρήθηκαν σε πίνακα αρχείου δεδομένων. Από την επεξεργασία των

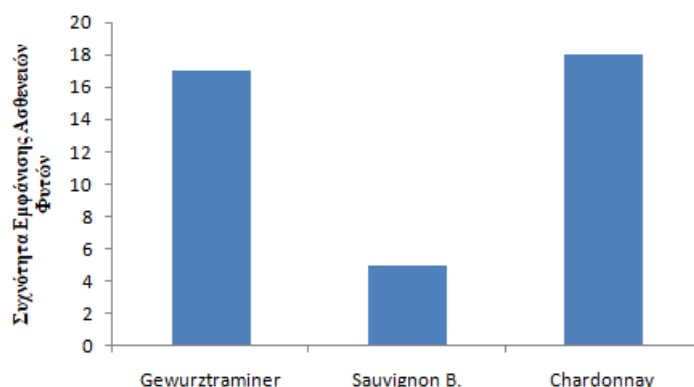
δεδομένων προκύπτει αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς τη μείωση της παραγωγής καρπών από κλίμακα σε κλίμακα.

Τέλος, με το δείκτη γραμμικής συσχέτισης  $R_2$  του Pearson, απεικονίζεται στα διαγράμματα συσχέτισης βάρους καρπών και κλίμακας συμπτωμάτων, το μέγεθος της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών, δηλαδή τη σχέση αιτιότητας που συνδέει αυτές τις δύο μεταβλητές. Λαμβάνει τιμές από  $[-1,1]$ .

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

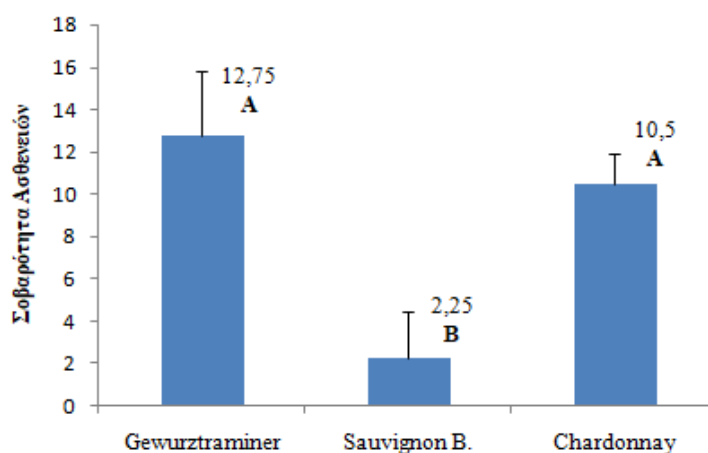
### 5.1. Εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης και της σοβαρότητας των ασθενειών

Η συχνότητα εμφάνισης των ασθενειών στα αμπελοτεμάχια των τριών μελετούμενων ποικιλιών υπολογίστηκε ως το ποσοστό των πρέμνων κάθε ποικιλίας που εμφανίζει συμπτώματα, δηλαδή που ανήκει σε οποιαδήποτε κλίμακα συμπτωμάτων, εκτός της κλίμακας 0 (ασυμπτωματικά πρέμνα). Για τη ποικιλία Gewürztraminer, η συχνότητα εμφάνισης των ασθενειών είναι 17%, ενώ στο ίδιο επίπεδο κυμαίνεται και η ποικιλία Chardonnay, με ποσοστό 18%. Η συχνότητα εμφάνισης συμπτωμάτων στα πρέμνα της ποικιλίας Sauvignon Blanc αντιπροσωπεύει ποσοστό της τάξης του 5% (Γράφημα 1).



**Γράφημα 1:** Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης των ασθενειών στις ποικιλίες Gewürztraminer, Sauvignon Blanc και Chardonnay.

Ο υπολογισμός της σοβαρότητας των ασθενειών έγινε βάσει του Δείκτη Νόσου – Disease Index (DI). Για τη ποικιλία Gewürztraminer η σοβαρότητα των ασθενειών εμφανίζεται σε ποσοστό 12,75%, για τη ποικιλία Sauvignon Blanc 2,25%, ενώ για τη Chardonnay βρίσκεται στο 10,5% (Γράφημα 2).



**Γράφημα 2:** Ποσοστά σοβαρότητας των ασθενειών στις ποικιλίες Gewürztraminer, Sauvignon Blanc και Chardonnay.

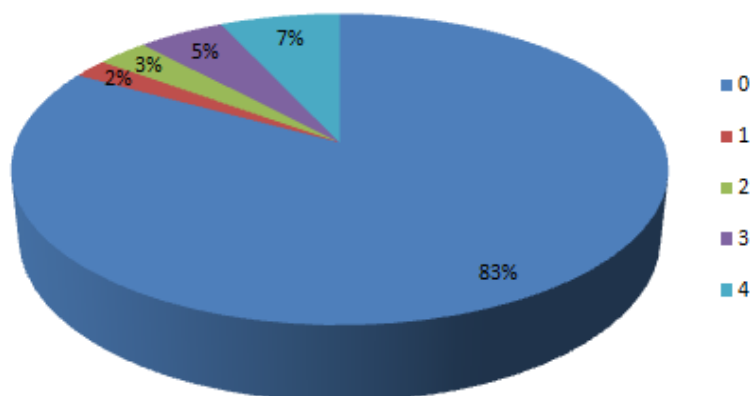
Στατιστικά εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος είναι η διαδικασία Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Least Significant Difference - LSD) του Fischer. Ο Πίνακας 1 προσδιορίζει τις ομοιογενείς ομάδες εντός των οποίων δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι και οι ποικιλίες Chardonnay και Gewurztraminer ανήκουν στην ίδια ομάδα, ενώ η ποικιλία Sauvignon Blanc διαφέρει από τις άλλες δύο. Δεδομένου ότι η τιμή P του F-test είναι μικρότερη από 0,05 ( $p = 0,0035$ ), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών Chardonnay και Gewurztraminer και της ποικιλίας Sauvignon Blanc, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Συνεπώς, τα ποσοστά σοβαρότητας των ασθενειών παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

	ΔΕΙΚΤΗΣ ΝΟΣΟΥ (DI) (%)	ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΟΜΑΔΕΣ
SAUVIGNON B	2,25	(B)
CHARDONNAY	10,5	(A)
GEWURZTRAMINER	12,75	(A)

**Πίνακας 1:** Προσδιορισμός στατιστικά σημαντικής διαφοράς της σοβαρότητας των ασθενειών του ξύλου, για τις τρεις μελετώμενες ποικιλίες, με τη μέθοδο Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).

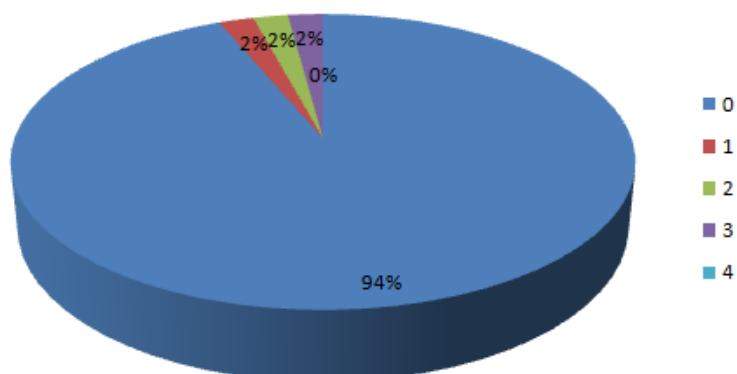
Από τις παρατηρήσεις και τη καταμέτρηση των συμπτωμάτων και για τις τρεις ποικιλίες, το μεγαλύτερο ποσοστό των πρέμνων που μελετήθηκαν (78%-86%) εντάχθηκαν στην κλίμακα 0 (ασυμπτωματικάπρέμνα), δηλαδή δεν παρατηρήθηκαν σε αυτά συμπτώματα στα φύλλα.

Πιο συγκεκριμένα, στη ποικιλία Gewürztraminer, ποσοστό 5% των φυτών που μελετήθηκαν εντάχθηκαν στη κλίμακα 3 σοβαρότητας συμπτωμάτων, εμφάνισαν δηλαδή λωρίδες τίγρη στο 51-75% των φύλλων, ενώ σε ποσοστό 7% ακολούθησαν πρέμνα της κλίμακας 4 (ποσοστό εμφάνισης συμπτωμάτων 76-100%). Ποσοστό 2% των φυτών είχαν ελάχιστα συμπτώματα στα φύλλα (1-25%), 3% αυτών εμφάνισαν συμπτώματα στο 26-50% των φύλλων και σε ποσοστό 83% μετρήθηκαν τα πλήρως ασυμπτωματικάπρέμνα (Γράφημα 3).



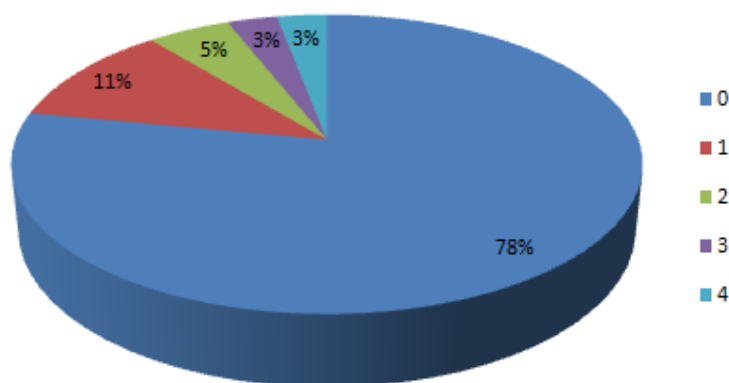
**Γράφημα 3:** Gewürztraminer- Ποσοστό των πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0% συμπτωματικότητα, 1=0-25%, 2=26-50%, 3=51-75%, 4=76-100%).

Για την ποικιλία Sauvignon Blanc, που εμφάνισε και το χαμηλότερο ποσοστό συμπτωματικών φυτών (94% ασυμπτωματικότητα - Κλίμακα συμπτωμάτων 0), τα ποσοστά συμπτωματικών φυτών ανά κλίμακα συμπτωμάτων κυμαίνονται σε 2% για τις κλίμακες συμπτωμάτων 1, 2 και 3, ενώ για τη κλίμακα 4 το ποσοστό ήταν 0% (Γράφημα 4).



**Γράφημα 4:** Sauvignon Blanc- Ποσοστό των πρέμων ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0% ασυμπτωματικότητα, 1=0-25%, 2=26-50%, 3=51-75%, 4=76-100%).

Για τη ποικιλία Chardonnay, με το μικρότερο ποσοστό ασυμπτωματικών φυτών (78% - Κλίμακα 0), ποσοστό 11% των πρέμων φαίνεται να βρίσκεται ήδη στα αρχικά στάδια μόλυνσης, με συμπτώματα στο 1-25% των φύλλων (Κλίμακα 1), 5% των φυτών εμφάνισαν συμπτώματα στο 26-50% των φύλλων (Κλίμακα σοβαρότητας 2), ενώ σε ποσοστό 3% βρέθηκαν φυτά με έντονα συμπτώματα (Κλίμακες 3 = 51-75% έως και νεκρά (Κλίμακα 4 = 76 – 100% συμπτώματα) (Γράφημα 5).



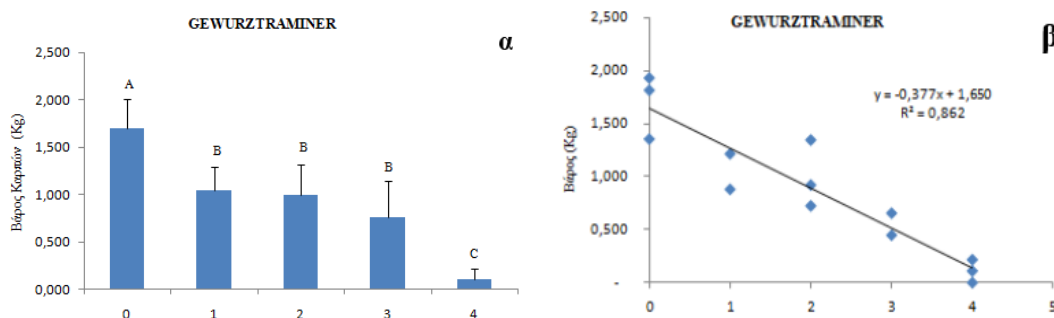
**Γράφημα 5:** Chardonnay - Ποσοστό των πρέμων ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0% ασυμπτωματικότητα, 1=0-25%, 2=26-50%, 3=51-75%, 4=76-100%).

## 5.2. Συσχέτιση της έντασης της ασθένειας με την παραγωγή σταφυλιών

Η καταγραφή της έντασης της ασθένειας για κάθε ποικιλία με τη χρήση της προαναφερθείσας κλίμακας συμπτωμάτων (βλ. 'Υλικά και Μέθοδοι'), παρέχει μια προσεγγιστική αλλά σαφή εικόνα της υγειονομικής κατάστασης του κάθε αμπελοτεμαχίου.

Ο μέσος όρος βάρους καρπών (σε κιλά/πρέμνο) ανά κλίμακα συμπτωμάτων προσδιορίστηκε κοντά στη περίοδο συγκομιδής (1-2 μέρες πριν τον τρύγο), προκειμένου να συσχετιστεί η σοβαρότητα των ασθενειών με την αντίστοιχη μείωση της παραγωγικότητας σε κάθε μία ποικιλία ξεχωριστά.

Για τη ποικιλία Gewürztraminer, τον Αύγουστο του 2022, ο μέσος όρος βάρους καρπών ανά πρέμνο για τη κλίμακα 0 (ασυμπτωματικά φυτά) υπολογίστηκε στα 1,7 κιλά. Η απώλειες ανά πρέμνο για τις υπόλοιπες κλίμακες συμπτωματικότητας προσδιορίστηκαν με βάση τη παραγωγή των ασυμπτωματικών φυτών. Η παραγωγή σταφυλιών ανά κλίμακα, σε σχέση με τη κλίμακα 0, βρέθηκε: κατά 38,4% μειωμένη για τη κλίμακα 1, κατά 41,4% μικρότερη για τη κλίμακα 2, κατά 54,2% μειωμένη για τη κλίμακα 3, ενώ για τη κλίμακα 4, η παραγωγή υπολειπόταν κατά 93,6% (Γράφημα 6). Από το διάγραμμα συσχέτισης των μεταβλητών του μέσου βάρους σταφυλιών και των απωλειών παραγωγής ανά πρέμνο, και με βάση το συντελεστή  $R^2$ , απεικονίζεται η πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση αυτών των 2 μεταβλητών (Γράφημα 6β). Με βάση τη μέθοδο Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, αναγνωρίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες (Κλίμακες 1, 2 και 3), ενώ για τις κλίμακες 0 και 4 παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Γράφημα 6α). Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο Πίνακα 2. Δεδομένου ότι η τιμή P του F-test είναι μικρότερη από 0,05 ( $P = 0,0004$ ), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των 5 μεταβλητών (κλίμακες) σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%, και, συνεπώς, η μείωση του βάρους των καρπών από κλίμακα σε κλίμακα είναι στατιστικά σημαντική.



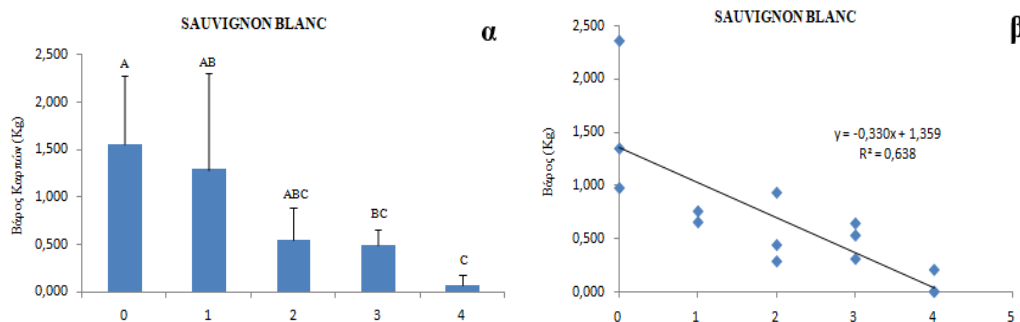
**Γράφημα 6: (α)** Μέσος όρος βάρους σταφυλιών για τη ποικιλία Gewürztraminer, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%).

**(β)** Συσχέτιση των μεταβλητών της σοβαρότητας συμπτωμάτων, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%), και της παραγωγής σταφυλιών, μέσω γραμμικής συσχέτισης, για τη ποικιλία Gewürztraminer.

	ΜΕΣΑ ΒΑΡΗ ΚΑΡΠΩΝ (Kg)	ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΟΜΑΔΕΣ
<b>0</b>	1,704	<b>(A)</b>
<b>1</b>	1,050	<b>(B)</b>
<b>2</b>	0,824	<b>(B)</b>
<b>3</b>	0,578	<b>(B)</b>
<b>4</b>	0,109	<b>(C)</b>

Πίνακας 2 : Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες, με βάση τη μέση παραγωγή καρπών, ανά κλίμακα συμπτωμάτων για τη ποικιλία Gewurztraminer.

Αντίστοιχα, για τη ποικιλία Sauvignon Blanc, ο μέσος όρος βάρους των σταφυλιών ανά πρέμνο για τα ασυμπτωματικά φυτά (Κλίμακα 0) υπολογίστηκε στα 1,6 κιλά. Η παραγωγή σταφυλιών ανά κλίμακα, σε σχέση με τη κλίμακα 0, μετρήθηκε : για τη κλίμακα 1, κατά 17,3% ελαττωμένη, για τη κλίμακα 2 η παραγωγή ανά πρέμνο ήταν μειωμένη κατά 64,6%, για τη κλίμακα 3 ήταν κατά 68,4% μικρότερη, ενώ για τη κλίμακα 4 η παραγωγή υπολειπόταν κατά 95,6%. Ο συντελεστής R στο διάγραμμα συσχέτισης αποδίδει μια μέση γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών του μέσου βάρους σταφυλιών και της απώλειας παραγωγής ανά κλίμακας συμπτωμάτων (Γράφημα 7β). Η μείωση της παραγωγής καρπών από κλίμακα σε κλίμακα αποδίδεται με βάση τη μέθοδο Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο Πίνακα 3. Δεδομένου ότι η τιμή P του F-test είναι μικρότερη από 0,05 ( $P = 0,02$ ), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των 5 μεταβλητών (κλίμακες) σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%, και, επομένως, η μείωση του βάρους των καρπών από κλίμακα σε κλίμακα είναι στατιστικά σημαντική για τη ποικιλία Sauvignon Blanc (Γράφημα 7α).



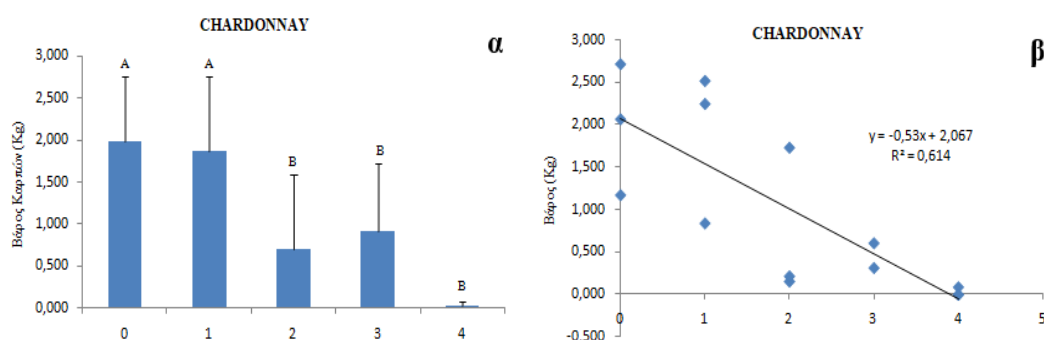
**Γράφημα 7: (α)** Μέσος όρος βάρους σταφυλιών για τη ποικιλία SauvignonBlanc, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%).

**(β)** Συσχέτιση των μεταβλητών της σοβαρότητας συμπτωμάτων, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%), και της παραγωγής σταφυλιών, μέσω γραμμικής συσχέτισης, για τη ποικιλία SauvignonBlanc.

	ΜΕΣΑ ΒΑΡΗ ΚΑΡΠΙΩΝ (Kg)	ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΟΜΑΔΕΣ
<b>0</b>	1,561	<b>(A)</b>
<b>1</b>	1,291	<b>(AB)</b>
<b>2</b>	0,552	<b>(BC)</b>
<b>3</b>	0,494	<b>(BC)</b>
<b>4</b>	0,068	<b>(C)</b>

Πίνακας 3 : Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες, με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για τη ποικιλία SauvignonBlanc.

Όσον αφορά, τέλος τη ποικιλία Chardonnay, το μέσο βάρος σταφυλιών ανά πρέμνο για τα ασυμπτωματικά φυτά (κλίμακα 0) μετρήθηκε στα 2 κιλά, ενώ τα ποσοστά ελάττωσης της παραγωγής ανά κλίμακα υπολογίστηκαν σε 6%, 76,8%, 90,7% και 98,5%, για τις κλίμακες 1,2,3 και 4 αντιστοίχως. Από το διάγραμμα συσχέτισης και το συντελεστή  $R^2$  αποτυπώνεται μια μέση γραμμική συσχέτιση των δύο μεταβλητών του μέσου βάρους και των απωλειών παραγωγής ανά κλίμακα (Γράφημα 8β). Με βάση τη μέθοδο Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, αναγνωρίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες (Κλίμακες 1 και 2), ενώ για τις κλίμακες 0, 3 και 4 παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Γράφημα 8α). Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο Πίνακα 4. Δεδομένου ότι η τιμή P του F-test είναι μικρότερη από 0,05 ( $P = 0,0105$ ), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των 5 μεταβλητών (κλίμακες) σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%, και, συνεπώς, η μείωση του βάρους των καρπών από κλίμακα σε κλίμακα είναι στατιστικά σημαντική.



**Γράφημα 8: (α)** Μέσος όρος βάρους σταφυλιών για τη ποικιλία Chardonnay, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%).  
**(β)** Συσχέτιση των μεταβλητών της σοβαρότητας συμπτωμάτων, ανά κλίμακα συμπτωμάτων 0-4 (όπου 0=0%-15%, 1=16%-25%, 2=26%-50%, 3=51%-75% και 4=76%-100%), και της παραγωγής σταφυλιών, μέσω γραμμικής συσχέτισης, για τη ποικιλία Chardonnay.



	ΜΕΣΑ ΒΑΡΗ ΚΑΡΠΙΩΝ (Kg)	ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΟΜΑΔΕΣ
0	1,980	(A)
1	1,864	(A)
2	0,459	(B)
3	0,185	(B)
4	0,029	(B)

Πίνακας 4 : Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες, με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για τη ποικιλία Chardonnay.

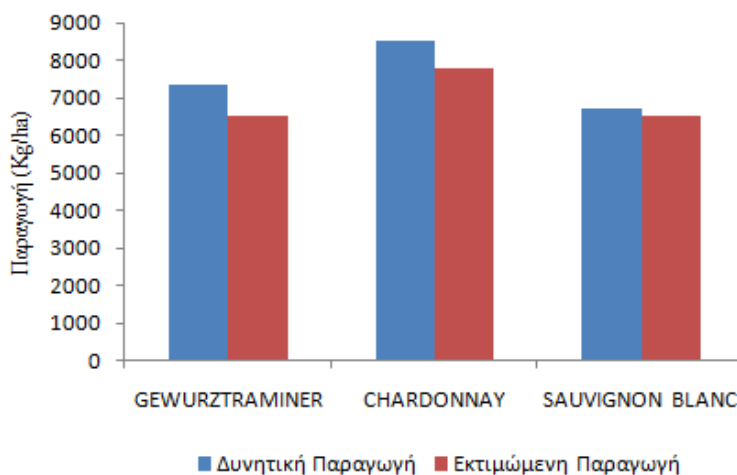
### 5.3. Εκτίμηση των απωλειών παραγωγής

Η μέτρηση του μέσου βάρους σταφυλιών ανά κλίμακα για κάθε μία ποικιλία, απέδωσε τις τιμές της δυνητικής απόδοσης (Potential Yield) των πρέμων ανά εκτάριο (δηλαδή της παραγωγής που θα υπήρχε αν όλα τα φυτά ήταν ασυμπτωματικά), της συνολικής εκτιμώμενης παραγωγής (λόγω απωλειών) (Estimated Yield) και των απωλειών παραγωγής (Yield Loss) με βάση τη διαφορά των τιμών της δυνητικής και της εκτιμώμενης παραγωγής. (Πίνακας 5).

	Δυνητική Παραγωγή – Potential Yield (Kg/ha)	Εκτιμώμενη Παραγωγή – Estimated Yield (Kg/ha)	Απώλειες Παραγωγής – Yield loss (Kg/ha)	Απώλειες παραγωγής (%)
<b>Gewürztraminer</b>	7327,2	6501,5	825,7	11,27
<b>SauvignonBlanc</b>	6716,6	6504,1	212,5	3,16
<b>Chardonnay</b>	8515,3	7796	719,3	8,45

Πίνακας 5 : Τιμές της δυνητικής και εκτιμώμενης απόδοσης των φυτών των τριών μελετούμενων ποικιλιών και η υπολογισθείσα απώλεια παραγωγής.

Κατά τη περίοδο συγκομιδής, οι απώλειες παραγωγής για την ποικιλία Gewürztraminer υπολογίστηκαν στα 826 κιλά ανά εκτάριο (Kg/ha), ποσοστό απώλειας δηλαδή της τάξης του 11,3%. Για την ποικιλία Sauvignon Blanc οι απώλειες μετρήθηκαν στα 212 Kg/ha, με ποσοστό απωλειών 3,16%, ενώ για την ποικιλία Chardonnay οι εκτιμώμενες απώλειες ήταν στα 719 Kg/ha, με ποσοστό απωλειών που αντιπροσωπεύει το 8,45% του δυναμικού παραγωγής (Γράφημα 9).

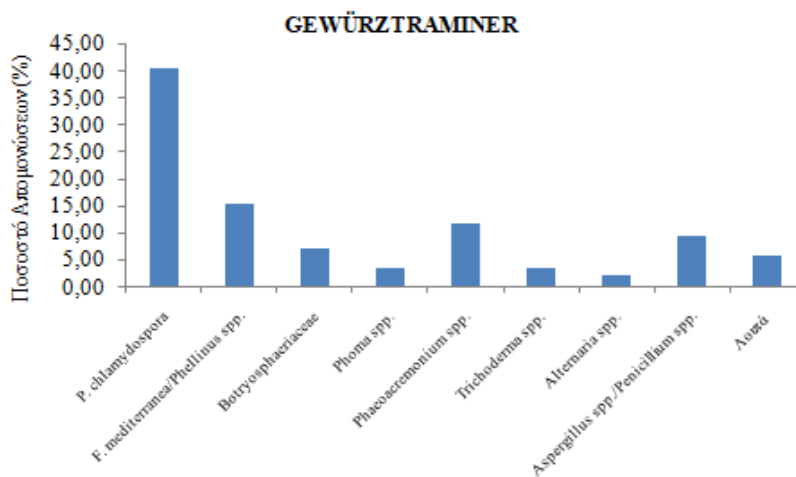


**Γράφημα 9:** Δυνητική και Εκτιμώμενη Παραγωγή (Potential and Estimated Yield), στα αμπελοτεμάχια των τριών μελετούμενων ποικιλιών Gewürztraminer, Sauvignon Blanc και Chardonnay.

#### 5.4. Μυκητολογικές απομονώσεις και μορφολογική ταυτοποίηση

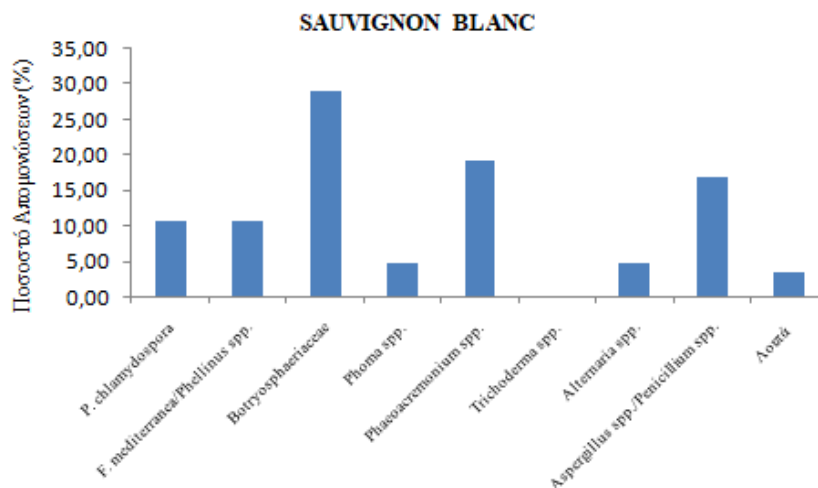
Για τη διερεύνηση των παθογόνων αιτιών των ασθενειών, απομονώθηκαν συνολικά 231 στελέχη μυκήτων. Εκτός από παθογόνα του ξύλου της αμπέλου απομονώθηκαν και μύκητες *Trichoderma spp.*, *Alternaria spp.*, *Aspergillus* και *Penicillium spp.* κ.α., για τους οποίους δεν έχει αναφερθεί παθογόνος δράση στο ξύλο της αμπέλου. Στελέχη του γένους *Trichoderma* απομονώθηκαν σε ποσοστό 1,3% επί του συνόλου των απομονώσεων και για τις τρεις μελετώμενες ποικιλίες, ενώ για τα γένη *Alternaria* και *Aspergillus/Penicillium* τα ποσοστά απομονώσεων ήταν 5,6% και 16% αντίστοιχα. Τα στελέχη αυτά απορρίφθηκαν διότι δεν αποτελούν παθογόνα των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου. Οι υπόλοιπες απομονώσεις, που στο σύνολό τους είναι 178, μελετήθηκαν μακροσκοπικά (μορφολογία αποικιών στα τρυβλία) αλλά και μικροσκοπικά με τη παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του μυκηλίου, των καρποφοριών και των σπορίων.

Για τη ποικιλία Gewürztraminer, το πιο συχνά απαντώμενο παθογόνο ήταν ο μύκητας *Phaeoconiella chlamydospora*, με ποσοστό απομόνωσης 40,5%. Με συχνότητα 15,5% ακολούθησαν τα παθογόνα *Fomitiporia mediterranea/Phellinus spp.* (παρόμοια μορφολογία και συμπτώματα), με 11,9% μύκητες του γένους *Phaeoacremonium*, ενώ σε μικρότερες συχνότητες απαντήθηκαν στελέχη της οικογένειας *Botryosphaeriaceae*. (7,1%), *Phoma spp.* (3,6%), αλλά και μύκητες που δεν ήταν δυνατόν να χαρακτηριστούν (Λοιπά), σε ποσοστό 6% (Γράφημα 10).



**Γράφημα 10:** Ποσοστά των διαφορετικών στελεχών μυκήτων που απομονώθηκαν από την ποικιλία Gewürztraminer.

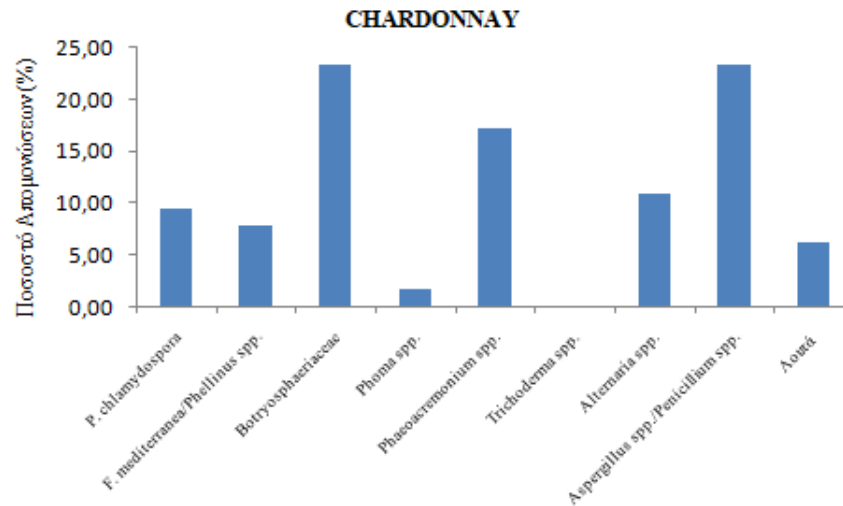
Τα επικρατέστερα στελέχη μυκήτων που απομονώθηκαν από την ποικιλία Sauvignon Blanc ανήκουν στην οικογένεια Botryosphaeriaceae, σε ποσοστό 28,9%, ενώ ακολούθησε με 19,3% το γένος *Phaeoacremonium*. Με την ίδια ακριβώς συχνότητα απαντήθηκαν στελέχη των μυκήτων *Phaeomoniella chlamydospora* και *Fomitiporia mediterranea/Phellinus spp.* (10,8%), ενώ με αρκετά χαμηλότερη συχνότητα (4,8%) απομονώθηκαν στελέχη *Phoma spp.* Αποικίες που δεν προσδιορίστηκαν μορφολογικά, εντάχθηκαν στα "Λοιπά", σε ποσοστό 3,61% για τη ποικιλία Sauvignon Blanc (Γράφημα 11).



**Γράφημα 11:** Ποσοστά απομονώσεων των διαφορετικών μυκητολογικών παθογόνων, που βρέθηκαν στη ποικιλία Sauvignon Blanc.

Μεταξύ των απομονώσεων της ποικιλίας Chardonnay, ως επικρατέστερες αποικίες βρέθηκαν, όπως και στη ποικιλία Sauvignon Blanc, αυτές των ειδών της οικογένειας Botryosphaeriaceae, με ποσοστό 23,4%. Ακολούθως, υψηλή συχνότητα εμφάνισης είχαν αποικίες του γένους *Phaeoacremonium* σε ποσοστό 17,2%, ενώ ακολούθησαν στελέχη του είδους *Phaeomoniella chlamydospora* (9,4%) καθώς και αποικίες *Fomitiporia mediterranea/Phellinus spp.* με 7,8%. Σε αρκετά χαμηλότερο ποσοστό

βρέθηκαν αποικίες του γένους *Phoma* (1,6%), ενώ άγνωστες αποικίες (‘‘Λοιπά’’) προσδιορίστηκαν σε ποσοστό 6,3% (Γράφημα 12).



**Γράφημα 12:** Ποσοστά απομονώσεων των διαφορετικών μυκητολογικών παθογόνων, που βρέθηκαν στη ποικιλία Chardonnay.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το πρώτο μέρος της παρούσας εργασίας επικεντρώθηκε στην καταγραφή των χαρακτηριστικών συμπτωμάτων των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου και της παραγωγής για τις τρεις μελετώμενες ποικιλίες Gewürztraminer, Sauvignon Blanc και Chardonnay. Το συγκεκριμένο κομμάτι της μελέτης είχε ως στόχο να γίνει μια εκτίμηση του ποσοστού των πρέμνων της κάθε ποικιλίας που εμφάνισαν συμπτώματα στα φύλλα, να προσδιοριστεί η σοβαρότητα των συμπτωμάτων αυτών καθώς και οι απώλειες παραγωγής ως αποτέλεσμα της προσβολής.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, έγινε φανερή η αντίδραση του φυτού απέναντι στη σοβαρότητα των συμπτωμάτων που αποτυπώνεται με τη σταδιακή μείωση της παραγωγικότητας όσο περισσότερο εξελίσσεται η μόλυνση, από τη κλίμακα 0 (πλήρη ασυμπτωματικότητα) όπου τα πρέμνα αποδίδουν τη μέγιστη παραγωγή, μέχρι τη κλίμακα 4 (συμπτώματα στο 76- 100% των βλαστών), όπου τα πρέμνα έχουν χάσει μεγάλο ποσοστό της ευρωστίας και της αποδοτικότητάς τους.

Παρότι μεγάλο ποσοστό των φυτών που καταμετρήθηκαν για τις ανάγκες της μελέτης έδειξαν μικρά ποσοστά εμφάνισης συμπτωμάτων, εντούτοις οι επιπτώσεις στη συνολική παραγωγικότητα ήταν σημαντικές. Για τη ποικιλία Gewürztraminer, ειδικότερα, σημειώθηκαν απώλειες 826 κιλά ανά εκτάριο, δηλαδή 11,3% απώλεια παραγωγής επί της συνολικής εν δυνάμει απόδοσης. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της περιόδου κλαδέματος (που καθιστά ευάλωτα τα πρέμνα σε μολύνσεις από παθογόνα) (M. C. Rosace et al., 2023), της μολυσματικότητας των στελεχών των παθογόνων μυκήτων και της αλληλεπίδρασής τους με τον ξενιστή (B. Pariaud et al., 2009), καθώς και του ρόλου που διαδραματίζουν τα φυτόρια στις διάφορες μολύνσεις (A. Aroca et al., 2010). Η ευαισθησία της συγκεκριμένης ποικιλίας στις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου δεν έχει διερευνηθεί, ωστόσο θα μπορούσε να δώσει εξήγηση για την ένταση και τη συχνότητα της προσβολής. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι ο αντίκτυπος των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου διαφέρει ανά ποικιλία, ωστόσο δεν υπάρχουν ποικιλίες οι οποίες να είναι ανθεκτικές απέναντι σε αυτές τις ασθένειες (Surico et al., 2006; Gubler et al., 2005).

Από τους υπολογισμούς που έγιναν για τις ποικιλίες Sauvignon Blanc και Chardonnay προέκυψε ότι οι απώλειες παραγωγής ήταν 212 και 719 κιλά ανά εκτάριο αντίστοιχα, ενώ επί του συνόλου της παραγωγής οι απώλειες αυτές αντιστοιχούσαν σε ποσοστό 8,4% για την ποικιλία Chardonnay και 3,16% για την ποικιλία Sauvignon Blanc. Για τη ποικιλία Sauvignon Blanc οι απώλειες αυτές μπορούν να εξηγηθούν με βάση δεδομένα από μελέτες για την παρουσίαση μεγαλύτερης ευαισθησίας της συγκεκριμένης ποικιλίας απέναντι στις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, σε σχέση και με άλλες ποικιλίες του είδους *V. vinifera*. Αντίστοιχα δεδομένα δεν έχουν βρεθεί για τη ποικιλία Chardonnay.

Οι ασθένειες αυτές είναι αρκετά μεγάλης σημασίας και μπορούν δυνητικά σε χρονικό διάστημα μερικών χρόνων να ελαττώσουν σε μεγάλο βαθμό τη παραγωγικότητα των αμπελώνων, όπως προέκυψε και από τη συγκεκριμένη εργασία, ίσως και σε σημείο που να ήταν επιζήμια οικονομικά η υποστήριξη μιας καλλιέργειας οινοποιήσιμων σταφυλιών, πόσο μάλλον αν δεν εφαρμόζονται και τα κατάλληλα μέτρα διαχείρισης και πρόληψης. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι, παρά τη μειωμένη εμφάνιση συμπτωματικών πρέμνων στους τρεις αμπελώνες, το γεγονός αυτό δεν συνεπάγεται και την απουσία των ασθενειών του ξύλου, καθώς δεν είναι λίγες οι φορές που ενώ υπάρχει παρουσία παθογόνων μυκήτων τα πρέμνα δεν εμφανίζουν συμπτώματα για

κάποια χρόνια (λανθάνουσες μολύνσεις). Η απουσία έκφρασης συμπτωμάτων μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως οι κλιματολογικές συνθήκες που επιδρούν στην εξέλιξη των ασθενειών, οι συνθήκες καλλιέργειας και η καταπόνηση των φυτών, αλλά και η αυτόχθονη χλωρίδα, η οποία θα βοηθήσει ή θα δυσχεράνει την ανάπτυξη των μυκήτων (Sosnowski et al. 2007).

Η παρουσία ασθενειών που υποθάλπουν και δε γίνονται αντιληπτές εύκολα, ενώ είναι πρακτικά αδύνατο να υπάρξει διάγνωση αυτών έγκαιρα ή να αντιμετωπιστούν μεταγενέστερα, θα πρέπει να αποτελέσει αφετηρία για περαιτέρω μελέτη, καθώς μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει επαρκής βιβλιογραφική αναφορά όσον αφορά τις ασθένειες αυτές στην Ελλάδα. Η βαθιά κατανόηση των ασθενειών αυτών, των παθογόνων αιτιών τους καθώς και της αλληλεπίδρασής τους με τα φυτά-ξενιστές, θα μπορούσε να συμβάλλει στον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων που έχουν στην αμπελοκαλλιέργεια.

Το δεύτερο μέρος της μελέτης επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των παθογόνων αιτιών μέσω απομονώσεων μυκήτων από δείγματα ξύλου. Από τα 231 στελέχη μυκήτων που ελήφθησαν, η πλειοψηφία αυτών αντιπροσώπευε στελέχη μυκήτων της οικογένειας *Botryosphaeriaceae*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Fomitiporia mediterranea/Phellinus spp.*, *Phaeoacremonium spp.* καθώς και *Phomaspp.* Οι μύκητες αυτοί έχουν χαρακτηριστεί ως τυπικά παθογόνα που ευθύνονται για την εμφάνιση ασθενειών του ξύλου της αμπέλου (Bruno G. Et al., 2007; Crous P.W. et al., 1996; W. M. Pitt et al., 2010; Jimenez-Teja et al., 2006; P.W.Crous et al., 2006).

Η ηλικία των πρέμων και των τριών ποικιλιών (34 ετών) θα μπορούσε να εξηγήσει την απομόνωση των συγκεκριμένων μυκήτων, καθώς τα περισσότερα από αυτά προσβάλλουν αμπελώνες 7-10 και άνω. Εξαίρεση αποτελούν οι μύκητες *Phaeomoniella chlamydospora* και *Phaeoacremonium spp.*, καθώς είναι παθογόνα τα οποία συναντώνται και σε μικρότερης ηλικίας αμπελώνες και ευθύνονται για την ασθένεια του Petri. Από μελέτες που έχουν γίνει, έχει αποδειχτεί ότι η μεγαλύτερη ηλικία των αμπελώνων σχετίζεται άμεσα με τη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου (Gubler et al., 2005; Larach et al., 2020).

Σε μελέτη που έχει γίνει αναφορικά με τις μικροβιακές κοινότητες της αμπέλου στην Ελλάδα, έχουν σημειωθεί, επίσης, πιθανές συσχετίσεις των τυπικών παθογόνων μυκήτων που ευθύνονται για τις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου με τις διάφορες βακτηριακές κοινότητες (Bekris et al., 2021). Στη συγκεκριμένη έρευνα επισημαίνεται θετική συσχέτιση μεταξύ παρουσίας βακτηρίων των γενών *Bacillus* και *Streptomyces* και της παρουσίας πρέμων τα οποία δεν εμφανίζουν συμπτώματα, κάτι που θα μπορούσε να βοηθήσει στην εύρεση παραγόντων βιολογικής αντιμετώπισης των ασθενειών.

Οι ασθένειες του ξύλου της αμπέλου μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγικότητα της αμπέλου, όπως αποδείχθηκε αλλά και στην ποιότητα των σταφυλιών (F. Fontaine et al., 2015), και είναι σημαντικό για τους καλλιεργητές να λαμβάνουν μέτρα για την πρόληψη και τη διαχείριση αυτών των ασθενειών. Η έρευνα σήμερα επικεντρώνεται σε στρατηγικές διαχείρισης με τη χρήση μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται για τη βιολογική καταπολέμηση, ιδίως των ειδών του γένους *Trichoderma* (Guzmán Carro-Huerga et al., 2023; G. Sentenac et al., 2004; P. H. Fourie et al., 2001), και αυτό γιατί, στη περίπτωση των ειδών του γένους *Trichoderma* παρατηρείται ισχυρός ανταγωνισμός και δραστηριότητα υπερ-παρασιτισμού σε σχέση με τους άλλους μικροοργανισμούς (G. Carro-Huerga et al., 2023; C. Mutawila et al., 2015).

Περαιτέρω μελέτη έχει αποδείξει ότι η ένταση των συμπτωμάτων στα φύλλα , ως αποτέλεσμα της μόλυνσης από τους παθογόνους μύκητες, σχετίζεται με αλλαγές στη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού (F. Fontaine et al., 2015). Η μόλυνση από τα παθογόνα είχαν ως αποτέλεσμα το κλείσιμο των στομάτων και αλλαγές στη φωτοσυνθετική διεργασία (Petit et al., 2006). Ανάλογα με την ένταση της μόλυνσης και τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων σημειώθηκε και αντίστοιχη πτώση της φωτοσύνθεσης (Magnin-Robert et al. 2011; Santos et al. 2005). Αντίθετα, σε συνθήκες όπου τα φύλλα δεν εμφάνισαν συμπτώματα, η ανταλλαγή των αερίων της φωτοσύνθεσης και ο μεταβολισμός του άνθρακα ενίσχυσε το φυτικό κυτταρικό τοίχωμα, συνέβαλε στη διατήρηση της ωσμωτικής και οξειδοαναγωγικής ισορροπία, στη καταστροφή των κυτταρικών τοιχωμάτων των μυκήτων και στην αντίσταση του φυτού σε μόλυνσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς (F. Fontaine et al., 2015).

Ένα ακόμα πιο επίκαιρο θέμα που προβληματίζει έντονα σήμερα τον τομέα της αμπελοκαλλιέργειας και της φυτοπροστασίας είναι η κλιματική αλλαγή, ένα φαινόμενο που θα μπορούσε είτε να χειροτερέψει την ήδη υπάρχουσα κατάσταση, με το να φέρει στο προσκήνιο νέους παθογόνους εχθρούς, είτε να αποδειχθεί σύμμαχος και μία πιθανή λύση για την εξάλειψη ορισμένων ασθενειών (Georgios C. Koufos et al., 2020).

Με αφορμή τον περιορισμό του προβλήματος που λέγεται "Ασθένειες του Ξύλου της Αμπέλου" και προς μια κατεύθυνση εξάλειψης των δυσμενών επιπτώσεων των ασθενειών αυτών, περισσότερα μέτρα θα πρέπει να ληφθούν. Οι ασθένειες αυτές έχουν μελετηθεί διεξοδικά από την επιστημονική κοινότητα, έχει γίνει μεγάλη πρόοδος ως προς τη κατανόηση των παθολογικών αιτιών, της επιδημιολογίας, τον αντίκτυπο στη καλλιέργεια καθώς και τον έλεγχο αυτών. Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητας των παθογόνων αιτιών δεν έχουν αποδοθεί ακόμα πρακτικά εφαρμόσιμες λύσεις. Η διαχείριση θα πρέπει να έχει πιο ολιστικό και ολοκληρωμένο χαρακτήρα, με τη διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας στα φυτώρια, αλλά και σε περιβάλλον αμπελώνα, με τη συμβολή κλάδων γεωπονίας (φυτοπροστασίας, φυτοπαθολογίας, αμπελουργίας), βιολογίας και επιδημιολογίας. Μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο, θα μπορέσει να δοθεί λύση στο πρόβλημα, με θετικές εξελίξεις για τη βιωσιμότητα της αμπελοκαλλιέργειας.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alexopoulos, C. J., Mims C. W. and Blackwell M., *Introductory Mycology* (4th Ed.), John Wiley and Sons, New York, USA. 868p. (1996).

Amponsah N. T., Jones E., Ridgway H. R., Jaspers M. V., Evaluation of fungicides for the management of *Botryosphaeria* dieback diseases of grapevines (2012).

Anco D. J., Madden L. V., Ellis M. A., Effects of Temperature and Wetness Duration on the Sporulation Rate of *Phomopsis viticola* on Infected Grape Canes, *Plant Dis.* (2013).

Andolfi A., Mugnai L., Luque J., Surico G. et al., Phytotoxins Produced by Fungi Associated with Grapevine Trunk Diseases, *Toxins (Basel)*, 3(12): 1569–1605 (2011).

Aroca Á., Gramaje D., Armengol J. et al., Evaluation of the grapevine nursery propagation process as a source of *Phaeoacremonium* spp. and *Phaeomoniellachlamydospora* and occurrence of trunk disease pathogens in rootstock mother vines in Spain, *Eur J Plant. Pathol.*, 126:165–174 (2010).

Aroca Á., Gramaje D., Armengol J., García-Jiménez J., Raposo R., Evaluation of the grapevine nursery propagation process as a source of *Phaeoacremonium* spp. And *Phaeomoniellachlamydospora* and occurrence of trunk disease pathogens in rootstock mother vines in Spain, *European Journal of Plant Pathology*, (126), 165-174 (2010).

Armijo G., Schlechter R., Agurto M. et al., Grapevine Pathogenic Microorganisms: Understanding Infection Strategies and Host Response Scenarios, *Frontiers in Plant Science* (2016).

Barr D. J. S., Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. *Mycologia*, 84, pp. 1-11 (1992).

Bekris F., Vasileiadis S., Papadopoulou E., Samaras A. et al., Grapevine wood microbiome analysis identifies key fungal pathogens and potential interactions with the bacterial community implicated in grapevine trunk disease appearance, *Environmental Microbiome* volume 16, Article number: 23 (2021).

Berg G., Grube M., Schloter M., Smalla K., Unraveling the plant microbiome: looking back and future perspectives, *Front Microbiol*, 5 (2014).



- Bertsch C., Ramírez-suero M., Magnin-robert M., Larignon P., Chong J. et al., Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood, *Plant Pathology*, vol.62, issue.2, pp.243-265, (2013).
- Bertsch C, Larignon P, Farine S, Clément C, Fontaine F. The spread of grapevine trunk disease. *Science*. (2009).
- Bester W, Crous PW and Fourie PH, Evaluation of fungicides as potential grapevine pruning wound protectants against *Botryosphaeria* species. *Australas Plant Pathol* 36:73–77 (2007).
- Bettenfeld P., Cadena i Canals J., Jacquens L., Fernandez O. et al., The microbiota of the grapevine holobiont: A key component of plant health, *Journal of Advanced Research*, Vol. 40 (2022).
- Boubals D., What to do for controlling eutypa disease on susceptible grapevine varieties? (2003).
- Bridge P, Spooner B. Soil fungi: diversity and detection. *Plant Soil* (2001).
- Brown A. A., Lawrence D. P., Baumgartner K., Role of basidiomycete fungi in the grapevine trunk disease esca, *Plant Pathology*, Vol. 69, Issue 2 (2019).
- Bruetz E, Vallance J, Gerbore J, Lecomte P, Da Costa J-P, Guerin-Dubrana L, et al. Analyses of the temporal dynamics of fungal communities colonizing the healthy wood tissues of Esca leaf – Symptomatic and Asymptomatic Vines (2014).
- Bruno G., Sparapano L. and Graniti A., Effects of three esca-associated fungi on *Vitis vinifera* L.: IV. Diffusion through the xylem of metabolites produced by two tracheiphilous fungi in the woody tissue of grapevine leads to esca-like symptoms on leaves and berries, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, Vol. 71, Issues 1–3, Pages 106-124 (2007).
- Caffarra A., Rinaldi M., Eccel E. et al., Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 148, Pages 89-101 (2012).
- Calzarano F., Osti V., D' Agostino et al., Mixture of calcium, magnesium and seaweed affects leaf phytoalexin contents and grape ripening on vines with grapevine leaf stripe disease, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 56 No. 3 (2017).
- Cannon P. F. and Kirk P. M., *Fungal Families of the World*. (2007).

Carey V. A., Archer E., Barbeau G. & Saayman D., Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. II. The interaction of Cabernet-Sauvignon and Sauvignon Blanc with environment, *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, Vol. 42 No. 4 (2008).

Carro-Huerga G., Mayo-Prieto S., Rodriguez-Gonzalez A., Cardoza R. E. et al., Vineyard Management and Physicochemical Parameters of Soil Affect Native *Trichoderma* Populations, Sources of Biocontrol Agents against *Phaeoacremonium minimum* (2023).

Carter, M. V., *Eutypa* armeniaca (1957).

Catal, M., Jordan, S. A., Butterworth, S. C., and Schilder, A. M. C., Detection of *Eutypalata* and *Eutypellavitis* in grapevine by nested multiplex polymerase chain reaction. *Phytopathology* (2007).

Chiarappa L., Esca (Black Measles) of Grapevine. An Overview, *Phytopathol. Mediterr.* 39, 11-15 (2000).

Cobos R., Ibañez A., Diez-Galán A., Calvo-Peña C. et al., The Grapevine Microbiome to the Rescue: Implications for the Biocontrol of Trunk Diseases, *Plants*, Vol. 11, Issue 7 (2022).

Copes W. E., Fruit S., Hendrix F. F., Effect of Temperature on Sporulation of *Botryosphaeria dothidea*, *B. obtusa*, and *B. rhodina*. *Plant Dis.*, 88, 292–296 (2004).

Crous P. W., Gams W., Wingfield M. J. et al., *Phaeoacremonium* gen. nov. Associated with Wilt and Decline Diseases of Woody Hosts and Human Infections, *Mycologia*, Vol. 88, No. 5 (1996).

Crous P.W., Slippers B., Wingfield M. J., Rheeder J. et al., Phylogenetic lineages in the *Botryosphaeriaceae*. *Studies in Mycology* 55, 235–253 (2006).

Cucuzza, J. D., and Sall, M. A., Phomopsis cane and leaf spot disease of grape vine: Effect of chemical treatments on inoculum level, disease severity, and yield. *Plant Dis.*(1982).

Dein M., Moore A., Ricketts C., Huynh C., Munafa J. P., J.r., Characterization of Odorants in Chardonnay Marc Skins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2021).

Del Frari G., Gobbi A., Aggerbeck M. R., Oliveira H. et al., Characterization of wood mycobiome of *Vitis vinifera* in the vineyard affected by Esca. Spatial distribution of fungal communities and their putative relation with leaf symptoms, *Frontiers in Plant Science*, Vol.10 (2019).

Del Frari G., Oliveira H., Ferreira R. B., White Rot Fungi (Hymenochaetales) and Esca of Grapevine: Insights from Recent Microbiome Studies, *J. Fungi*, 7(9), 770 (2021).

Del Pilar Martínez-Diz M., Eichmeier A., Spetik M. et al., Grapevine pruning time affects natural wound colonization by wood-invading fungi, *Fungal Ecology*, Vol. 48 (2020).

Desai M. J. and Armstrong D. W., Separation, Identification, and Characterization of Microorganisms by Capillary Electrophoresis, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, V. 67 (2003).

El-Goorani M.A. and El Meleigi M. A., Dieback of grapevine by *Botryodiplodia theobromae* Pat. in Egypt. *PhytopathologiaMediterranea* 11, 210–211 (1972).

Elena G, Bruez E, Rey P, Luque J. Microbiota of grapevine woody tissues with or without esca-foliar symptoms in northeast Spain. *PhytopatholMediterr.* (2018).

Essakhi S., Mugnai L., Crous P. W. et al., Molecular and phenotypic characterization of novel *Phaeoacremonium* species associated with Petri disease and esca of grapevine (2008).

Erincik O., Madden L. V., Ferree, D. C., Ellis M. A., Effect of growth stage on susceptibility of grape berry and rachis tissues to infection by *Phomopsis viticola*. *Plant Dis.* (2001).

Erincik O., Madden L. V., Ferree D. C., Ellis M. A., Temperature and Wetness-Duration Requirements for Grape Leaf and Cane Infection by *Phomopsis viticola*, *Plant Dis.* (2003).

Evidente A., Punzo B., Andolfi A. et al., Lipophilic phytotoxins produced by *Neofusicoccum parvum*, a grapevine canker agent, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 49 No. 1 (2010).

Farr D.F. and Rossman A. Y., *Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory* (2011).

Fischer M., Biodiversity and geographic distribution of basidiomycetes causing esca-associated white rot in grapevine, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 45 (2006).

Fischer M. C., Henk D. A., Briggset C. J. et al., Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health (2012).

Fontaine F., Pinto C., Vallet J., Clément C. et al., The effect of Grapevine Trunk Diseases (GTDs) on vine physiology, *European Journal of Plant Pathology*, Vol.144, 707-721 (2016).

Fourie P. H., Halleen F., Van-der-vyver J. And Schreuder W., Effects of Trichoderma treatments on the occurrence of decline pathogens in the roots and rootstocks of nursery grapevines, *PhytopathologiaMediterranea*, vol.40, issue.3, pp.473-478 (2001).

Fournier P., Pellan L., Barroso-Bergadà D., Bohan D. et al., The functional microbiome of grapevine throughout plant evolutionary history and lifetime (2022).

Fuchs M., Grapevine viruses: a multitude of diverse species with simple but overall poorly adopted management solutions in the vineyard, *Journal of Plant Pathology* (2020).

Gambetta J. M., Bastian S. E. P., Cozzolino D. and Jeffery D. W., Factors Influencing the Aroma Composition of Chardonnay Wines, *J. Agric. Food Chem.* (2014).

Gautam A. K., Verma R. K., Avasthi S. et al., Current Insight into Traditional and Modern Methods in Fungal Diversity Estimates, *Journal of Fungi (Basel)*, (2022).

Gramaje D. & Armengol J., Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies, *Plant Disease*, vol.95, issue.9, pp.1040-1055, (2011).

Gramaje D., Úrbez-Torres J. R., Sosnowski M. R., Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: Current strategies and future prospects, *Plant Disease* 102(1):1-28 (2018).

Greek Ministry of Rural Development and Food. (2021). Statistical data on wine exports. Ανακτήθηκε από :  
<https://www.minagric.gr/index.php/en/statistics/statistical-data-on-wine-exports>

Gubler W.D., Rolshausen P.E., Trouillas F.P., Úrbez-Torres J. R., Voegel T., Weber E. A., Grapevine trunk diseases in California. Practical Winery Vineyard: 6-25 (2005).

Halleen F., Crous P. W. and Petrini O., Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries with special reference to pathogens involved in the decline of young vines, Australasian Plant Pathology (2003).

Hawksworth D.L., Kirk P. M., Sutton B. C. and Pegler D. N., Ainsworth and Bysby's. Dictionary of the Fungi, 8th Edition (1995).

Hofer U. The majority is uncultured. Nat Rev Microbiol. (2018).

Hofstetter V, Buyck B, Croll D, Viret O, Couloux A, Gindro K. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? Fungal Diversity. (2012).

Hrycan J., Hart M., Bowen P., Forge T., Úrbez-Torres J. R., Grapevine trunk disease fungi: their roles as latent pathogens and stress factors that favour disease development and symptom expression (2020).

Huglin P. and Schneider C., Biologie et écologie de la vigne (2e éd.) (1998).

Jimenez-Teja D., Hernandez-Galan R. and Collado I. G., Metabolites from Eutypa species that are pathogens on grapes, The Royal Society of Chemistry (2006).

Kaplan J., Travadon R., Cooper M. et al., Identifying economic hurdles to early adoption of preventative practices: The case of trunk diseases in California winegrape vineyards, Wine Economics and Policy, Vol. 5, Issue 2, 127-141 (2016).

Koufos G. C., Mavromatis T., Koundouras S., Jones G. V., Adaptive capacity of winegrape varieties cultivated in Greece to climate change: current trends and future projections ,Oeno one, Vol. 54, No 4 (2020).

Kenfaoui J., Radouane N., Mennani M., Tahiri A. et al. A Panoramic View on Grapevine Trunk Diseases Threats: Case of Eutypa Dieback, Botryosphaeria Dieback, and Esca Disease, Journal of Fungi (Basel), 8(6): 595 (2022).

Larach A., Torres C., Riquelme N., Valenzuela M. et al., Yield loss estimation and pathogen identification from Botryosphaeria dieback in vineyards of Central Chile over two growing seasons, PhytopathologiaMediterranea (2020).

- Larignon P. & Dubos B., Fungi associated with esca disease in grapevine, *European Journal of Plant Pathology* 103: 147–157, (1997).
- Larignon P., Fontaine F., Farine S. and Clément C., Esca et Black Dead Arm : deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la vigne, *C. R. Biologies*, vol.332, pp.765-783 (2009).
- Larignon P., *Maladies Cryptogamiques du Bois de la Vigne: Symptomatologie et Agents Pathogen*; Institut Français de la Vigne et du Vin, Grau du Roi dans le Gard: Le Grau-du-Roi, France, p. 165 (2016).
- Latorre B. A., Besoain X. and Flores V., *Botryosphaeria* canker of table grapes. *Phytopathology* 76, 1112 (1986).
- Lehoczky J., Black dead arm disease of grapevine caused by *Botryosphaeria stevensii* infection. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 9, 319–327 (1974a).
- Lehoczky J., Necrosis of nurseried grapevine grafts of *Botryosphaeria stevensii* infection. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 9, 329–331 (1974b).
- Letousey P., Baillieul F., Perrot G., Rabenoelina F. et al., Early Events Prior to Visual Symptoms in the Apoplectic Form of Grapevine Esca Disease (2009).
- Lutzoni F., Kauff, F., Cox, C. J., McLaughlin, D., Celio, G., Dentinger, B. et al., Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits . *American Journal of Botany*, 91(10), 1446–1480 (2004).
- Magnin-Robert, M., Letousey, P., Spagnolo, A., Rabenoelina, F., Jacquens, L., Mercier, L., Clément, C., & Fontaine, F., Leaf strip of esca induces alteration of photosynthesis and defence reactions in presymptomatic leaves. *Functional Plant Biology*, 38(11), 856–866 (2011).
- Maracchi G., Sirotenko O., Bindi M., Impacts of Present and Future Climate Variability on Agriculture and Forestry in the Temperate Regions: Europe, *Climatic Change* 70(1):117-135 (2005).
- Maree H. J., Almeida R. P. P., Bester R. et al., Grapevine leafroll-associated virus 3, *Frontiers in Microbiology*, Sec. Virology, Volume 4 (2013).
- Markakis E. A., Kavroulakis N., Ntougias S., Koubouris G. C. et al., Characterization of Fungi associated with wood decay of tree species and grapevine in Greece, *Plant Disease*, Vol. 101, No 11 (2017).



- Martín L., Fontaine F., Javier Castaño F. et al., Specific profile of Tempranillo grapevines related to Esca-leaf symptoms and climate conditions, *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol. 135, Pages 575-587 (2019).
- Medina-Pérez G. et al., Nano-Biopesticides Today and Future Perspectives (2019).
- Mondello V., Larignon P., Armengol J., Kortekamp A. et al., Management of Grapevine trunk diseases: knowledge transfer, current strategies and innovative strategies adopted in Europe, *Phytopathologia Mediterranea*, Vol.57 (No.3) pp. 369-383 (2018).
- Mondello V., Songy A., Battiston E., Pinto C., Coppin C. et al., Grapevine Trunk Diseases: A Review of Fifteen Years of Trials for Their Control with Chemicals and Biocontrol Agents, *Plant Disease*, Vol 102, No.7, (2018).
- Mostert, L., Halleen, F., Creaser, M. L., and Crous, P. W., *Cryptovalseampelina*, a forgotten shoot and cane pathogen of grapevines. *Australas, Plant Pathol.* (2004).
- Mugnai L., Graniti A. and Surico G., Esca (Black Measles) and Brown Wood-Streaking: Two Old and Elusive Diseases of Grapevines, *Plant Disease*, Vol. 83, Issue 5 (1999).
- Mundy D. C. and Manning M. A., Ecology and management of grapevine trunk diseases in New Zealand: a review, *New Zealand Plant Protection* 63: 160-166 (2010).
- Munkvold G. P., Duthie J. A., Marois J. J., Reductions in Yield and Vegetative Growth of Grapevines due to *Eutypa dieback*, *Phytopathology* (1994).
- Munkvold G. P., *Eutypa dieback* of grapevine and apricot, *Plant Health Progress*, Vol. 2, Issue 1 (2001).
- Mutawila C., Vinale F., Halleen F., Lorito M., Mostert L., Isolation, production and in vitro effects of the major secondary metabolite produced by *Trichoderma* species used for the control of grapevine trunk diseases. *Plant Pathol.*, 65, 104–113 (2015).
- Nita M., Ellis M. A., Wilson L. L., Madden L. V., Evaluation of a Disease Warning System for Phomopsis Cane and Leaf Spot of Grape: A Field Study. *Plant Disease*, 90(9), 1239–1246 (2006).

OIV, STATE OF THE WORLD VINE AND WINE SECTOR 2021 (Απρίλιος, 2022). Ανακτήθηκε από: [https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/eng-state-of-the-world-vine-and-wine-sector-april-2022-v6\\_0.pdf](https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/eng-state-of-the-world-vine-and-wine-sector-april-2022-v6_0.pdf)

Olesen J. E. & Bindi M., Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy, *European Journal of Agronomy*, Volume 16, Issue 4, Pages 239-262 (2002).

Olesen J. E., Trnka M., Kersebaum K. C., Skjelvåg A. O. et al., Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change, *European Journal of Agronomy* 34(2):96-112 (2011).

Pacetti A., Moretti S., Perrin C., Gelhaye E. et al., Grapevine Wood-Degrading Activity of *Fomitiporia mediterranea* M. Fisch.: A Focus on the Enzymatic Pathway Regulation, *Front. Microbiol.*, Vol. 13 (2022).

Paillassa E., L'eutypiose de la vigne (*Eutypalata* (Pers. : Tul.) : Aspects épidémiologiques. Application à la mise au point d'évaluation des fongicides in vitro, thèse de 3ème cycle, Bordeaux II, pp.165 (1992).

Pariaud B., Ravigné V., Halkett F., Goyeau H., Carlier J. and Lannou C., Aggressiveness and its role in the adaptation of plant pathogens, *Plant Pathology*, Vol. 58, Issue3, Pages 409-424 (2009).

Pearson R. C. & Goheen A. C., eds., *Compendium of Grape Diseases*. American Phytopathological Society. (1988).

Pearson R.C. & Goheen A. C., *Phomopsis cane and leaf spot*, *Compendium of Grape Diseases* (1994).

Petit A. N., Vaillant N., Boulay M., Clément C., and Fontaine F., Alteration of Photosynthesis in Grapevines Affected by Esca, *The American Phytopathological Society* (2006).

Petzoldt C. H., Moller W. J., Sall M. A., *Eutypa dieback of grapevine: seasonal differences in infection and duration of susceptibility of pruning wounds*, *Phytopathology* 71, 540-543 (1981).

Phillips A. J. L., *Botryosphaeria dothidea and other fungi associated with excoriosis and dieback of grapevines in Portugal*. *Journal of Phytopathology* 146, 327–332 (1998).

Phillips A.J.L., *Botryosphaeria species associated with diseases of grapevines in Portugal*. *Phytopathologia Mediterranea* 41, 3–18 (2002).

Phillips A. J. L., Excoriose cane blight and related diseases of grapevine: A taxonomic review of the pathogens, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol 39, 341-356 (2000).

Pinto C., Gomes A. C., *Vitis vinifera* microbiome: from basic research to technological development, *Biocontrol*, 61 (3), pp. 243-256 (2016).

Pitt W. M., Huang R., Trouillas F. P. et al., Evidence that *Eutypalata* and other diatrypaceous species occur in New South Wales vineyards, *Australasian Plant Pathology* (2010).

Pscheidt J. W. and Pearson R. C., Time of infection and control of *Phomopsis* fruit rot of grape. *Plant Dis.*(1989).

Reveglia P., Savocchia S., Billones-Baaijens R. et al., Phytotoxic metabolites by nine species of *Botryosphaeriaceae* involved in grapevine dieback in Australia and identification of those produced by *Diplodiamutula*, *Diplodiaseriata*, *Neofusicoccumaustrale* and *Neofusicoccum luteum*, *Nat Prod Res.*, 33(15):2223-2229 (2019).

Ridgway H. J., Amponsah N. T., Brown D. S., Baskarathevan J., Jones E. E. and Jaspers M. V., Detection of botryosphaeriaceous species in environmental samples using a multi-species primer pair. *Plant Pathol.* 60:1118–1127 (2011).

Rolshausen P. E., Mahoney N. E., Molyneux R. J. and Gubler, W. D., Reassessment of the species concept in *Eutypalata*, the causal agent of *Eutypa* dieback of grapevine. *Phytopathology* (2006).

Rolshausen P. E., Úrbez-Torres J. R., Rooney-Latham S. et al., Evaluation of Pruning Wound Susceptibility and Protection Against Fungi Associated with Grapevine Trunk Diseases (2010).

Rolshausen P. E., Baumgartner K., Travadon R., Fujiyoshi P., Pouzoulet J., Wilcox W. F., Identification of *Eutypa* spp. causing *Eutypa* dieback of grapevine in eastern North America. *Plant Dis.* (2014).

Rosace M. C., Legler S. E., Salotti I. and Rossi V., Susceptibility of pruning wounds to grapevine trunk diseases: A quantitative analysis of literature data, *Front Plant Sci.* (2023).

Rumbos I. and Rumbou A., Fungi associated with esca and young grapevine decline in Greece, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 40, pp. S330-S335 (2001).

Santos C., Fragoeiro S., & Phillips A., Physiological response of grapevine cultivars and a rootstock to infection with *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* isolates: an in vitro approach using plants and calluses. *Scientia Horticulturae*, 103(2), 187–198 (2005).

Schubert A., Les mycorhizes à vésicules et arbuscules chez la vigne, *Connaissance de la vigne et du vin*, Vol. 19 No. 4 (1985).

Sentenac G., Larignon P., Molot B., Viguès V. and Kuntzmann P., Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca et BDA. Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain (2004).

Siebert J. B., Eutypa: The economic toll on vineyards. *Wines Vines* April:50-56 (2001).

Sieber T. N., Endophytic fungi in forest trees: are they mutualists?, *Fungal Biology Reviews* 21(2-3):75-89 (2007).

Smart R., Timely trunk renewal to overcome trunk disease, *Wine and Viticulture Journal* (5) (2015). Ανακτήθηκε από : <https://www.vineyardteam.org/files/SmartVitTrunkRenewalOctober2015.pdf>

Sosnowski M., McCarthy G., Trunk disease: Economic impact of grapevine trunk disease management in Sauvignon Blanc vineyards of New Zealand, *Wine and Viticulture Journal*, Vol. 32, No. 5, (2017).

Spinosi J., Fevotte J., Eléments techniques sur l'exposition professionnelle aux pesticides arsenicaux. Matrice cultures – expositions aux pesticides arsenicaux, Institut de veille sanitaire (2008).

Stakman E. C. and Harrar J. G., *Principles of Plant Pathology*, New York: The Ronald Press Company (1957).

Stravon (2022). Κλιματολογικά δεδομένα Κτήμα Άλφα. Ανακτήθηκε από: [https://alpha-estate.com/wp-content/uploads/2023/02/P2.1\\_Meso\\_kai\\_Mikro\\_klimatikes\\_parametroi\\_ampelou\\_rgikis\\_zonis\\_Amintaiou.pdf](https://alpha-estate.com/wp-content/uploads/2023/02/P2.1_Meso_kai_Mikro_klimatikes_parametroi_ampelou_rgikis_zonis_Amintaiou.pdf)

Surico G., Mugnai L. and Marchi G., Older and more recent observations on esca: a critical overview, *Phytopathologia Mediterranea* (45), S68–S86 (2006).

Surico G., Mugnai L. & Marchi G., The Esca Disease Complex, Part of the Integrated Management of Plant Pests and Diseases book series (IMPD, volume 3) (2008).

- Surico G., Towards a redefinition of the diseases within the esca complex of grapevine, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 48, No. 1 (2009).
- Tarr S. A. J., The causes of plant diseases: non-parasitic agents, *Principles of Plant Pathology* pp 18–41 (1972).
- Taylor A, Hardy G, StJ, Wood P and Burgess T, Identification and pathogenicity of *Botryosphaeria* species associated with grapevine decline in Western Australia. *Australas Plant Pathol* 34:187–195 (2005).
- Tello J., Mammerler R., Čajić M. & Forneck A., Major Outbreaks in the Nineteenth Century Shaped Grape *Phylloxera* Contemporary Genetic Structure in Europe, *Scientific Reports*, volume 9, Article number: 17540 (2019).
- Trouillas F. P., Gubler W. D., Identification and characterization of *Eutypaleptoplaca*, a new pathogen of grapevine in Northern California. *Mycol. Res.* (2004).
- Trouillas F. P., Urbez-Torres J. R., Gubler W. D., Diversity of diatrypaceous fungi associated with grapevine canker diseases in California., *Mycologia* (2010).
- Trouillas F. P., Pitt W. M., Sosnowski M. R. et al., Taxonomy and DNA phylogeny of Diatrypaceae associated with *Vitis vinifera* and other woody plants in Australia. *Fungal Divers* (2011).
- Úrbez-Torres J. R., Gubler W. D., Pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* Species Isolated from Grapevine Cankers in California, *Plant Dis.* (2009).
- Úrbez-torres J. R., The status of *Botryosphaeriaceae* species infecting grapevines, *PhytopathologiaMediterranea*, vol.50, issue.4, pp.5-45 (2011).
- Úrbez-torres J. R., Peduto F., Smith R. J., Gubler W. D., *Phomopsis* Dieback: A grapevine trunk disease caused by *Phomopsis viticola* in California, *Plant Disease* (2013).
- Van Leeuwen C. and Darriet P., The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality, *Journal of Wine Economics*, Volume 11, Number 1, Pages 150–167 (2016).
- Van Niekerk J. M., Strever A. E., Du Toit P. G. et al., Influence of water stress on *Botryosphaeriaceae* disease expression in grapevines, *PhytopathologiaMediterranea*, Vol. 50, Special issue from the 7th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases (IWGTD), pp. S151-S165 (2011).

Weber E. A., Trouillas F. P., Gubler W. D., Double Pruning of Grapevines: A Cultural Practice to Reduce Infections by *Eutypalata*, *American Journal of Oenology and Viticulture*, 58, 61-66 (2007).

Wunderlich N, Ash G, Steel C, Rahman H & Savocchia S, *Botryosphaeriaceae* associated with bunch rot of grapes in South Eastern Australia. *PhytopathologiaMediterranea* 49:106 (2010).

Zarraonaindia I., Owens S. M., Weisenhorn P., West K., Hampton-Marcell J. et al., The Soil Microbiome Influences Grapevine-Associated Microbiota, *ASM Journals, mBio*, Vol. 6, No. 2 (2015).

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE), Κλιματικά δεδομένα για επιλεγμένους σταθμούς στην Ελλάδα, Φλώρινα, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Ανακτήθηκε από : [http://www.emy.gr/emy/el/climatology/climatology\\_city?perifereia=West%20Macedonia&poli=Florina](http://www.emy.gr/emy/el/climatology/climatology_city?perifereia=West%20Macedonia&poli=Florina)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ, ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΕΤΟΥΣ 2020 (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.statistics.gr/documents/20181/cab58447-e3d7-f808-e1c4-b55c32699920>

ΚΕΟΣΟΕ: Ποια είναι η εξέλιξη των εξαγωγών ελληνικού κρασιού ανά χώρα. (2022). Ανακτήθηκε από : [https://www.ot.gr/2023/02/20/agro/keosoe-poia-einai-i-ekseliksi-ton-eksagogon-ellinikou-krasiou-ana-xora/#:~:text=%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD%20%CF%85%CF%80%CF%8C%CF%88%CE%B9%CE%BD%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%B1%CE%BD%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%81%CF%89%2C%20%CE%BF%CE%B9,\(3%2C37%20%E2%82%AC%2Fkg](https://www.ot.gr/2023/02/20/agro/keosoe-poia-einai-i-ekseliksi-ton-eksagogon-ellinikou-krasiou-ana-xora/#:~:text=%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD%20%CF%85%CF%80%CF%8C%CF%88%CE%B9%CE%BD%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%B1%CE%BD%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%81%CF%89%2C%20%CE%BF%CE%B9,(3%2C37%20%E2%82%AC%2Fkg)

Ρούμπος Ι. Χ. & Ρούμπου Α., Ασθένειες και Εχθροί της Αμπέλου, Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε., ΣΤ' ΕΚΔΟΣΗ (2016).

Σεχρεμέλη Παναγιώτα, Ανάλυση του Κλάδου της Οινοποιίας στην Ελλάδα, 2018.

Σταύρακας Δ. Ε., ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΑ, Εκδόσεις ΖΗΤΗ (2η Έκδοση) (2015).

Τσακίρης Α., Ελληνική Οινογνωσία, Εκδόσεις Ψύχαλος & Σία Εκδοτική Ο.Ε., Γ' Έκδοση (2010).

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΗΘΟΣ ΦΥΤΩΝ – ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ.

Ανακτήθηκε από : <https://www.helppost.gr/agro/ypologismos-dentra-fyta-stremma/>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οινοποιήσιμες Ποικιλίες Αμπέλου. Ανακτήθηκε από :

[https://www.oenet.gr/media/k2/attachments/parartimata\\_oinopoiisimes\\_poikilies.pdf](https://www.oenet.gr/media/k2/attachments/parartimata_oinopoiisimes_poikilies.pdf)

## **8. ΕΙΚΟΝΕΣ**

Ellis M. A., Department of Plant Pathology, (2008).

Larach A., Torres C., Riquelme N., Valenzuela M. et al., Yield loss estimation and pathogen identification from *Botryosphaeria dieback* in vineyards of Central Chile over two growing seasons, *PhytopathologiaMediterranea* (2020).

Kenfaoui J., Radouane N., Mennani M., Tahiri A. et al. A Panoramic View on Grapevine Trunk Diseases Threats: Case of *Eutypa Dieback*, *Botryosphaeria Dieback*, and *Esca Disease*, *Journal of Fungi (Basel)*, 8(6): 595 (2022).

Mirabolfathy M., Hosseinian L., Ashnaei S. P., Fungal communities of grapevine decline in the main grape-growing regions of Iran, *Indian Phytopathology* 74(1) (2021).

Rajaiyan M., Karimishahri M. R., Pirnia M. and Dehvari V., Detection and identification of some fungal agents causing grapevine decline in Northern Khorasan Province vineyards using PCR technique (2013).

Travadon R., *Eutypa Dieback*.

Yan J., Xie Y., Zhang W. & Wang Y., Species of *Botryosphaeriaceae* involved in grapevine dieback in China, *Fungal Diversity* 61(1) (2013).