



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

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Εκτίμηση απωλειών παραγωγής από ασθένειες του ξύλου  
της αμπέλου και διερεύνηση των παθογόνων αιτιών στις  
ποικιλίες Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο στην περιοχή  
του Τυρνάβου**

Όνοματεπώνυμο  
**Μανώλης Γιολδάσης**  
**ΑΜ: 161016**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια**  
**Όνοματεπώνυμο: Δανάη Γκίζη**

ΑΘΗΝΑ, 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF FOOD SCIENCE  
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 Merlot, Asyrtiko and Xinomavro of the area of Tyrnavos**

Student name and surname

**Manolis Gioldasis**

Registration Number: 161016

**Supervisor**

**Name and surname: Gkizi Danai**

ATHENS, 2024



**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 Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο στην περιοχή του Τυρνάβου»  
Και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

<b>Ψηφιακή Υπογραφή</b> <b>Επιβλέπουσα καθηγήτρια</b> <b>(1<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	
<b>Ψηφιακή Υπογραφή</b> <b>Καθηγητή</b> <b>(2<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	
<b>Ψηφιακή Υπογραφή</b> <b>Καθηγήτρια</b> <b>(3<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	


## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων Μανώλης Γιολδάσης του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου 161016 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά 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».

Ο Δηλών

ΜΑΝΩΛΗΣ ΓΙΟΛΔΑΣΗΣ  


## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο παραγωγικό δυναμικό των αμπελιών, αλλά και στην ποιότητα των σταφυλιών είναι οι ασθένειες από τις οποίες μπορεί να προσβληθεί το αμπέλι. Η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζει στις ασθένειες ξύλου, όπως είναι η ίσκα, η ευτυπίωση και η βοτρουοσφαίρια, οι οποίες προκαλούνται από παθογόνους μύκητες. Πραγματοποιήθηκε πειραματική μελέτη σε τρεις ποικιλίες αμπελιού, Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο, σε αμπελώνες της περιοχής Ροδιά Τυρνάβου. Από κάθε ποικιλία, πριν τον τρύγο, επιλέχθηκαν τυχαία 100 φυτά και εξετάστηκαν ως προς την παρουσία και την ένταση των συμπτωμάτων ασθενειών ξύλου. Για την καταγραφή της έντασης της ασθένειας χρησιμοποιήθηκε κατάλληλη κλίμακα καταγραφής συμπτωμάτων «λωρίδων τίγρη». Από δείγματα προσβεβλημένου ξύλου πραγματοποιήθηκαν απομονώσεις ενδοφυτικών μυκήτων με σκοπό τη διερεύνηση των παθογόνων αιτιών των ασθενειών στους εν λόγω αμπελώνες. Κατά την περίοδο του τρύγου, συλλέχθηκε και ζυγίσθηκε ο καρπός από πρέμνα κάθε κλίμακας έντασης συμπτωμάτων για κάθε ποικιλία. Υπολογίσθηκε η δυνητική και η εκτιμώμενη παραγωγή σταφυλιών, καθώς και η απώλεια παραγωγής που σημειώθηκε. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι συμπτώματα προσβολής εμφάνισε το 13% των φυτών της ποικιλίας Merlot και το 14% των ποικιλιών Ασύρτικο και Ξινόμαυρο. Οι πιο διαδεδομένοι παθογόνοι μικροοργανισμοί, για όλες τις ποικιλίες, ανήκαν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, ενώ, σε μικρότερο βαθμό, υπήρξε και προσβολή από μύκητες του γένους *Fomitiporia* και *Phaeoacremonium*, στις ποικιλίες Ασύρτικο και Ξινόμαυρο. Οι ασθένειες ξύλου οδήγησαν σε απώλεια παραγωγής, η οποία υπολογίσθηκε για το Merlot ίση με 8,49%, για το Ασύρτικο, 8,70% και για το Ξινόμαυρο ίση με 10,77%.

**Λέξεις κλειδιά:** ασθένειες ξύλου αμπέλου, Τύρναβος, Merlot, Ασύρτικο, Ξινόμαυρο, *Botryosphaeriaceae*, *Fomitiporia*, *Phaeoacremonium*

## ABSTRACT

One of the most important factors that can cause problems in the production potential of the vines, but also in the quality of the grapes, are the diseases that can affect the trunk of the vines. This thesis focuses on wood diseases, such as Esca, Eutypiosis and Botryosphaeria, which are caused by pathogenic fungi. An experimental study was carried out on three grape varieties, Merlot, Assyrtiko and Xinomavro, in vineyards of the Rodia region, Tyrnavos. From each variety, before harvest, 100 plants were randomly selected and examined for the presence and intensity of wood disease symptoms. An appropriate 5-scores scale was used to record the intensity of the disease based on tiger stripes symptoms. Isolations of endophytic fungi were performed from wood samples of severely infected vines to investigate the pathogenic causes. During the harvest period, the fruits were collected and weighed from the stumps of each symptom class for each variety. The potential and estimated yield of grapes was calculated, as well as the production loss that occurred. The results showed that 13% of the plants of the Merlot variety and 14% of the Assyrtiko and Xinomavro varieties showed signs of infection. The most widespread pathogenic microorganisms, for all the varieties, belonged to the *Botryosphaeriaceae* family, while, to a lesser extent, there were infections from *Fomitiporia* and *Phaeoacremonium* species, in the Assyrtiko and Xinomavro varieties. Wood diseases led to production loss, which was calculated for Merlot equal to 8.49%, for Assyrtiko, 8.70% and for Xinomavro equal to 10.77%.

**Keywords:** vine wood diseases, Tyrnavos Merlot, Assyrtiko, Xinomavro, *Botryosphaeriaceae*, *Fomitiporia*, *Phaeoacremonium*

## Κατάλογος περιεχομένων

<b>ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ</b>	<b>iii</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>Κατάλογος περιεχομένων</b>	<b>vii</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων</b>	<b>ix</b>
<b>Κατάλογος Πινάκων</b>	<b>x</b>
<b>Κατάλογος Διαγραμμάτων</b>	<b>xi</b>
<b>1. Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Σκοπός εργασίας</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Δομή</b>	<b>3</b>
<b>2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Η καλλιέργεια της Αμπέλου</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Βοτανική ταξινόμηση και ποικιλίες αμπελιού</b>	<b>5</b>
2.2.1 Merlot	6
2.2.2 Ασύρτικο	7
2.2.3 Ξινόμαυρο	9
<b>2.3 Αμπελουργική ζώνη Τυρνάβου</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Κυριότερες ασθένειες ξύλου αμπέλου</b>	<b>11</b>
2.4.1 Βοτρυοσφαίρια (Botryosphaeria Dieback)	13
2.4.2 Ίσκα (Esca)	13
2.4.3 Ευτυπίωση (Eutypa Dieback)	15
2.4.4 Νόσος Petri	16
2.4.5 Black foot	17
<b>2.5 Φυτοπροστασία</b>	<b>18</b>
<b>Πειραματικό μέρος</b>	<b>20</b>

<b>3.1 Οι Πειραματικοί αμπελώνες</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Καταγραφή παρουσίας και έντασης της ασθένειας</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Εκτίμηση απωλειών παραγωγής</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Ταυτοποίηση παθογόνων αιτιών</b>	<b>24</b>
<b>3.5 Στατιστικές αναλύσεις</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Αποτελέσματα</b>	<b>27</b>
3.4.1 Καταγραφή συμπτωμάτων	27
3.4.2 Συχνότητα και σοβαρότητας εμφάνισης ασθενειών ξύλου	29
3.4.3 Προσδιορισμός της πιθανής απώλειας παραγωγής	32
3.4.4 Διερεύνηση παθογόνων αιτίων	42
<b>Συμπεράσματα</b>	<b>45</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>50</b>



## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 1:</b> Γεωγραφικές ζώνες καλλιέργειας <i>Vitis vinifera</i> .....	4
<b>Εικόνα 2:</b> Σταφυλή και άνω και κάτω όψη φύλλου .....	7
<b>Εικόνα 3:</b> Σταφυλή και φύλλα (άνω και κάτω όψη) της ποικιλίας Ασύρτικο .....	8
<b>Εικόνα 4:</b> Σταφυλή και φύλλα (άνω και κάτω όψη) της ποικιλίας Ξινόμαυρο.....	9
<b>Εικόνα 5:</b> Τυπικά συμπτώματα της ευτυπίωσης, της ίσκας και της βοτρουοσφαίριας σε φύλλα και κορμό αμπελιού της ποικιλίας Chardonnay (α-ε) Eutypa dieback (d-f) Esca (g-k) Botryosphaeria .....	12
<b>Εικόνα 6:</b> Στάδια ανάπτυξης ευτυπίωσης στο αμπέλι .....	16
<b>Εικόνα 7:</b> Συμπτώματα που σχετίζονται με τη νόσο Petri. Α.Μαύρα στίγματα ορατά σε πρέμνο ηλικίας ενός έτους. Β . Μαύρες και καφές ραβδώσεις τυπικές της νόσου Petri.....	17
<b>Εικόνα 8:</b> Συμπτώματα της ασθένεια Black foot σε ξύλο αμπελιού (σύγκριση υγιούς και ασθενούς φυτού).....	18
<b>Εικόνα 9:</b> Κτήμα Γιολδάση, Ροδιά Τυρνάβου – ποικιλία Merlot.....	20
<b>Εικόνα 10:</b> Κτήμα Γιολδάση, Ροδιά Τυρνάβου – ποικιλία Ασύρτικο .....	21
<b>Εικόνα 11:</b> Λωρίδες τίγρη.....	22
<b>Εικόνα 12:</b> Καλλιέργειες μικροοργανισμών που απομονώθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία .....	25
<b>Εικόνα 13:</b> Καλλιέργεια μικροοργανισμού της οικογένειας Botryosphaeriaceae που απομονώθηκε κατά την πειραματική διαδικασία .....	25

## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1:</b> Ελάχιστο ετήσιο κόστος λόγω ασθενειών αμπέλου σε παγκόσμιο επίπεδο .....	1
<b>Πίνακας 2:</b> Συστηματική ταξινόμηση φυτού αμπέλου .....	5
<b>Πίνακας 3:</b> Περιγραφή κλίμακας συμπτωμάτων.....	22
<b>Πίνακας 4:</b> Αποτελέσματα ANOVA ενός παράγοντα των συμπτωμάτων που καταγράφηκαν στις ποικιλίες Merlot, Ασύρτικο, Ξινόμαυρο.....	31
<b>Πίνακας 5:</b> Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δυνητικής και εκτιμώμενης παραγωγής, καθώς και απώλειες παραγωγής και για τις τρεις ποικιλίες .....	36
<b>Πίνακας 6:</b> Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Merlot.....	38
<b>Πίνακας 7:</b> Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Merlot) . .....	39
<b>Πίνακας 8:</b> Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Ασύρτικο .....	40
<b>Πίνακας 9:</b> Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Ασύρτικο) .....	41
<b>Πίνακας 10:</b> Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Ασύρτικο .....	41
<b>Πίνακας 11:</b> Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Ξινόμαυρο) .....	42

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

<b>Διάγραμμα 1:</b> Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Merlot) .....	28
<b>Διάγραμμα 2:</b> Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Ασύρτικο).....	28
<b>Διάγραμμα 3:</b> Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Ξινόμαυρο) .....	29
<b>Διάγραμμα 4:</b> Ποσοστό (%) προσβεβλημένων φυτών από ασθένειες ξύλου για τις εξεταζόμενες ποικιλίες .....	30
<b>Διάγραμμα 5:</b> Δείκτης DI (%) που εκφράζει τη σοβαρότητα της ασθένειας .....	31
<b>Διάγραμμα 6:</b> Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Merlot .....	33
<b>Διάγραμμα 7:</b> Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Ασύρτικο.....	34
<b>Διάγραμμα 8:</b> Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Ξινόμαυρο .....	35
<b>Διάγραμμα 9:</b> Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Merlot.....	37
<b>Διάγραμμα 10:</b> Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Ασύρτικο .....	37
<b>Διάγραμμα 11:</b> Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Ξινόμαυρο .....	38
<b>Διάγραμμα 12:</b> Ποσοστό (%) παθογόνων μικροοργανισμών που απομονώθηκαν στις καλλιέργειες των δειγμάτων και των τριών ποικιλιών.....	43
<b>Διάγραμμα 13:</b> Ποσοστό (%) μικροοργανισμών που απομονώθηκαν ανά ποικιλία σταφυλιών.....	44

# 1. Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας

## 1.1 Εισαγωγή

Κατά την καλλιέργεια της αμπέλου, ο αμπελουργός αντιμετωπίζει σημαντικές δυσκολίες καθώς έρχεται αντιμέτωπος με ένα σημαντικό αριθμό μικροοργανισμών, όπως είναι ορισμένοι ιοί, βακτήρια και μύκητες, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στον αμπελώνα. Οι ζημιές που προκαλούνται από τους μικροοργανισμούς μπορεί να κυμαίνονται από μία απλή αντίδραση του φυτού ως καταστροφή του πρέμνου ή ακόμη και του αμπελώνα (Kenfaoui et al., 2022). Στην περίπτωση των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου παρατηρείται νέκρωση του ξυλώδους ιστού σε ένα τμήμα του φυτού ή ακόμη και σε ολόκληρο το φυτό, εμφάνιση καφέ ραβδώσεων ή μεταχρωματισμό του ξύλου, αποχρωματισμός των φύλλων, μαρασμός ταξιανθιών και, με την πάροδο του χρόνου, θάνατος του φυτού. Σημειώνονται απώλειες στην παραγωγή, ενώ ο παραγόμενος καρπός είναι συχνά ποιοτικά υποβαθμισμένος (Stempien et al., 2017). Οι απώλειες που προκαλούνται λόγω των ασθενειών ξύλου της αμπέλου έχει υπολογιστεί ότι ξεπερνούν το 1 δισεκατομμύριο δολάρια ετησίως. Οι Hofstetter et al. (2012) εκτίμησαν το ελάχιστο κόστος λόγω ασθενειών του αμπελιού, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Ελάχιστο ετήσιο κόστος λόγω ασθενειών αμπέλου σε παγκόσμιο επίπεδο

Μεταβλητή	Στοιχεία	Αναφορά
Έκταση παγκόσμιου αμπελώνα	7.550.000 εκτάρια	OIV, 2011
Συνολικό κόστος φύτευσης ενός εκταρίου αμπελώνα	15.000 ευρώ	Brugali, 2009
Ελάχιστη εκτίμηση ποσοστού φυτών που αντικαθίστανται ετησίως λόγω ασθενειών ξύλου της αμπέλου	1%	Hofstetter et al., 2012
<b>Εκτιμώμενο ελάχιστο ετήσιο κόστος</b>	$7.550.000 * 1\% * 15.000 =$ 1,132 δισ. ευρώ ή 1,5 δισ. δολάρια	Hofstetter et al., 2012

Αποτελεσματική μέθοδο φυτοπροστασίας δεν έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα (Stempien et al., 2017).

Η έκφραση και η ένταση των συμπτωμάτων των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο ρυθμός ανάπτυξης και το είδος των μυκήτων, η ένταση της μυκητιακής δραστηριότητας, το σημείο όπου προσβάλλεται από τους μύκητες, η ικανότητα αποσύνθεσης του ξύλου ή η παραγωγή φυτοτοξικών ενώσεων που ευθύνονται για κάποια από τα συμπτώματα. Τα μυκήλια (νηματωειδείς σχηματισμοί) που σχηματίζουν οι μύκητες ανιχνεύονται στον κορμό του προσβεβλημένου πρέμνου, αλλά όχι σε φύλλα που φέρουν συμπτώματα ή σε καρπούς. Θεωρείται ότι από την εστία μόλυνσης μεταφέρονται φυτοτοξικοί δευτερογενείς μεταβολίτες στα υπόλοιπα μέρη του φυτού και δημιουργούν κάθε φορά μία συγκεκριμένη συμπτωματολογία, χαρακτηριστική για τις ασθένειες ξύλου (Stempien et al., 2017).

## 1.2 Σκοπός εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να εξετάσει το βαθμό που οι ασθένειες ξύλου της αμπέλου, σε τρεις υπό μελέτη ποικιλίες στην περιοχή του Τυρνάβου, οδηγούν σε απώλεια παραγωγής και να διερευνήσει τα παθολογικά αίτια που τις προκάλεσαν. Η μελέτη πραγματοποιείται σε τρεις γνωστές ποικιλίες, Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο. Με σκοπό να εξεταστεί η συχνότητα εμφάνισης και η ένταση των συμπτωμάτων από ασθένειες του ξύλου και το κατά πόσον η ένταση των συμπτωμάτων επηρεάζει την παραγωγική δύναμη του φυτού, καταγράφηκε η ένταση της ασθένειας σε τυχαίο δείγμα φυτών με τη βοήθεια μίας διαβαθμισμένης κλίμακας έντασης συμπτωμάτων και το βάρος των καρπών των φυτών από διαφορετικές κλίμακες έντασης συμπτωμάτων κατά τον τρύγο.

Επίσης, στόχος ήταν και η διερεύνηση των παθογόνων αιτιών που προκαλούν αυτές τις ασθένειες στην περιοχή του Τυρνάβου. Δείγματα προσβεβλημένου ξύλου αμπέλου τοποθετήθηκαν σε κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα, ώστε να απομονωθούν ενδοφυτικοί μικροοργανισμοί και να ταυτοποιηθούν τα παθογόνα αίτια. Η ταυτοποίηση μπορεί να επιτρέψει την στοχευμένη εφαρμογή της κατάλληλης φυτοπροστασίας και τη μείωση του κόστους καλλιέργειας.

## 1.2 Δομή

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό.

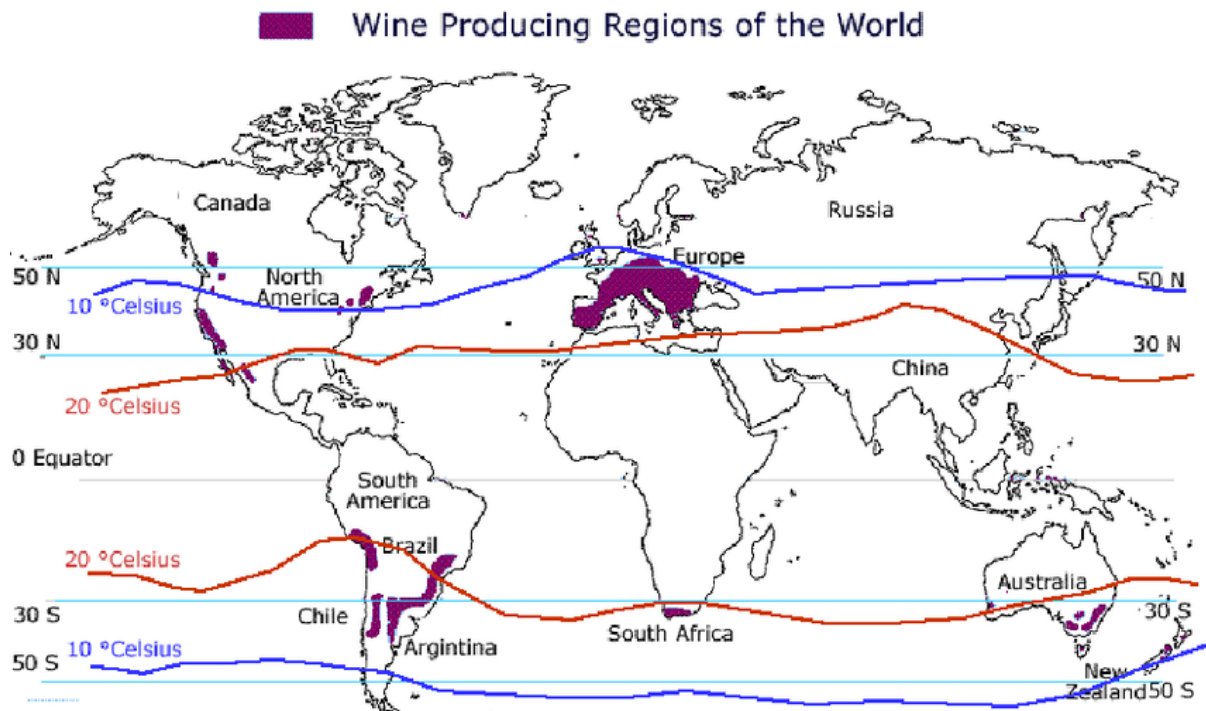
Στο θεωρητικό μέρος δίνονται ορισμένες πληροφορίες για τον παγκόσμιο σύγχρονο αμπελώνα, καθώς και για τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες στον κόσμο, αλλά και στην Ελλάδα. Στη συνέχεια, δίνονται ορισμένες πληροφορίες για τις τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες, καθώς και για την αμπελουργική ζώνη Τυρνάβου. Αναφέρονται οι κυριότερες ασθένειες ξύλου που μπορούν να μολύνουν ένα αμπέλι καθώς και ορισμένα βασικά στοιχεία που αφορούν την φυτοπροστασία που μπορεί να εφαρμοστεί.

Στο πειραματικό μέρος, αρχικά δίνονται οι απαραίτητες πληροφορίες για την πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και τους υπολογισμούς που συντελέστηκαν. Καταγράφηκαν και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα με τη βοήθεια κατάλληλων διαγραμμάτων και πινάκων και ακολούθησε σχολιασμός αυτών.

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Η καλλιέργεια της Αμπέλου

Η οиноφόρος άμπελος (*Vitis vinifera*) καλλιεργείται κυρίως σε δύο στενές γεωγραφικές ζώνες του βόρειου και νότιου ημισφαιρίου, μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30 και 50 μοιρών (Ventikasamy et al., 2019).



**Εικόνα 1:** Γεωγραφικές ζώνες καλλιέργειας *Vitis vinifera*

Πηγή: Shanmuganathan, 2009

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (International Organisation of Vine and Wine – OIV) η επιφάνεια που καλύπτεται από αμπελώνες εκτιμήθηκε για το 2022 περίπου στα  $7,3 \cdot 10^6$  ha, η οποία είναι οριακά μικρότερο από το 2021, κατά 0,41%. Αν και η έκταση που καταλαμβάνει ο παγκόσμιος αμπελώνας φαίνεται να έχει σταθεροποιηθεί από το 2017, παρατηρούνται αυξομειώσεις των αμπελουργικών εκτάσεων σε αρκετές χώρες (OIV, 2023).

Οι κυριότερες αμπελουργικές χώρες για το 2022, σύμφωνα με στοιχεία του OIV είναι η Ισπανία (955.000 ha), η Γαλλία (812.000 ha), η Κίνα (785.000 ha) και η Ιταλία. Αθροιστικά καλλιεργούν έκταση με αμπέλια που αντιστοιχεί στο 55,% του παγκόσμιου

αμπελώνια. (718.000 ha). Η Ελλάδα βρίσκεται στην 20<sup>η</sup> θέση με επιφάνεια αμπελώνων ίση με 96.000 ha. Οι εκτάσεις αυτές περιλαμβάνουν τόσο οινάμπελους όσο και αμπέλια που προορίζονται για την παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών και σταφίδων (ΟΙΥ, 2023).

Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΙΥ (2017), για το 2015 οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η ερυθρή ποικιλία Kyoho, η οποία είναι επιτραπέζια και καλύπτει έκταση ίση με 365.000 ha, ενώ η ερυθρή ποικιλία Cabernet Sauvignon, η οποία προορίζεται για την παραγωγή οίνου και καλλιεργείται σε επιφάνεια 341.000 ha. Η τρίτη πιο διαδεδομένη ποικιλία είναι η Sultanina, η οποία καταλαμβάνει αμπελώνες συνολικής επιφάνειας 273.000 ha και ο καρπός της προορίζεται για την παραγωγή οίνου, σταφίδα αλλά και για κατανάλωση (ΟΙΥ, 2017).

## 2.2 Βοτανική ταξινόμηση και ποικιλίες αμπελιού

Η οينوφόρος άμπελος ανήκει στην οικογένεια των Αμπελοειδών και στο γένος *Vitis* L. (πίνακας 2).

**Πίνακας 2:** Συστηματική ταξινόμηση φυτού αμπέλου

<b>Βασίλειο</b>	<b>Φυτά</b>
<b>Συνομοταξία</b>	Αγγειόσπερμα
<b>Ομοταξία</b>	Δικοτυλήδονα
<b>Τάξη</b>	Αμπελώδη (Vitales)
<b>Οικογένεια</b>	Αμπελοειδή (Vitaceae )
<b>Γένος</b>	<i>Vitis</i> L.

Πηγή: Das & Bhattacharjee, 2020

Το γένος *Vitis* διακρίνεται στα υπογένη, *Muscadinia* και *Euvitis*, τα οποία έχουν σαφείς διαφορές στην ανατομία, τη μορφολογία και τα χαρακτηριστικά των κυττάρων τους. Το υπογένος *Muscadinia* περιλαμβάνει τρία είδη, ενώ το υπογένος *Euvitis* αποτελείται από 60 είδη, όπου το πιο διαδεδομένο είναι το *Vitis vinifera* L (Kenfaoui et al., 2022).



Το είδος *Vitis vinifera* διακρίνεται σε δύο υποείδη, το *Vitis vinifera L. subsp. Silvestris*, το οποίο αντιπροσωπεύει την άγρια μορφή αμπέλου και το *Vitis vinifera L. subsp. Vinifera*, το οποίο αντιστοιχεί στην καλλιεργούμενη μορφή του φυτού. Σύμφωνα με τον διεθνή κατάλογο ποικιλιών *Vitis* (*Vitis International Variety Catalogue, VIVC*)<sup>1</sup>, μέχρι το 2017 είχαν καταγραφεί περίπου 21.045 ονόματα ποικιλιών, εκ των οποίων τα 12.250 ανήκαν στο είδος *Vitis vinifera*. Σημειώνεται ότι μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και αρκετά συνώνυμα ή ομώνυμα, με αποτέλεσμα ο αριθμός τους να είναι αισθητά μικρότερος. Υπολογίζεται ότι ο πραγματικός αριθμός ποικιλιών του *Vitis vinifera* είναι περίπου 6.000 (OIV, 2017).

### 2.2.1 Merlot

Η ποικιλία Merlot είναι μία ερυθρή ποικιλία με προέλευση από το Bordeaux. Σήμερα, η καλλιέργεια του Merlot έχει εξαπλωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο και χρησιμοποιείται για την παραγωγή οίνων. Πρόκειται για την τέταρτη πιο διαδεδομένη ποικιλία και, σύμφωνα με τα στοιχεία του OIV (2017), το 2017 καλλιεργούνταν σε 266.000 σε 37 χώρες (OIV, 2017).

Πρόκειται για μία πρώιμη ποικιλία και παρουσιάζει ευαισθησία σε ασθένειες όπως ο περονόσπορος, το ωίδιο, ο βοτρυτής, έντομα της οικογένειας Cicadellidae, αλλά και σε συνθήκες υπερβολικής ξηρασίας (OIV, 2017). Το Merlot θεωρείται ότι είναι μετρίως ευαίσθητο στην προσβολή από Esca και βοτρουσφαίρια, ενώ παρουσιάζει ανθεκτικότητα ως προς την ευτυπίωση (Bertsch et al., 2012).

Τα σταφύλια έχουν μικρό μέγεθος και για εύρωστα φυτά η παραγωγικότητα κυμαίνεται από 6 ως 11 τόνους / στρέμμα, στην περιοχή Bordeaux (OIV, 2017).

---

<sup>1</sup> Maul et al. (2024). [www.vivc.de](http://www.vivc.de)



**Εικόνα 2:** Σταφυλή και άνω και κάτω όψη φύλλου

Πηγή: <https://glossary.wein.plus/merlot> [10/12/2023]

Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 2919/95506/2017, η ποικιλία Merlot είναι:

- Συνιστώμενη στις παρακάτω περιοχές: Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θράκης, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Μακεδονίας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Ηπείρου, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Πελοποννήσου, Αμπελουργικό διαμέρισμα Ιονίων Νήσων.
- Επιτρεπόμενη στις παρακάτω περιοχές: Αμπελουργικό Διαμέρισμα Δωδεκανήσου, Αμπελουργικό διαμέρισμα Κρήτης

### 2.2.2 Ασύρτικο

Το Ασύρτικο είναι μία λευκή ποικιλία που στον ελληνικό χώρο καταλαμβάνει έκταση περίπου ίση με 2000 ha, η οποία αντιστοιχεί στο 1,9% του ελληνικού αμπελώνα. Μαζί με τις ποικιλίες Λιάτικο, Ξινόμαυρο, Βικτώρια και Cabernet Sauvignon κατέχουν την θέση της 6<sup>ης</sup> πιο διαδεδομένης ποικιλίας στην Ελλάδα και μάλιστα, παρουσιάζει την τάση να επεκταθεί η καλλιέργειά του και σε άλλες περιοχές και σε μεγαλύτερες εκτάσεις (ΟΙΥ, 2017). Η καλλιέργεια του ξεκίνησε από τη Σαντορίνη, όπου συμμετέχει στην παραγωγή οίνων ΠΟΠ Σαντορίνης. Σήμερα, η καλλιέργειά του έχει διαδοθεί ευρέως σε όλη την Ελλάδα και σε άλλες χώρες όπως είναι η Ιταλία, η Αυστραλία και οι ΗΠΑ (Sgouros et al., 2023).

Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 2919/95506/2017, η ποικιλία Ασύρτικο είναι συνιστώμενη στις παρακάτω περιοχές: Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θράκης,

Αμπελουργικό Διαμέρισμα Μακεδονίας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Πελοποννήσου, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Βορείου Αιγαίου, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Κυκλάδων, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Δωδεκανήσου, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Κρήτης

Το νεαρό φύλλο είναι κιτρινοπράσινο, με χάλκινες περιοχές. Η άνω επιφάνεια του φύλλου είναι λεία, ενώ τα ώριμα φύλλα είναι σφηνοειδή και συμμετρικά. Το Ασύρτικο παρουσιάζει πρόωμη ωρίμανση, υψηλή απόδοση και είναι ανθεκτικό στην προσβολή από ώιδιο και στην ξηρασία (Kolyva et al., 2021).



**Εικόνα 3:** Σταφυλή και φύλλα (άνω και κάτω όψη) της ποικιλίας Ασύρτικο

Πηγή: <https://glossary.wein.plus/assyrtiko> [10/12/2023]

Το Ασύρτικο είναι μία ποικιλία με υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά και υψηλή οξύτητα (Tekos et al., 2023). Θεωρείται ευαίσθητη ποικιλία στην ευτυπίωση, ειδικά όσο η ηλικία του φυτού αυξάνει (Μπαγκής, 2012). Ωστόσο, οι Testempasis et al. (2024) πραγματοποίησαν τριετής μελέτη για την εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης των ασθενειών κορμού σε 310 αμπελώνες της Ελλάδας και ταυτοποίησαν στελέχη μυκήτων που σχετίζονται με τις ασθένειες αυτές. Κατά τη μελέτη αυτή, η ποικιλία Ασύρτικο εμφάνισε χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης συμπτωμάτων συγκριτικά με άλλες διαδεδομένες ποικιλίες όπως Cabernet Sauvignon, Traminer, Vidiano, Tempranillo, Soultanina, Αγιωργίτικο, Cislaut και Κοτσιφάλι (Testempasis et al., 2024).

### 2.2.3 Ξινόμαυρο

Το Ξινόμαυρο είναι μία ερυθρή ποικιλία, η οποία υπολογίζεται ότι καταλαμβάνει έκταση περίπου ίση με 2000 ha, δηλαδή το 1,9 % του ελληνικού αμπελώνα. Είναι μία διαδεδομένη ποικιλία αν και παρουσιάζει αρνητικό ρυθμό ανάπτυξης (ΟΙΥ, 2017). Συμμετέχει στην παραγωγή των οίνων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) Νάουσας.

Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 2919/95506/2017, η ποικιλία Ξινόμαυρο είναι:

- Συνιστώμενη στις παρακάτω περιοχές: Αμπελουργικό Διαμέρισμα Μακεδονίας (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα και Μαύρο Ναούσης μόνο στην οριοθετημένη ζώνη παραγωγής οίνου Π.Ο.Π. Νάουσα), Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα)
- Επιτρεπόμενη στις παρακάτω περιοχές: Αμπελουργικό Διαμέρισμα Ηπείρου (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα), Αμπελουργικό Διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα), Αμπελουργικό Διαμέρισμα Πελοποννήσου, Αμπελουργικό Διαμέρισμα Κρήτης



**Εικόνα 4:** Σταφυλή και φύλλα (άνω και κάτω όψη) της ποικιλίας Ξινόμαυρο

Πηγή: <https://glossary.wein.plus/xinomavro>

Το Ξινόμαυρο παρουσιάζει υψηλό πολυφαινολικό δυναμικό και αξιόλογες αντιοξειδωτικές ικανότητες (Tekos et al., 2023).

Είναι ευαίσθητη ποικιλία στον περονόσπορο και τον βοτρυτή, και σε πιο μικρό βαθμό στο ωίδιο (Robinson et al., 2012), καθώς και στην ευτυπίωση (Μπαγκής, 2012). Σύμφωνα με τους Bekris et al. (2021), το Ξινόμαυρο δείχνει να είναι περισσότερο ανθεκτικό σε ασθένειες που προσβάλλουν το ξύλο της αμπέλου συγκριτικά με τις ποικιλίες Αγιωργίτικο και Βιδιανό. Από την έρευνα, προέκυψε ότι υπάρχει περίπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλίας / βιογεωγραφίας και μυκητιακού μικροβιώματος του ξύλου, ιδιαίτερα όσον αφορά στην παρουσία των μυκήτων *P. chlamydospora*, *K. variispora*, *Fomitiporia spp.*, *Diaporthe spp* (Bekris et al., 2021).

### 2.3 Αμπελουργική ζώνη Τυρνάβου

Οι τρεις ποικιλίες αμπελιών, Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο που εξετάζονται στην παρούσα πτυχιακή εργασία, είναι συνιστώμενες ποικιλίες για το Αμπελουργικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.

Η αμπελουργική ζώνη Τυρνάβου υφίσταται από το 1990 και περιλαμβάνει τα δημοτικά διαμερίσματα: Αμπελώνας, Βρυότοπος, Αργυροπούλι, Δαμάσι, Δένδρα, Δελέρια και Ροδιά.

Στην αμπελουργική ζώνη Τυρνάβου καλλιεργούνται με αμπέλια 26000 στρέμματα. Η ποικιλία που καλλιεργείται στη μεγαλύτερη έκταση είναι το Μοσχάτο Μαύρο Τυρνάβου, από το οποίο παράγεται το τσίπουρο Τυρνάβου. Επίσης, ορισμένες ελληνικές ποικιλίες που συναντά κανείς εκεί είναι ο Ροδίτης, το Μπαντίκι, η Λημνιώνα, η Ντεμπίνα, η Μαλαγουζιά το Ασύρτικο, αλλά και οι ξενικές ποικιλίες Syrah, Merlot, Cabernet, Sauvignon, Ugrí blanc, Maccabeu, Chardonnay και Sauvignon blanc (Δήμος Τυρνάβου).

Το κλίμα της αμπελουργικής ζώνης του Τυρνάβου χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς χειμώνες. Συχνά εμφανίζονται παγετοί ενώ οι βροχές είναι λίγες. Το έδαφος είναι κυρίως πεδινό, αν και παρουσιάζει ανάλογα την περιοχή διαφοροποιήσεις. Θεωρείται κατάλληλο για την καλλιέργεια αμπέλου (ΥΠΑΑΤ, 2017).

Η αμπελοκαλλιέργεια στον Τύρναβο έχει ιστορία αιώνων. Σε βυζαντινά κείμενα γίνεται αναφορά για την αμπελουργία και το κρασί Τυρνάβου, όπου σε γράμμα που χρονολογείται από το 1295 αναφέρεται η επιβολή φόρου οίνου και ελαίου. Ο Εβλιγιά Τσελεμπή (1611 -1682), Τούρκος χρονογράφος, αναφέρει σε έργο του το 1668, ότι



από την πόλη του Τυρνάβου μέχρι τη Λάρισα συνάντησε 37 αμπελώνες. Το 1858 ένας ακόμη περιηγητής, ο Leon Heuzey (1831-1922) στο έργο του *Οδοιπορικό στην Τουρκοκρατούμενη Θεσσαλία το 1858*, αναφέρεται στο φόρο της δεκάτης επί του μούστου (ζινζιριέ) που πλήρωναν οι Έλληνες στην περιοχή του Τυρνάβου στους Τούρκους, ώστε να τους επιτραπεί η παραγωγή οίνου (ΥΠΑΑΤ, 2017).

Το 1930-1936, οι αμπελώνες του Τυρνάβου επλήγησαν από τη φυλλοξήρα. Τα παλαιότερα αμπέλια εκριζώθηκαν και νέα κλήματα, ανθεκτικά στη φυλλοξήρα, φυτεύτηκαν. Οι παλαιότερες ποικιλίες (Ροδίτη, Μπαντίκι, Κουκούλι, Λημνιώνα, Σιδερίτης, Καρτσιώλης, Ούτμαλι) αντικαταστάθηκαν από νέες (Μοσχάτο Αμβρούργου, Μπαντίκι, Ροδακί) (ΥΠΑΑΤ, 2017).

## 2.4 Κυριότερες ασθένειες ξύλου αμπέλου

Στις ασθένειες ξύλου του αμπελιού οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εντοπίζονται στον κορμό και τους βραχίονες του φυτού. Συχνά, όταν ένα παθογόνο μολύνει το φυτό, προκαλείται διακοπή της αγωγιμότητας του ξυλώματος, ενώ συχνά παράλληλα παράγονται και τοξίνες (Kenfaoui et al., 2022). Η μόλυνση είναι δύσκολο να εντοπισθεί και να αντιμετωπισθεί στοχευμένα με θεραπευτικές μεθόδους, έτσι η αντιμετώπιση στοχεύει κυρίως στην πρόληψη (Kenfaoui et al., 2022). Μακροπρόθεσμα, η επιμόλυνση ενός αμπελώνα με ένα μύκητα που έχει εγκατασταθεί στο ξύλωμα των φυτών οδηγεί στο θάνατο μεμονωμένων φυτών και στην ανάγκη να ανανεωθεί μέρος του αμπελώνα που μπορεί να φθάνει και ένα ποσοστό έως και 10% σε ένα διάστημα περίπου μίας πενταετίας (Kenfaoui et al., 2022).

Έχει πραγματοποιηθεί ένας σημαντικός αριθμός ερευνών σε διάφορες αμπελουργικές περιοχές, οι οποίες έχουν δείξει ότι με τις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου σχετίζεται ένας σημαντικός αριθμός γενών και ειδών μυκήτων, ανάλογα την γεωγραφική περιοχή και το κλίμα. Σημεία εισόδου στο εσωτερικό του κορμού του φυτού, συχνά, είναι τα τραύματα που δημιουργούνται κατά το κλάδεμα (Kenfaoui et al., 2022). Τα παθογόνα μπορούν να μολύνουν ένα φυτό ακόμη και τέσσερις μήνες μετά τον κλάδο. Η ανάπτυξη και ο ρυθμός ανάπτυξης των συμπτωμάτων διαφέρει ανάλογα με την ευαισθησία του φυτού (Kenfaoui et al., 2022).

Ορισμένοι από τις πιο διαδεδομένες νόσους του ξύλου της αμπέλου είναι η Ίσκα, η Ευτυπίωση, η Βοτρουοσφαίρια, οι ασθένειες Petri και μαύρη σήψη της βάσης του

υποκειμένου (black foot) που προκαλούν την παρακμή των νεαρών αμπελώνων (Kenfaoui et al., 2022; Martinez-Diz et al., 2020). Οφείλονται σε παθογόνους μύκητες οι οποίοι υποβαθμίζουν τον ξυλώδη ιστό της αμπέλου, καθώς επιτίθενται στους αγγειακούς ιστούς, μολύνουν τα όργανα του φυτού και προκαλούν τελικά τη νέκρωσή του (Bertsch et al., 2012).

Στην εικόνα 5, διακρίνονται ορισμένα από τα τυπικά συμπτώματα που προκαλούν η Ίσκα, η Ευτυπώση και η Βοτρυοσφαίρια σε αμπέλι της ποικιλίας Sauvignon. Διακρίνονται συμπτώματα όπως είναι η αλλαγή χρωματισμού που παρατηρείται στον κορμό, οι λωρίδες τίγρη, η λευκή σήψη.



**Εικόνα 5:** Τυπικά συμπτώματα της ευτυπώσης, της ίσκας και της βοτρυοσφαίριας σε φύλλα και κορμό αμπελιού της ποικιλίας Chardonnay (α-κ) Eutypa dieback (d-f) Esca (g-k) Botryosphaeria

Πηγή: Bertsch et al., 2012

#### 2.4.1 Βοτρυοσφαίρια (Botryosphaeria Dieback)

Η Βοτρυοσφαίρια (Botryosphaeria Dieback) σχετίζεται με την προσβολή του ξύλου του αμπελιού από περισσότερα από 30 διαφορετικά είδη μικροοργανισμών που ανήκουν στην οικογένεια Botryosphaeriaceae, όπως *Neofusicoccum parvum*, *Diplodia seriata* De Not, *Diplodia mutila*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Botryosphaeriadothidea*, *Botryosphaeria viticola*. Τα τυπικά συμπτώματα που σχετίζονται με την ασθένεια στο αμπέλι είναι ο αποχρωματισμός των φύλλων και του ξύλου, περιοχές γκριζες στον κορμό που δηλώνουν νέκρωση, αλλά και πορτοκαλί ως καφέ περιοχές κάτω από τον φλοιό όπου σταδιακά μπορούν να οδηγήσουν στη νέκρωση του πρέμνου (Stemprien et al., 2017).

Οι πρώτες περιγραφές της συμπτωματολογίας της συγκεκριμένης ασθένειας έγιναν το 1974 στην Tokaj της Ουγγαρίας (Bertsch et al., 2012).

Ο κύκλος ζωής των μυκήτων της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* δεν είναι πλήρως γνωστός. Πυκνίδια (καρποφορίες του μύκητα - διακρίνονται ως μικρά μαύρα στίγματα με γυμνό οφθαλμό) αναπτύσσονται σε περιοχές όπου το ξύλο είναι μολυσμένο ή σε βλαστούς που έχουν κλαδευτεί. Μεταφέρεται με τον αέρα και ευνοείται από βροχοπτώσεις ή από την άρδευση με ψεκασμό από άνω (Bertsch et al., 2012).

Επίσης, πλήρως κατανοητός δεν είναι ούτε ο μηχανισμός τον οποίο ακολουθούν οι συγκεκριμένοι μύκητες για να διεισδύσουν και να μολύνουν τα πρέμνα. Ευνοούνται ωστόσο από τις πληγές που δημιουργούνται κατά το κλάδεμα και τον εμβολιασμό των αμπελιών ή κατά τις διαδικασίες πολλαπλασιασμού των πρέμνων στο φυτώριο (Bertsch et al., 2012).

Η προβολή από Βοτρυοσφαίρια μπορεί να προσλάβει και άλλα φυτά, όπως είναι η ακακία, ο ευκάλυπτος και η φιστικιά (Mohali et al., 2007).

#### 2.4.2 Ίσκα (Esca)

Η Ίσκα (Esca) είναι μία νόσος που οφείλεται στην παρουσία ενός συμπλέγματος παθογόνων μυκήτων, όπως *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium minimal* (πρώην *aleophilum*), καθώς και αρκετοί μύκητες λευκής σήψης (κυρίως *Fomitiporia punctata* και *F. mediterranea*) (Jackson, 2008).



Αν και είναι μία ασθένεια γνωστή εδώ και αιώνες, καθώς αναφορές σε συμπτώματα ίσκας έχουν εντοπισθεί σε ελληνικά και λατινικά κείμενα, η σοβαρότητά της έγινε εμφανής και κατανοητή κυρίως μετά την αναμπέλωση που αναγκάστηκε το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης να κάνει λόγω της φυλλοξήρας (Kenfaoui et al., 2022).

Μπορεί να εμφανιστεί σε χρόνια ή οξεία μορφή. Η χρόνια μορφή προκαλεί σταδιακά αλλοίωση του φυλλώματος, ενώ κατά την οξεία μορφή μέρος ή ολόκληρο το φυτό νεκρώνονται. Στα φύλλα, είναι εμφανής η παρουσία έγχρωμων μεταχρωματισμών, κίτρινων έως κόκκινων, οι οποίες αναπτύσσουν νεκρωτικά κέντρα (αναφέρονται και ως «κηλίδες τίγρη») και ενώνονται σε λωρίδες, καφές ζώνες νέκρωσης (Jackson, 2008)

Ορισμένοι από τους κυριότερους μύκητες της ίσκας είναι:

- *Phaeomoniella chlamydospora*: Έχει σχέση και με τη νόσο του τρυβλίου Petri, για την οποία υπάρχουν αναφορές από τη Νότια Αφρική, την Ευρώπη, τις ΗΠΑ και την Αυστραλία. Είναι ασκομύκητας της οικογένειας των *Herpotrichiaceae* και αερομεταφερόμενος. Συνήθως διεισδύει από πληγές κλαδέματος κατά τη χειμερινή περίοδο και πολλαπλασιάζεται κατά την βλαστική περίοδο της αμπέλου. Είναι εύκολο να εξαπλωθεί σε ένα φυτώριο μέσω υποκειμένων και μοσχευμάτων (Kenfaoui et al., 2022).
- *Phaeoacremonium minimum*: Αρχικά, ήταν γνωστό με την ονομασία *P. aleophilum*, και συναντάται συχνά στα αμπέλια. Στο αμπέλι έχουν απομονωθεί περισσότερα από 25 είδη του γένους *Phaeoacremonium*, όπως *P. aleophilum*, *P. angustius*, *P. inflatipes*, *P. mortoniae*, *P. rubrigenum*, *P. viticola* και *P. parasiticum*. Εξαπλώνεται μέσω του αέρα και μολύνει τα τραύματα από το κλάδεμα κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Το *P. minimum* αναπτύσσεται μέσα στα δευτερεύοντα τοιχώματα σχηματίζοντας κοιλότητες (Kenfaoui et al., 2022).
- *Fomitiporia mediterranea*: Ανήκει στους βασιδιομύκητες της τάξης των Russulales και της οικογένειας των Hymenochaetae. Θεωρείται μύκητας λευκής σήψης, καθώς προκαλεί υποβάθμιση των κυτταρικών τοιχωμάτων και κάνει το ξύλο ιδιαίτερα εύθρυπτο. Για να διαδοθεί απαιτείται θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10 °C και υγρασία μεγαλύτερη 80% (Kenfaoui et al., 2022).

Οι μύκητες *Phaeomoniella chlamydospora* και *Phaeoacremonium minimum* εκκρίνουν ένζυμα, όπως υπεροξειδάση της λιγνίνης, υπεροξειδάση μαγγανίου και λακκάση, τα οποία διασπούν τα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων του ξύλου (Fleurat-Lessard et al., 2023).

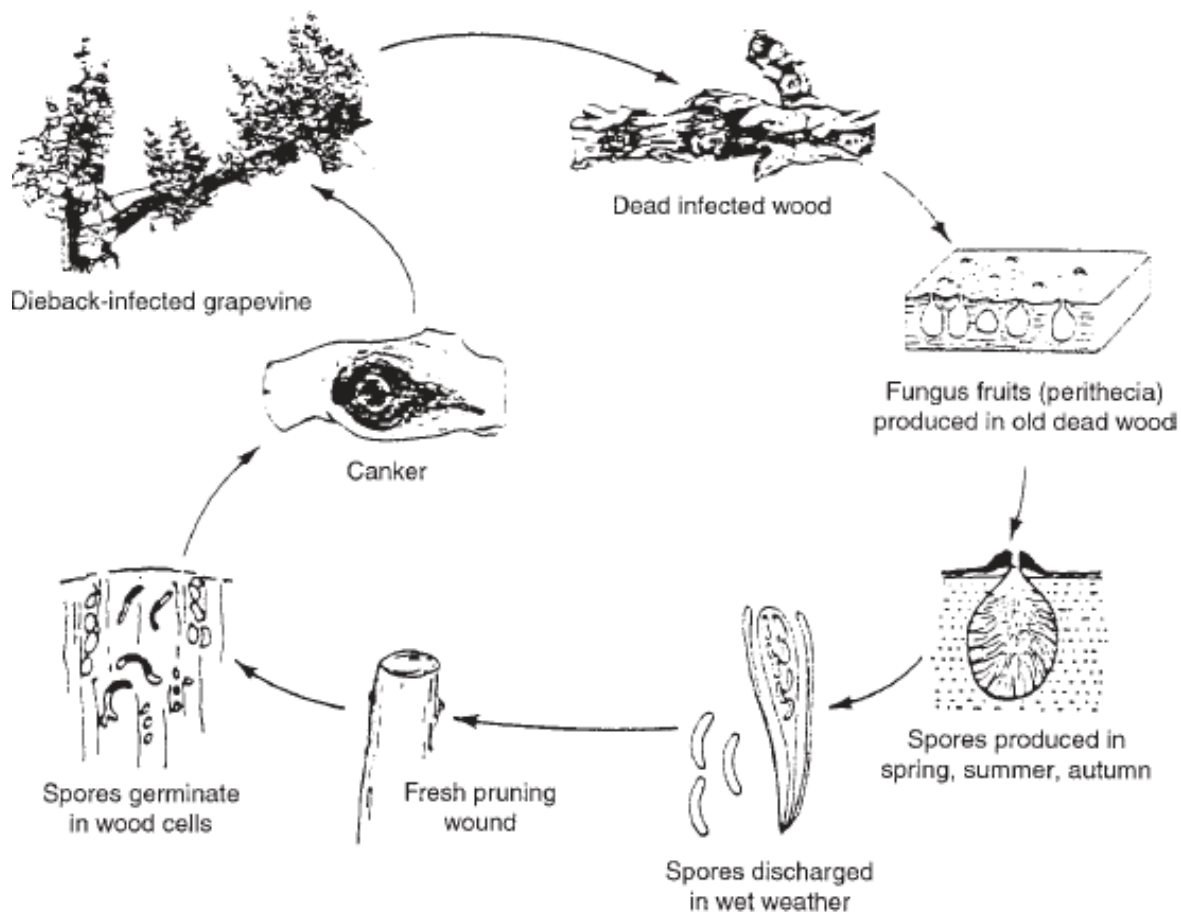
#### 2.4.3 Ευτυπίωση (*Eutypa* Dieback)

Η Ευτυπίωση (*Eutypa dieback*) περιγράφηκε για πρώτη φορά με ακρίβεια το 1823. Ωστόσο, για να γίνει πλήρης κατανοητή η φύση της απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες επιπλέον. Ο ασκομύκητας, *Eutypa lata*, ευθύνεται για την ασθένεια αυτή. Η πρώτη απομόνωση του συγκεκριμένου παθογόνου, πραγματοποιήθηκε το 1900 σε δένδρο βερικοκιάς στη Σκωτία. Στο αμπέλι, η ευτυπίωση αναγνωρίστηκε το 1973, όπου είχε προσβάλει και απειλούσε πολλά αμπέλια σε όλο τον κόσμο. Αρχικά ονομαζόταν *Eutypa armeniacae*, αλλά του δόθηκε η επίσημη ονομασία *E. lata* το 1984 (Kenfaoui et al., 2022).

Η Ευτυπίωση δεν ταλαιπωρεί απλά το αμπέλι, αλλά και αρκετά άλλα φυτά, όπως μηλιά (Glawe et al., 1983), ροδακινιά, αμυγδαλιά (Carter, 1982), φραγκοστάφυλο, βερικοκιά (Rumbos, 1986).

Το παθογόνο, *Eutypa lata* (*E. armeniacae*) εισέρχεται κατά προτίμηση από πληγές του πολυετούς ξύλου. Μολύνει το ξύλωμα, που εκτίθεται με την τοποθέτηση μοσχεύματος ή από τα τραύματα που δημιουργούνται με το κλάδεμα. Στην εικόνα 6, περιγράφονται τα στάδια ανάπτυξης και εξάπλωσης του μύκητα στο ξύλωμα. Πραγματοποιείται με αργούς ρυθμούς και ο μικροοργανισμός μπορεί να παραμείνει κρυμμένος ακόμη και για χρόνια κάτω από τον υπερκείμενο φλοιό. Τα πρώτα συμπτώματα μπορούν να εμφανιστούν μετά από μήνες ή ακόμη και έτη από τη στιγμή της μόλυνσης, στα φύλλα ή στους βλαστούς του φυτού. Είναι ορατά την άνοιξη, όταν οι βλαστοί έχουν φθάσει τα 25-50 cm (Jackson, 2008).

Τα νεαρά φύλλα των προσβεβλημένων βλαστών είναι συνήθως ανεστραμμένα, μικρά, παραμορφωμένα, χλωρωτικά. Τα μεσογονάτια των βλαστών είναι σημαντικά μικρότερα από το φυσιολογικό και η απόδοση του καρπού μειώνεται σημαντικά. Αυτά τα αποτελέσματα προκαλούνται από μυκοτοξίνες που παράγονται από τον μύκητα. Τελικά, το τμήμα της αμπέλου που σχετίζεται με την αλλοίωση νεκρώνεται (Jackson, 2008).



**Εικόνα 6:** Στάδια ανάπτυξης ευτυπίωσης στο αμπέλι

Πηγή: Jackson, 2008

Η αποσύνθεση του ξύλου σχετίζεται με ορισμένα ένζυμα αποικοδόμησης που παράγονται από τους μύκητες. Ο μύκητας *Eutypa lata* παράγει ξυλανάσες, οι κυτταρινάσες, οι β-γλυκανάσες, χιτινάσες, γλυκοσιδάσες (Stemprien et al., 2017).

#### 2.4.4 Νόσος Petri

Η νόσος Petri προσβάλλει κυρίως νεαρά αμπέλια, συνήθως νεότερα των 8 ετών. Οι Urbez-Torres et al. (2014) σε έρευνα που πραγματοποίησαν, απομόνωσαν και ταυτοποίησαν 7 είδη μυκήτων που σχετίζονται με την εμφάνιση των ασθενειών Ίσκα και petri: *Phaeoconiella chlamydospora*, *Phaeocremonium minimus*, *Cadophora luteo-olivacea*, *Phaeocremonium iraniamum*, *Phaeocremonium canadense*, *Phaeocremonium roseum*, *Togninia flaxinopennsylvanica* και *Togninia minima*. Τα είδη *Phaeoconiella chlamydospora*, *Phaeocremonium minimum*, *Cadophora luteo-olivacea* αποδείχθηκαν τα πιο διαδεδομένα είδη στα προσβεβλημένα αμπέλια (Urbez-Torres et al., 2014).

Τα συμπτώματα της νόσου Petri δεν είναι εύκολα διακριτά. Συνήθως, η αναγνώριση της νόσου γίνεται πρώτα από μία συνολική μείωση του σθένους της αμπέλου, καθώς παρατηρείται καθυστέρηση στη βλάστηση και στην ανάπτυξη, χλωρωτικά φύλλα και μαρασμός των φύλλων ακόμη και, περιστασιακά, απότομη κατάρρευση του φυτού. Τα νεαρά αμπέλια που έχουν προσβληθεί από τη νόσο Petri, παρουσιάζουν μαύρο χρωματισμό του ξυλώματος, σε μορφή ραβδώσεων, το οποίο ξεκινάει από τη ρίζα, είτε πρόκειται για υποκείμενο είτε για αυτόρριζα φυτά (εικόνα 7). Το μαύρο χρώμα οφείλεται στον σχηματισμό τυλώσεων από τον ξενιστή – αμπέλι, ως απόκριση στην παρουσία και την ανάπτυξη μυκήτων στο ξύλο (Urbez-Torres et al., 2014).



**Εικόνα 7:** Συμπτώματα που σχετίζονται με τη νόσο Petri. Α.Μαύρα στίγματα ορατά σε πρέμνο ηλικίας ενός έτους. Β . Μαύρες και καφές ραβδώσεις τυπικές της νόσου Petri

Πηγή: Mostert et al., 2006

Η ασθένεια petri μπορεί να προσβάλει εκτός από το αμπέλι και το ακτινίδιο (*Actinidia deliciosa*) (Marco et al., 2000), καθώς και την ελιά (*Olea Europea subsp. europea*) (Urbez-Torres et al.,2013).

#### 2.4.5 Black foot

Η ασθένεια Black foot εμφανίζεται στα νεαρά αμπέλια. Οι πιο διαδεδομένοι παθογόνοι μύκητες που συσχετίζονται με τη συγκεκριμένη νόσο είναι τα *Cylindrocarpon destructans* και το *Cylindrocarpon obtusisporum*. Επίσης, άλλοι μύκητες που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη ασθένεια είναι: *Campylocarpon fasciculare*, *Campylocarpon pseudofasciculare*, *Cylindrocarpon pauciseptatum*, *Cylindrocladiella parva*, *Cylindrocladiella peruviana*, *Ilyonectria alcacerensis*, *Ilyonectria europaea*, *Ilyonectria estremolyriodria*, *Ilyonectria*. *Ilyonectria novazelandica*, *Ilyonectria pseudodestructans*, *Ilyonectria robusta*, *Ilyonectria torresensis*, *Ilyonectria vitis*, και δύο αχαρακτήριστα ακόμη είδη *Ilyonectria* (Fox et al., 2022). Παρουσιάζονται

συμπτώματα τόσο στο υπόγειο όσο και στο υπέργειο τμήμα του φυτού. Μειώνεται το βάρος της ρίζας και ο αριθμός των ριζικών τριχιδίων, ενώ εμφανίζονται νεκρωτικές κηλίδες (κηλίδες μαύρου χρώματος) (Fox et al., 2022). Στο υπέργειο τμήμα της αμπέλου παρατηρείται μη έκπτυξη των οφθαλμών και μειωμένη βλάστηση. Στο εσωτερικό του ξύλου εμφανίζεται μία χαρακτηριστική μαύρη νέκρωση που ξεκινά από τη ρίζα και κινείται ανοδικά, καταλαμβάνοντας στο τέλος όλο το ξύλο (Fox et al., 2022). Στην εικόνα 8, διακρίνονται συμπτώματα της ασθένειας Black foot στον κορμό της αμπέλου.



**Εικόνα 8:** Συμπτώματα της ασθένειας Black foot σε ξύλο αμπελιού (σύγκριση υγιούς και ασθενούς φυτού)

Πηγή: Hassan et al, 2013

## 2.5 Φυτοπροστασία

Από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα μέχρι τις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα, η αντιμετώπιση των ασθενειών ξύλου πραγματοποιούνταν σε μεγάλο βαθμό με τη βοήθεια αρσενικώδους νατρίου ( $\text{NaAsO}_2$ ) (Bruez et al., 2021). Πρόκειται για μία ουσία αποτελεσματική τόσο στον περιορισμό της έκφρασης των συμπτωμάτων των ασθενειών, στον περιορισμό του πληθυσμού των παθογόνων μυκήτων, όσο και στην αποφυγή απωλειών στον αμπελώνα. Ωστόσο, το 2003 απαγορεύτηκε η εφαρμογή του στους ευρωπαϊκούς αμπελώνες, καθώς θεωρήθηκε ότι έχει δυσμενείς συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον (Bruez et al, 2021).

Ο έλεγχος της ευτυπίωσης είναι δύσκολος, καθώς ο μύκητας *Eutypa lata* παράγει σπόρια που μπορούν να διασκορπιστούν με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις, ακόμη και 100 km (Jackson, 2008). Ο ψεκασμός με μυκητοκτόνα, στην επιφάνεια του φυτού δεν είναι αποτελεσματικός για την αντιμετώπιση των μυκήτων που βρίσκονται στο

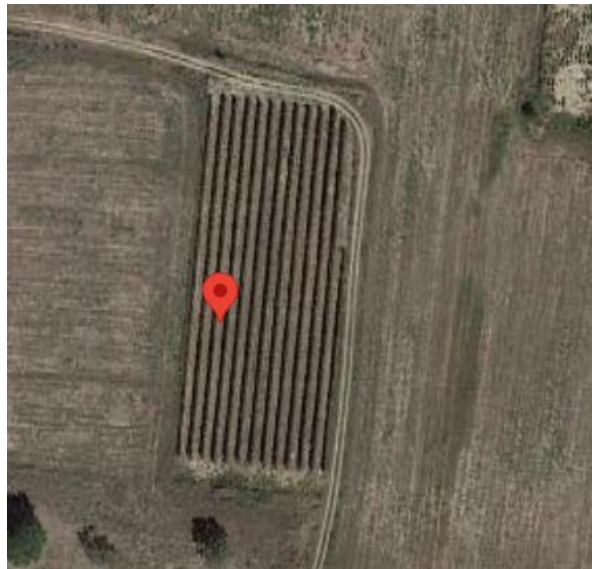
ξύλωμα (Jackson, 2008). Οι τεχνικές διαχείρισης που εφαρμόζονται είναι έγκαιρη αφαίρεση μολυσμένου ξύλου περίπου 5-10 cm κάτω από την περιοχή που δείχνει μολυσμένη και κάψιμο του μολυσμένου ξύλου, ώστε να μην αποτελέσει νέα πηγή μόλυνσης (Jackson, 2008). Τα τραύματα κλαδέματος σε ξύλο ηλικίας 2 ετών και άνω θα πρέπει να καλύπτονται με ένα κρεμώδες εναιώρημα Flusilozolr®, Carbendazim® ή 20% βορικού οξέος, όσο το δυνατόν πιο σύντομα μετά το κλάδεμα (Jackson, 2008). Στόχος είναι η προστασία της περιοχής από μολύνσεις από αερομεταφερόμενα σπόρια μυκήτων. Το μυκητοκτόνο πρέπει να εμποτιστεί στο εκτεθειμένο ξύλο για να παρέχει επαρκή προστασία. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα εναιώρημα *Trichoderma harzianum* (Jackson, 2008).

## Πειραματικό μέρος

### 3.1 Οι Πειραματικοί αμπελώνες

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε στα Κτήματα Γιολδάση Δημητρίου, στην περιοχή Ροδιά Τυρνάβου.

Ο αμπελώνας της ποικιλίας Merlot με γεωγραφικές συντεταγμένες 39.801741, 22.360592 απεικονίζεται στην εικόνα 9. Η πυκνότητα φύτευσης είναι 2,60x1,00. Είναι πεδινή έκταση με πρόσβαση σε αγροτικό δρόμο. Πρόκειται για αρδευόμενο αμπελώνα και η ηλικία των πρέμνων είναι 15 ετών. Ως υποκείμενο έχει χρησιμοποιηθεί το R-110.

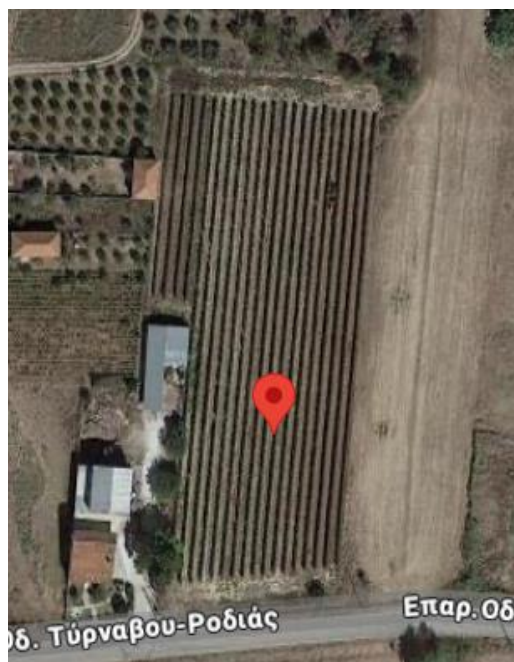


**Εικόνα 9:** Κτήμα Γιολδάση, Ροδιά Τυρνάβου – ποικιλία Merlot

Πηγή: Google maps

Ο αμπελώνας της ποικιλίας Ασύρτικο και της ποικιλίας Ξινόμαυρο διακρίνεται στην εικόνα 10, σε γεωγραφικές συντεταγμένες 39.799578, 22.361137 και 39.799519,22.361109, αντίστοιχα. Τα φυτά είναι ηλικίας 19 ετών με πυκνότητα φύτευσης 2,60x1,0 για το Ασύρτικο και 2,20x1,0 για τα πρέμνα της ποικιλίας Ξινόμαυρο. Ο αμπελώνας είναι αρδευόμενος, ημιορεινός με πρόσβαση στην επαρχιακή οδό Τυρνάβου-Ροδιάς. Ως υποκείμενο για όλα τα πρέμνα έχει χρησιμοποιηθεί το R-110.





**Εικόνα 10:** Κτήμα Γιολδάση, Ροδιά Τυρνάβου – ποικιλία Ασύρτικο

Πηγή: Google maps

### 3.2 Καταγραφή παρουσίας και έντασης της ασθένειας

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022 και για τις τρεις διαφορετικές ποικιλίες. Για την καταγραφή των συμπτωμάτων μελετήθηκε για την κάθε ποικιλία δείγμα 100 φυτών, το οποίο επιλέχθηκε τυχαία. Χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα με τιμές από 0 έως 5, ώστε να περιγραφεί η έκταση των συμπτωμάτων που παρουσίαζαν οι βλαστοί των πρέμνων. Συγκεκριμένα εξετάστηκε η παρουσία φύλλων με εμφάνιση «λωρίδων τίγρη», οι οποίες χαρακτηρίζουν την παρουσία ίσκας. Συγκεκριμένα στα προσβεβλημένα φυτά παρατηρείται στα φύλλα μία τριχρωμία. Το πράσινο χρώμα των φύλλων διατηρείται μόνο στα κύρια νεύρα του φύλλου, ενώ περιφερειακά αυτών δημιουργείται μία κίτρινη περιοχή και εξωτερικά της κίτρινης περιοχής το φύλλο αποκτά καφέ-κεραμιδί χρώμα (εικόνα 10).





**Εικόνα 11:** Λωρίδες τίγρη

Πηγή: ΥΠΑΑΤ, 2018

Στον πίνακα 3, παρουσιάζονται οι κλίμακες και η έκταση των συμπτωμάτων στην οποία αντιστοιχούν. Η κλίμακα αυτή είναι μία τροποποιημένη εκδοχή της κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Larach et al. (2020).

**Πίνακας 3:** Περιγραφή κλίμακας συμπτωμάτων

Κλίμακα	Περιγραφή συμπτωμάτων
0	Ασυμπτωματικό πρέμνο
1	Συμπτώματα στο 1-25% των βλαστών
2	Συμπτώματα στο 26-50% των βλαστών
3	Συμπτώματα στο 51-75% των βλαστών
4	Συμπτώματα στο 76-100% των βλαστών

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα και η σοβαρότητα της ασθένειας με τη βοήθεια του τύπου (Larach et al., 2020):

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

Όπου,

n: αριθμός φυτών που ανήκουν σε μία κλάση της κλίμακας

V: μέγιστη κλάση κλίμακας (V=4)

v: κλάση κλίμακας (v=0,1,2,3,4)

N: συνολικός αριθμός φυτών δείγματος (N=100)

Από ορισμένα φυτά που είχαν προσβληθεί από ασθένειες, παραλήφθηκαν δείγματα, ώστε να πραγματοποιηθεί καλλιέργεια και ταυτοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών (περιγράφετε παρακάτω).

### 3.3 Εκτίμηση απωλειών παραγωγής

Η συγκομιδή των σταφυλιών πραγματοποιήθηκε στις 25/8/2022 για την ποικιλία Merlot, 1/9/2022 για την ποικιλία Ασύρτικο και 22/9/2022 για την ποικιλία Ξινόμαυρο την περίοδο του τρύγου. Σε δείγμα τουλάχιστον τριών πρέμνων από κάθε κλίμακα για κάθε ποικιλία ζυγίστηκε ο καρπός που συλλέχθηκε ανά πρέμνο, ώστε να γίνει εκτίμηση της απώλειας παραγωγής που οφείλεται στις ασθένειες του ξύλου.

Υπολογίσθηκε η δυνητική και η εκτιμώμενη παραγωγή, καθώς και οι πιθανές απώλειες παραγωγής και το ποσοστό (%) απώλειας παραγωγής που σημειώθηκε λόγω της προσβολής του ξύλου των πρέμνων από παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια των παρακάτω τύπων (Larach et al., 2020).

$$PY_1 = \bar{P}_x NP_{ha}$$

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

$$EYL = PY_1 - EFW$$

Όπου,

$$PY_1 = \text{δυνητική παραγωγή} \left( \frac{kg}{ha} \right)$$

$\bar{P}_x$  = μέση μάζα σταφυλιών κλάσης 0 (υγρή ή ασυμπτωματικά φυτά)

$NP_{ha}$  = αριθμός πρέμνων ποικιλίας σε ένα εκτάριο

$$EFW = \text{εκτιμώμενη παραγωγή} \left( \frac{kg}{ha} \right)$$

$\Sigma \bar{P}_{xGi} n_{Gi}$  = άθροισμα των γινομένων της μέσης μαζας σταφυλιών κάθε κλίμακας επί τον αριθμό των πρέμνων της κλίμακας αυτής

$$EYL = \text{απώλεια παραγωγής} \left( \frac{kg}{ha} \right)$$

### 3.4 Ταυτοποίηση παθογόνων αιτιών

#### 1. Παραλαβή δειγμάτων από τον αμπελώνα

Πριν τον τρύγο, κατά τη χρονική στιγμή που έγινε η καταγραφή των συμπτωμάτων των ασθενειών ξύλου, από τα πρέμνα που εμφάνιζαν λωρίδες τίγρη, παραλήφθηκαν δείγματα ξύλου. Από κάθε ποικιλία, ο αριθμός των δειγμάτων ήταν 10 και κάθε δείγμα προερχόταν από διαφορετικό πρέμνο.

#### 2. Θρεπτικό υπόστρωμα PDA

Για την καλλιέργεια των παθογόνων μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υλικό Potato Dextrose Agar (PDA). Για την παρασκευή 1L υποστρώματος ζυγίσθηκαν 200g καθαρισμένης πατάτας, η οποία είχε κοπεί σε κύβους. Ακολούθησε βρασμός της πατάτας για 45 min σε νερό και στη συνέχεια το εκχύλισμα μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη όπου συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό ως τελικού όγκου 1L. Προστέθηκε άγαρ (~20 g) και γλυκόζη (~20 g). Ακολούθησε αποστείρωση για 20 min στους 120°C. Προστέθηκε 1 ml γαλακτικό οξύ για μείωση του pH και αποτροπή της ανάπτυξης βακτηρίων. Το υπόστρωμα PDA μεταφέρθηκε σε τρυβλία Petri σε θάλαμο νηματικής ροής υπό ασηπτικές συνθήκες. Προετοιμάστηκαν 20 τρυβλία για κάθε ποικιλία.

#### 3. Απομόνωση και καλλιέργεια μικροοργανισμών

Στα δείγματα ξύλου των πρέμνων, δημιουργήθηκαν διαμήκεις τομές και το αρχικό ξύλο χωρίστηκε σε δύο μισά. Δείγματα από τον εσωτερικό ιστό (3-5), τοποθετήθηκαν υπό ασηπτικές συνθήκες στα τρυβλία και αφέθηκαν για επώαση σε συνθήκες δωματίου.

Μετά την επώαση, ξεκίνησε η διαδικασία απομόνωσης του κάθε μύκητα που είχε αναπτυχθεί. Έγινε εμβολιασμός σε νέα τρυβλία petri με ίδιο υπόστρωμα με το αρχικό.

Στις εικόνες 12 και 13 παρουσιάζονται ενδεικτικά αποικίες μικροοργανισμών που απομονώθηκαν με τη συγκεκριμένη διαδικασία. Οι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν μεταφέρθηκαν, τελικά, σε σωληνάρια τύπου Eppendorf και αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα γλυκερόλης 20% στους  $-80^{\circ}\text{C}$ .



**Εικόνα 12:** Καλλιέργειες μικροοργανισμών που απομονώθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία

Πηγή: Προσωπικό αρχείο Μ.Γιολλάση



**Εικόνα 13:** Καλλιέργεια μικροοργανισμού της οικογένειας Botryosphaeriaceae που απομονώθηκε κατά την πειραματική διαδικασία

Πηγή: Προσωπικό αρχείο Μ.Γιολλάση

## 6. Ταυτοποίηση μικροοργανισμών

Για την ταυτοποίηση των μικροοργανισμών πραγματοποιήθηκε μικροσκοπική παρατήρηση των υφών, των σπορίων και των καρποφοριών σε οπτικό μικροσκόπιο (μεγέθυνση 10X και 40X) και μακροσκοπική παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αποικιών.

### 3.5 Στατιστικές αναλύσεις

Τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση ANOVA Single-Factor, με τη βοήθεια του προγράμματος EXCELL, ώστε να συγκριθούν οι μέσοι όροι των τριών πληθυσμών (ποικιλιών) και να βρεθεί αν υπάρχουν ή όχι διαφορές μεταξύ τους.

Η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (ANOVA Single-Factor ή One Way ANOVA) πραγματοποιείται σε παρατηρήσεις που είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Αρχικά διατυπώνεται η μηδενική και η εναλλακτική υπόθεση.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (ίσοι μέσοι)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (διαφορετικοί μέσοι)

Ορίζεται επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$

Αν κατά την εκτέλεση του τεστ ισχύει:  $p\text{-value} > \alpha$  και  $F < F_{\text{critical}}$ , τότε δεν μπορεί να απορριφθεί η αρχική υπόθεση, οπότε συμπεραίνει κανείς ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των συγκρινόμενων μέσων όρων. Αν  $p\text{-value} < \alpha$  και  $F > F_{\text{critical}}$ , τότε απορρίπτεται η αρχική υπόθεση και γίνεται αποδεκτή η εναλλακτική. Δηλαδή, γίνεται δεκτό ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των συγκρινόμενων μέσων ( Παραβάντης, 2009).

Στην περίπτωση όπου υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά, με τη μέθοδο ANOVA δεν διακρίνεται ποια ζεύγη διαφέρουν και ποια όχι. Οπότε επιλέχθηκε ένας έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων και, συγκεκριμένα το Least Significant Difference - L.S.D., το οποίο αναπτύχθηκε από τον Fisher το 1935. Πρόκειται για μία στατιστική ανάλυση που εφαρμόζεται μόνο αφού έχει προηγηθεί Ανάλυση Διασποράς και η μηδενική υπόθεση έχει απορριφθεί. Πραγματοποιείται σύγκριση κατά ζεύγη και

υπολογίζονται ποια ζεύγη μέσων παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (Williams & Abdi, 2010).

Βασίζεται στη ελεγχοσυνάρτηση:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Όπου

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$  = δειγματικοί μέσοι που συγκρίνονται

MSE= μέσα τετραγωνικά σφάλματα (ισούται με το MS Within Groups της Ανάλυσης ANOVA)

$n_1, n_2$  = το πλήθος των μετρήσεων για κάθε δείγμα

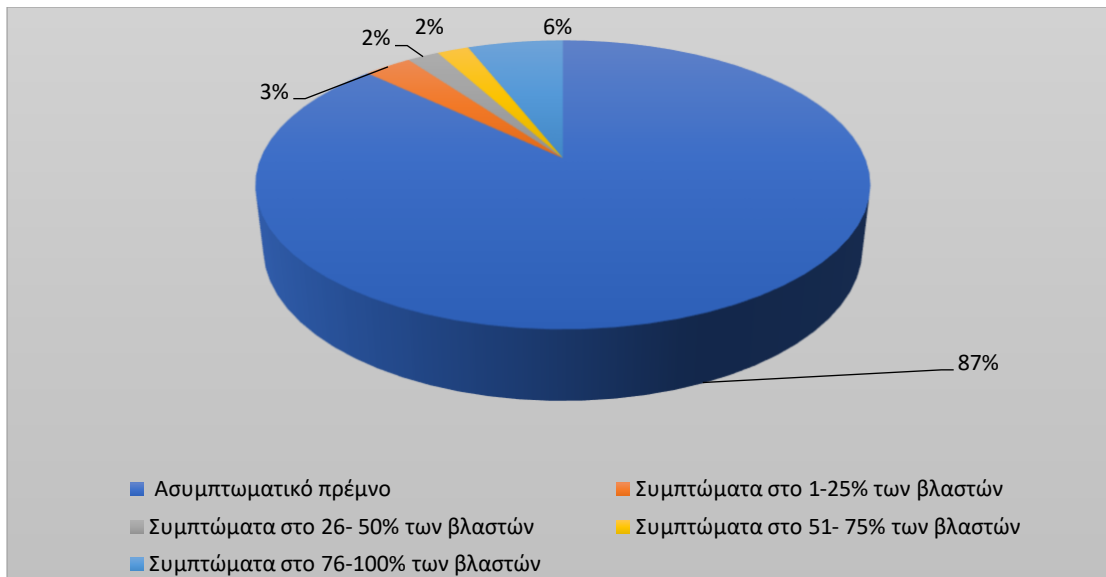
Η τιμή t που υπολογίζεται σε κάθε περίπτωση συγκρίνεται με μία τιμή της κατανομής t-student,  $t_{crit}$ , η οποία υπολογίζεται από κατάλληλους πίνακες για βαθμούς ελευθερίας  $n_1+n_2-2$  και για πιθανότητα  $1-\alpha/2$  (έχει επιλεγεί  $\alpha=0,05$  άρα η πιθανότητα είναι 0,975 στην παρούσα εργασία). Αν  $t > t_{crit}$ , σε απόλυτες τιμές, τότε υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο δειγμάτων. Αν  $t < t_{crit}$ , τότε δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγματικών μέσων των δύο δειγμάτων.

## 3.4 Αποτελέσματα

### 3.4.1 Καταγραφή συμπτωμάτων

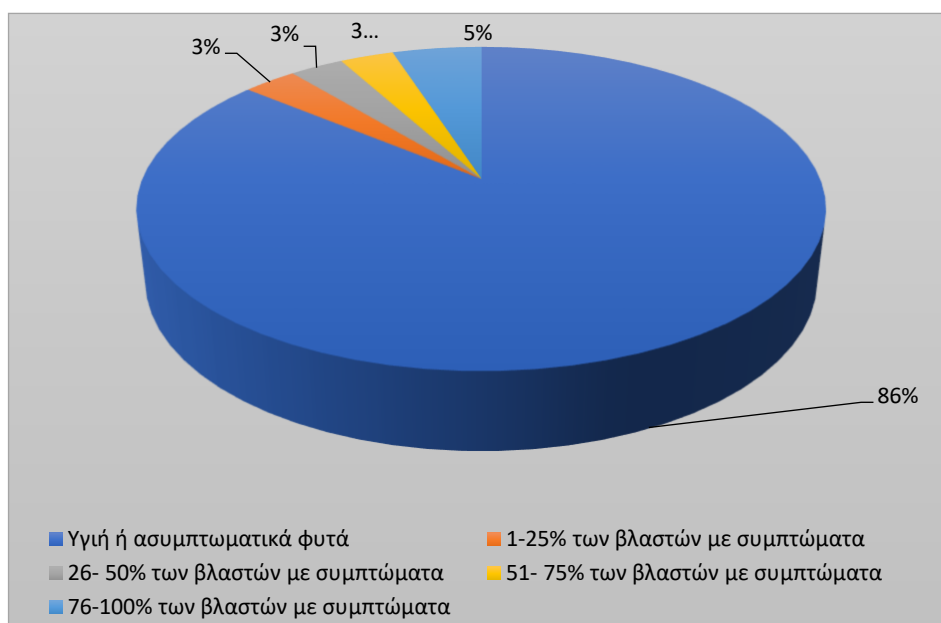
Αξιολογήθηκαν 100 φυτά από κάθε ποικιλία ως προς τα συμπτώματα ασθενειών ξύλου που παρουσιάζουν (λωρίδες τίγρη). Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν και υπολογίσθηκε το ποσοστό των πρέμνων που ανήκει σε κάθε κλίμακα.

Στο διάγραμμα 1, απεικονίζονται τα ποσοστά των πρέμνων ανά κλίμακα για την ποικιλία Merlot. Παρατηρείται ότι το 87% των εξεταζόμενων πρέμνων ήταν υγιή ή ασυμπτωματικά, δηλαδή χωρίς εμφανή σημάδια ασθένειας ξύλου. Το 3% είχε ήπια συμπτώματα (κλίμακα 1) και μόλις το 6% παρουσίαζε έκταση συμπτωμάτων που κάλυπτε το 76 -100% των βλαστών τους (κλίμακα 4).



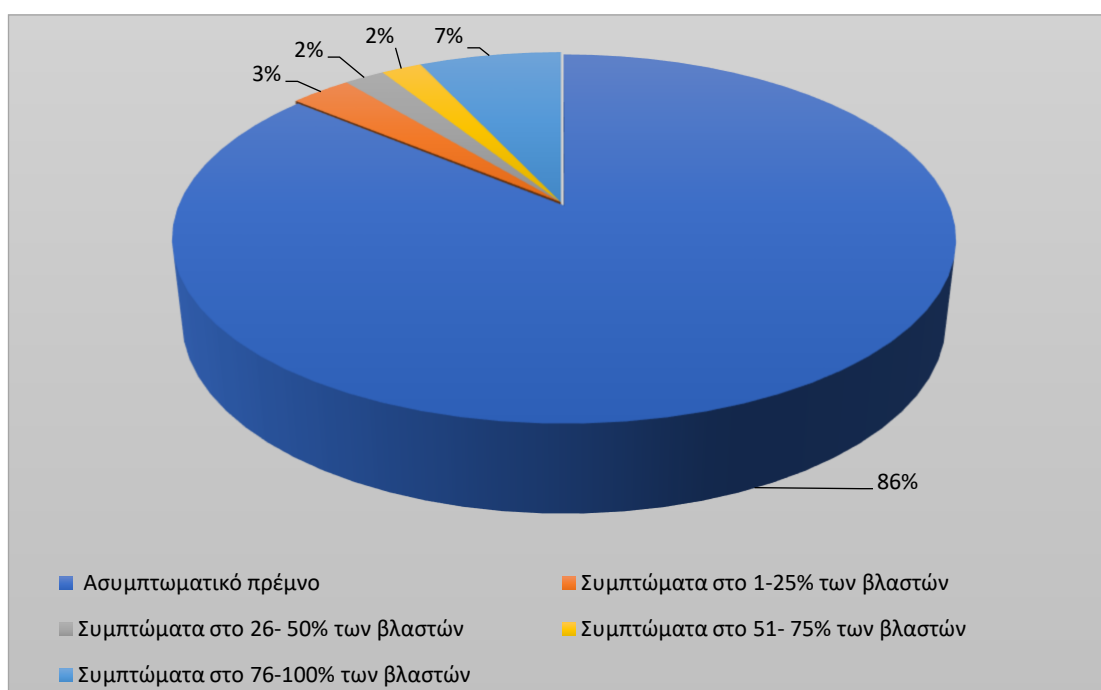
**Διάγραμμα 1:** Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Merlot)

Στο διάγραμμα 2, απεικονίζονται τα ποσοστά των πρέμνων ανά κλίμακα για την ποικιλία Ασύρτικο. Παρατηρείται ότι το 86% των εξεταζόμενων πρέμνων ήταν υγιή ή ασυμπτωματικά, δηλαδή χωρίς εμφανή σημάδια ασθένειας ξύλου. Το 3% είχε ήπια συμπτώματα και μόλις το 5% παρουσίαζε έκταση συμπτωμάτων που κάλυπτε το 76 - 100% των βλαστών τους.



**Διάγραμμα 2:** Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Ασύρτικο)

Στο διάγραμμα 3, απεικονίζονται τα ποσοστά των πρέμνων ανά κλίμακα για την ποικιλία Ξινόμαυρο. Παρατηρείται ότι το 86% των εξεταζόμενων πρέμνων ήταν υγιή ή ασυμπτωματικά, δηλαδή χωρίς εμφανή σημάδια ασθένειας ξύλου. Το 3% είχε ήπια συμπτώματα στο 26 – 50% της έκτασης των βλαστών. Ένα ποσοστό 3% παρουσίαζε συμπτώματα ασθένειας ξύλου στο 51-75% του συνόλου των βλαστών, ενώ το 7% των πρέμνων παρουσίαζε έκταση συμπτωμάτων που κάλυπτε το 76 -100% των βλαστών τους.



**Διάγραμμα 3:** Ποσοστό πρέμνων ανά κλίμακα συμπτωμάτων (Ξινόμαυρο)

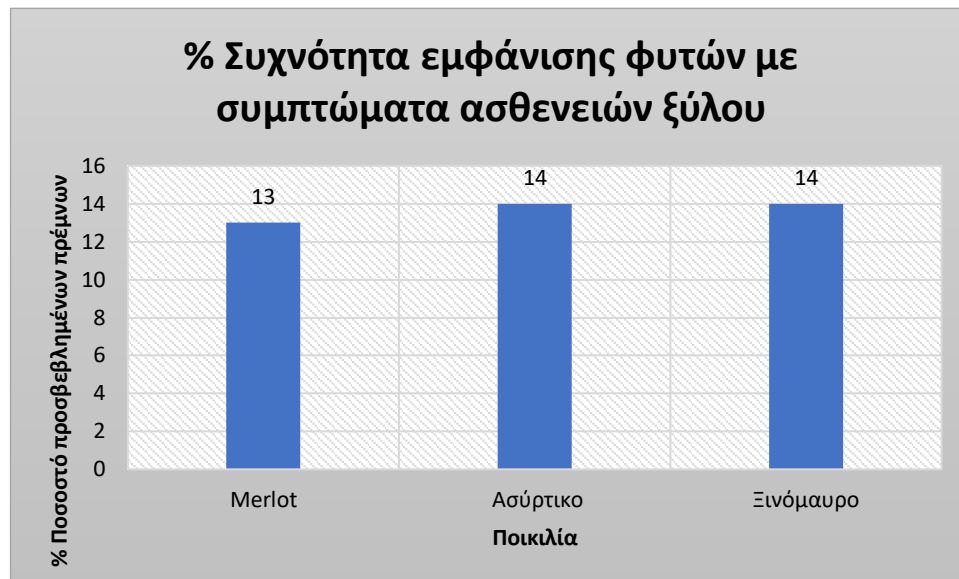
Συνολικά, παρατηρείται ότι και οι τρεις ποικιλίες που εξετάστηκαν, είχαν υψηλό ποσοστό ασυμπτωματικών φυτών (86-87%) και παρόμοια ποσοστά συμπτωματικών φυτών σε κάθε κλίμακα.

### 3.4.2 Συχνότητα και σοβαρότητας εμφάνισης ασθενειών ξύλου

Η συχνότητα που τα πρέμνα των τριών ποικιλιών αμπελιών, Merlot, Ασύρτικο, Ξινόμαυρο, παρουσιάζουν συμπτώματα ασθενειών ξύλου κυμαίνεται σε ποσοστά

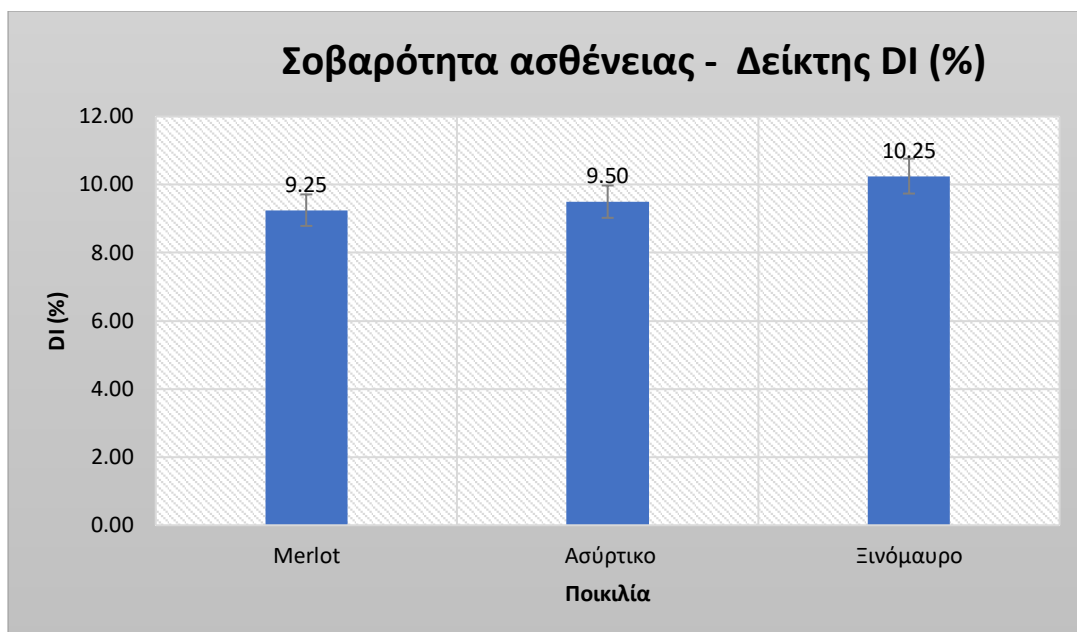


13%, 14% και 14% αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι η συχνότητα και στις τρεις ποικιλίες είναι ίση, αν και αυτό από μόνο του δε δίνει συμπεράσματα για το αν κάποιος από τους τρεις αμπελώνες εμφανίζει σοβαρότερο ή ηπιότερο πρόβλημα. Στο διάγραμμα 4, παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης προσβεβλημένων από ασθένειες ξύλου φυτών, ανεξάρτητα από την ένταση των συμπτωμάτων.



**Διάγραμμα 4:** Ποσοστό (%) προσβεβλημένων φυτών από ασθένειες ξύλου για τις εξεταζόμενες ποικιλίες

Η σοβαρότητα της προσβολής από τις ασθένειες ξύλου εκφράζεται ως δείκτης ασθένειας DI (disease index) (%), ο οποίος σχετίζεται με την ένταση και την έκταση των συμπτωμάτων που παρουσιάζουν τα φυτά. Στο διάγραμμα 5, παρουσιάζεται ο δείκτης DI κάθε ποικιλίας. Της ποικιλίας Merlot αντιστοιχεί στο 9,25%, στην ποικιλία Ασύρτικο, στο 9,50% και στην ποικιλία Ξινόμαυρο στο 10,25%. Δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές ή τιμές DI (%) με σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών



**Διάγραμμα 5:** Δείκτης DI (%) που εκφράζει τη σοβαρότητα της ασθένειας

Στα αποτελέσματα των 100 φυτών των τριών ποικιλιών, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα. Στόχος ήταν να εξετασθεί αν η ποικιλία αποτελεί παράγοντα διαφοροποίησης για την εμφάνιση των συμπτωμάτων των ασθενειών ξύλου. Στον πίνακα 4, αναγράφονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του Microsoft Excel. Ως επίπεδο εμπιστοσύνης χρησιμοποιήθηκε το 95%, άρα  $\alpha=5\%=0,05$

**Πίνακας 4:** Αποτελέσματα ANOVA ενός παράγοντα των συμπτωμάτων που καταγράφηκαν στις ποικιλίες Merlot, Ασύρτικο, Ξινόμαυρο

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Merlot	100	925	9,25	702,714646		
Ασύρτικο	100	1025	10,25	720,896465		
Ξινόμαυρο	100	1075	10,75	798,674242		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	116,666667	2	58,3333333	0,07874776	0,92429232	3,02615337
Within Groups	220006,25	297	740,761785			

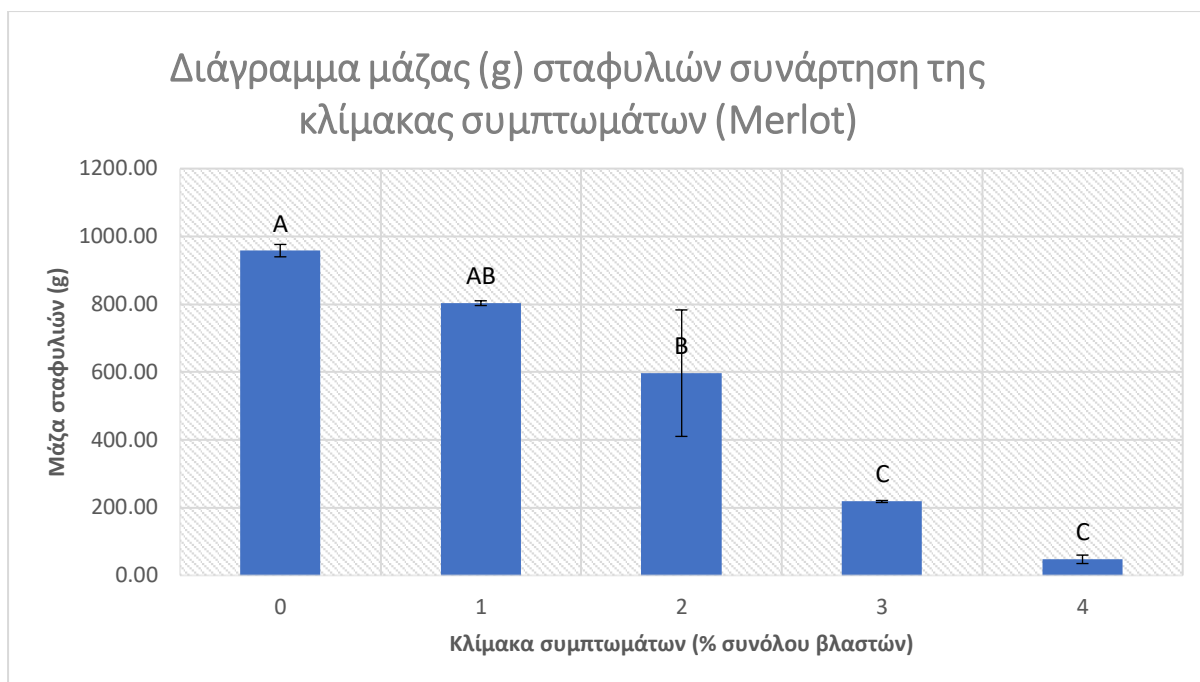
Total	220122,917	299				
-------	------------	-----	--	--	--	--

Παρατηρείται ότι  $F (=0,079) < F_{crit} (=3,026)$ , κατά συνέπεια δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά των συμπτωμάτων μεταξύ των ποικιλιών. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται και από την σύγκριση  $\alpha$  και  $p$ -value, όπου  $\alpha (=0,05) > p\text{-value} (=0,92)$ .

### 3.4.3 Προσδιορισμός της πιθανής απώλειας παραγωγής

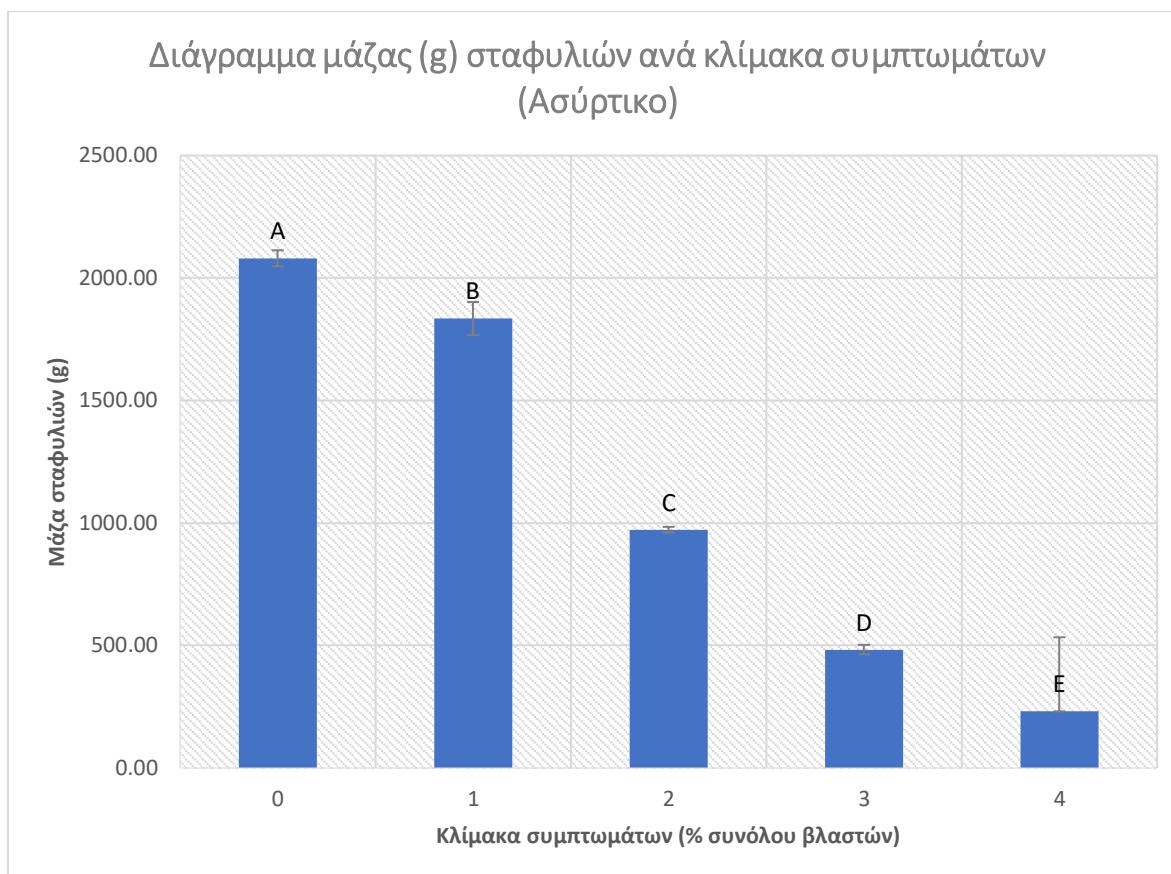
Όπως αναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε δεύτερη επίσκεψη στους αμπελώνες κατά την περίοδο του τρύγου. Από κάθε ποικιλία, επιλέχθηκαν ορισμένα πρέμνα από διαφορετικές κλίμακες έντασης συμπτωμάτων (τουλάχιστον 3 πρέμνα ανά κλίμακα και ποικιλία) και ο καρπός τους (ανά πρέμνο) αφού συλλέχθηκε, ζυγίσθηκε. Στα διαγράμματα 6,7,8 παρουσιάζεται ο μέσος όρος της μάζας των σταφυλιών ανά ποικιλία και ανά κλίμακα. Επίσης, για κάθε κλίμακα έχει υπολογισθεί και σημειωθεί η τυπική απόκλιση (standard error).

Στο διάγραμμα 6, απεικονίζεται η μέση μάζα σταφυλιών εκφρασμένη σε γραμμάρια (gr), ανά κλίμακα της ποικιλίας Merlot. Για τον υπολογισμό των μέσων τιμών της μάζας των σταφυλιών της κλίμακας 0 ζυγίσθηκε ο καρπός από 5 πρέμνα, ενώ για τις υπόλοιπες κλίμακες από 3 πρέμνα. Παρατηρείται μία μείωση της παραγωγής όσο αυξάνεται η έκταση και η ένταση των συμπτωμάτων ασθένειας με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών κλιμάτων με εξαίρεση τις κλίμακες 3 και 4, 0 και 1, καθώς και 1 και 2 που δεν διαφέρουν μεταξύ τους.



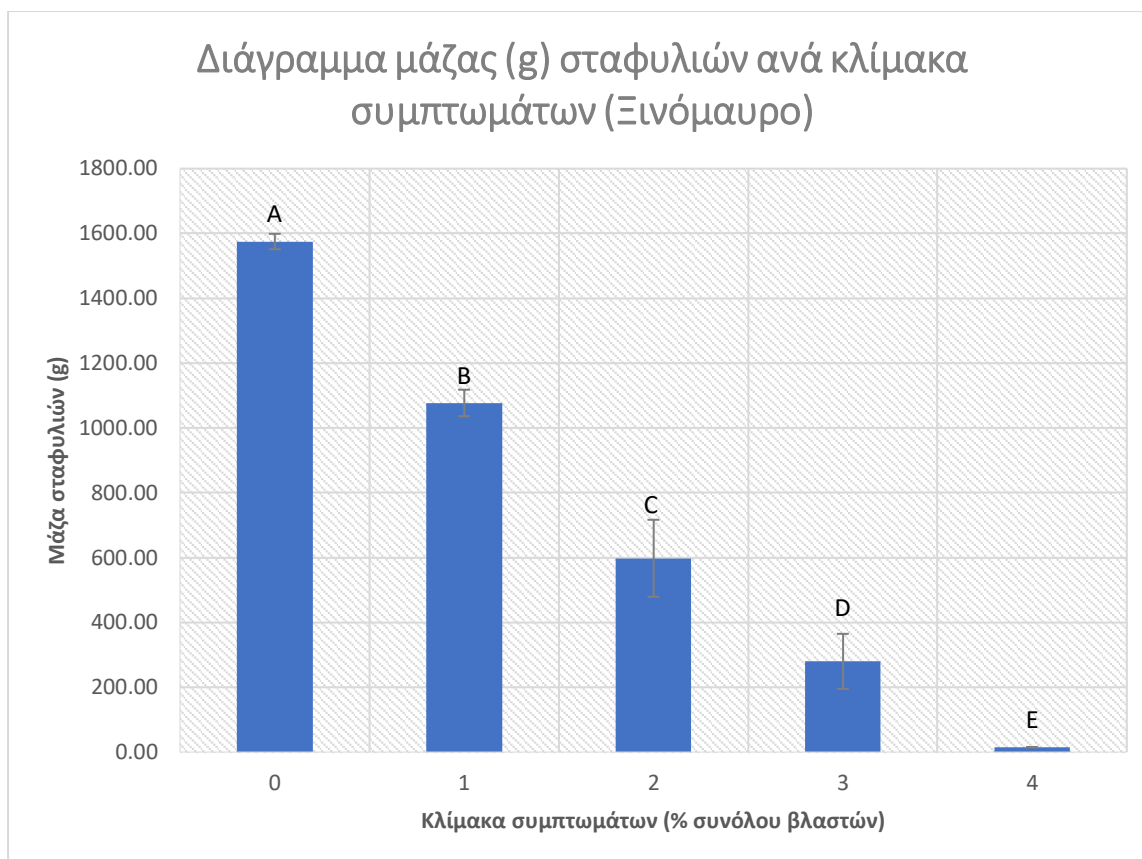
**Διάγραμμα 6:** Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Merlot

Στο διάγραμμα 7, απεικονίζεται η μέση μάζα σταφυλιών κάθε κλίμακας της ποικιλίας Ασύρτικο. Για τον υπολογισμό των μέσων τιμών της μάζας των σταφυλιών των κλάσεων 0 και 3 ζυγίσθηκε ο καρπός από 4 πρέμνα, ενώ για τις υπόλοιπες κλίμακες από 3 πρέμνα. Παρατηρείται ότι μειώνεται η παραγωγή όσο αυξάνεται η κλίμακα συμπτωμάτων με στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των κλιμάκων.



**Διάγραμμα 7:** Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Ασύρτικο

Στο διάγραμμα 8, απεικονίζεται η μέση μάζα σταφυλιών σε συνάρτηση με το % ποσοστό των συμπτωμάτων που έχουν καταλάβει το βλαστό για την ποικιλία Ξινόμαυρο. Για τον υπολογισμό των μέσων τιμών της μάζας των σταφυλιών της κλίμακας 0 ζυγίσθηκε ο καρπός από 5 πρέμνα, για τις υπόλοιπες κλίμακες από 3 πρέμνα η καθεμία. Μεταξύ όλων των κλιμάκων της ποικιλίας Ξινόμαυρο παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην παραγωγή του καρπού.



**Διάγραμμα 8:** Διάγραμμα της μέσης μάζας σταφυλιών ανά κλίμακα εμφάνισης συμπτωμάτων της ποικιλίας Ξινόμαυρο

Στη συνέχεια, για την κάθε ποικιλία υπολογίσθηκε η δυνητική παραγωγή ανά εκτάριο (kg/ha). Ο υπολογισμός της δυνητικής παραγωγής στηρίχθηκε στη λογική ότι αν όλα τα φυτά ήταν υγιή, θα παρήγαγαν κατά μέσο όρο ποσότητα καρπού ίση με το μέσο όρο της ποσότητας της κλίμακας 0. Ακολούθησε ο υπολογισμός της εκτιμώμενης παραγωγής, όπου χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι παραγωγής καρπού όλων των κλιμάκων σε συνδυασμό με το ποσοστό των φυτών που εντάσσονται σε κάθε κλίμακα. Από τη διαφορά της δυνητικής και της εκτιμώμενης παραγωγής προέκυψε η ποσότητα της απώλειας που οφείλεται στην παρουσία ασθενειών ξύλου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ποικιλία Merlot παρουσίασε θεωρητικά απώλειες ίσες με 338,79 kg/ha, το οποίο αντιστοιχεί σε 8,49% της παραγωγής. Αντίστοιχα, το Ασύρτικο είχε απώλειες ίσες με 603,42 kg/ha, που αντιστοιχούν σε ποσοστό απώλειας 8,70%. Τέλος για το Ξινόμαυρο υπολογίσθηκε ότι οι απώλειες σε παραγωγή έφθασαν τα 635,93 kg/ha, το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 10,77% απώλειες.

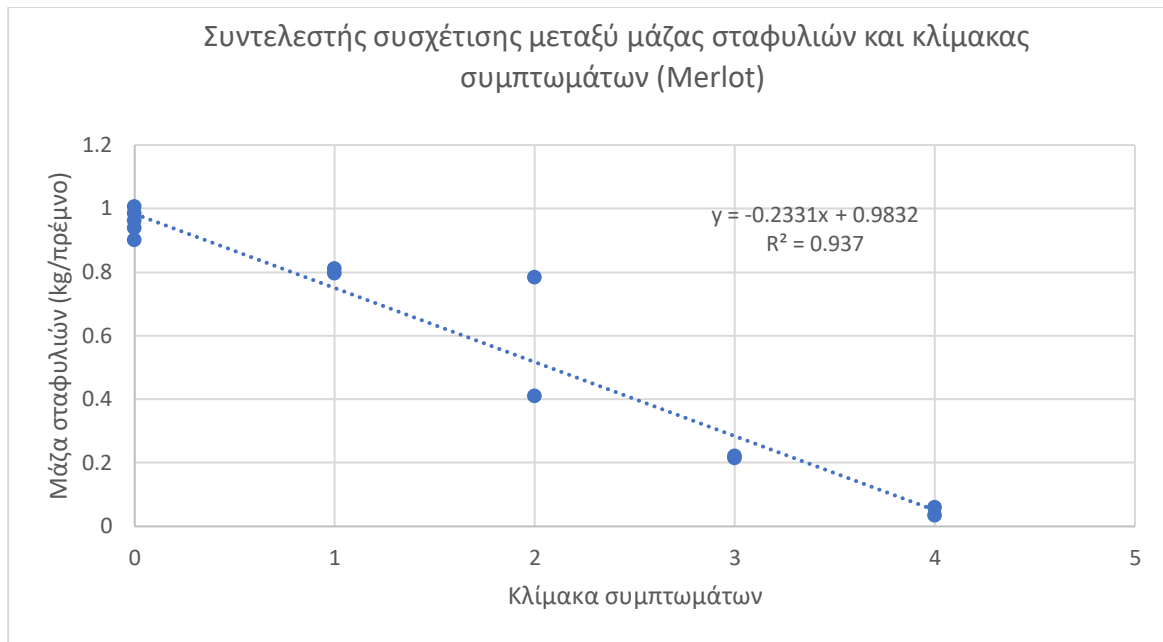
Το παραγωγικό δυναμικό και των τριών ποικιλιών μειώθηκε σημαντικά, γεγονός που αποδίδεται στις ασθένειες ξύλου από τις οποίες προσβλήθηκαν τα φυτά.

**Πίνακας 5:** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δυνητικής και εκτιμώμενης παραγωγής, καθώς και απώλειες παραγωγής και για τις τρεις ποικιλίες

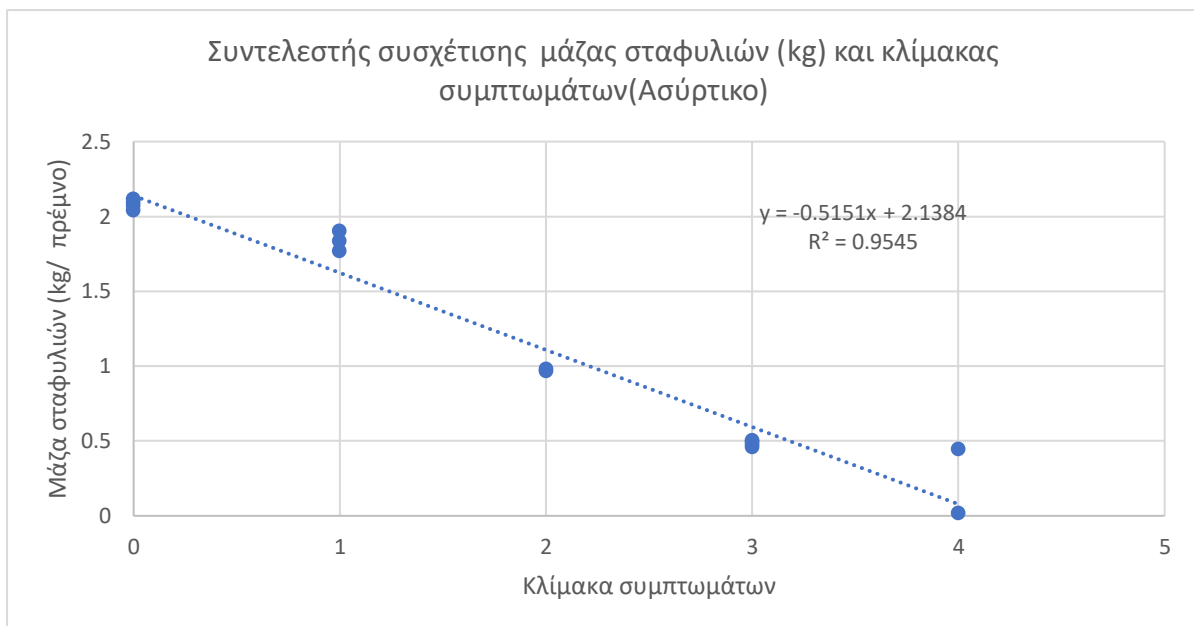
	Δυνητική παραγωγή (kg/ha)	Εκτιμώμενη παραγωγή (kg/ha)	Απώλειες παραγωγής (kg/ha)	Απώλειες παραγωγής (%)
Merlot	3991,67	3652,88	338,79	8,49
Ασύρτικο	6935,83	6332,41	603,42	8,70
Ξινόμαυρο	5906,25	5270,33	635,93	10,77

Για να ελεγχθεί αν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ έντασης συμπτωμάτων και ποσότητας παραγωγής υπολογίστηκε ο συντελεστής  $R^2$ . Ο συντελεστής συσχέτισης  $R$  δείχνει αν ανάμεσα σε δύο μεταβλητές υπάρχει γραμμική ή μη γραμμική σχέση. Το τετράγωνο  $R^2$ , προκύπτει από το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά στη τιμή 1 βρίσκεται, τόσο πιο καλή γραμμική συσχέτιση παρουσιάζεται μεταξύ των δύο εξεταζόμενων μεταβλητών.

Στα διαγράμματα 9, 10 και 11 έχει υπολογισθεί το  $R^2$  για τις τρεις ποικιλίες Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο, αντίστοιχα. Οι συντελεστές βρέθηκαν ίσοι με 0,937 (Merlot), 0,9545 (Ασύρτικο) και 0,9724 (Ξινόμαυρο). Και οι τρεις τιμές είναι πλησίον της τιμής 1, δείχνοντας ότι υπάρχει σχέση μεταξύ έκτασης συμπτωμάτων και παραγωγής. Δηλαδή οι απώλειες παραγωγής είναι ανάλογες της έντασης των συμπτωμάτων

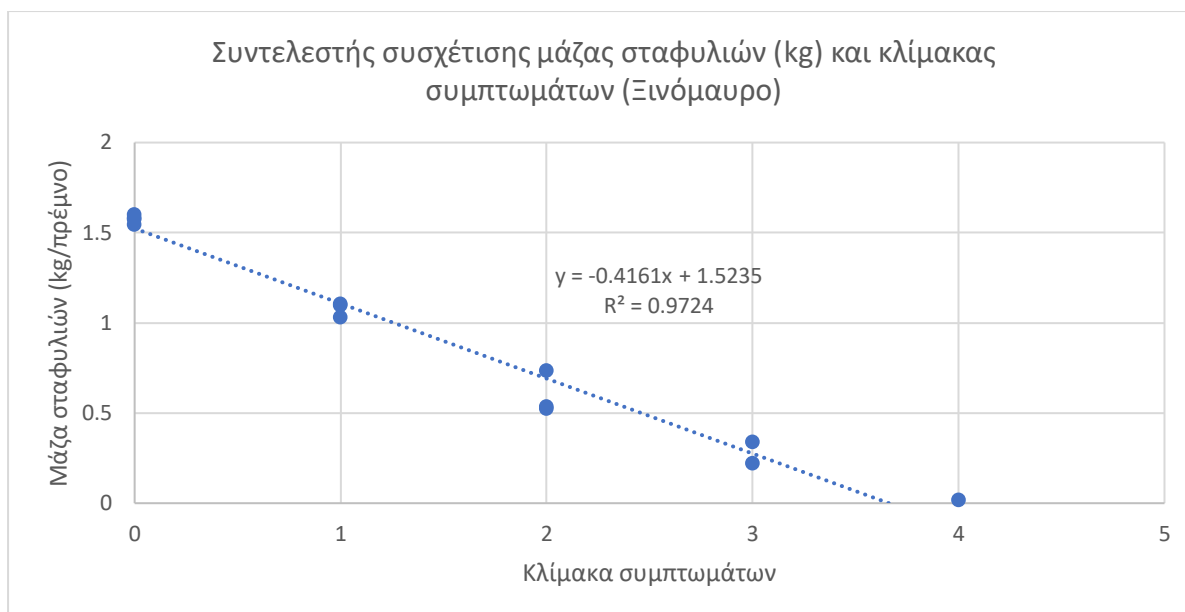


**Διάγραμμα 9:** Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Merlot



**Διάγραμμα 10:** Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Ασύρτικο





**Διάγραμμα 11:** Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ μάζας σταφυλιών (kg/πρέμνο) και ένταση συμπτωμάτων για την ποικιλία Ξινόμαυρο

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων για κάθε ποικιλία και της μάζας των σταφυλιών από κάθε πρέμνο, καθώς και τεστ Fisher LSD, όπου παρουσιάστηκαν διαφοροποιήσεις. Σκοπός είναι να διαπιστωθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ή όχι μεταξύ των κλιμάκων όσο αφορά την παραγωγή σταφυλιών, καθώς και να εντοπισθούν μεταξύ ποιων κλιμάκων παρουσιάζονται οι διαφορές αυτές.

Στον πίνακα 6, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα της ποικιλίας Merlot. Παρατηρείται ότι  $F(=42,17) > F_{crit} (=3,84)$ , άρα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων τιμών των κλιμάκων. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει κανείς από την σύγκριση της πιθανότητας  $\alpha$  που επιλέχθηκε, με το p-value, καθώς ισχύει  $p\text{-value} (=2,02 \cdot 10^{-5}) < \alpha (=0,05)$ .

**Πίνακας 6:** Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Merlot

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Κλίμακα 0	5	4,79	0,958	0,0016795		

Κλίμακα 1	2	1,60 6	0,803	9,8E-05		
Κλίμακα 2	2	1,19 3	0,5965	0,0695645		
Κλίμακα 3	2	0,43 6	0,218	0,000018		
Κλίμακα 4	2	0,09 5	0,0475	0,0003125		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1,6177460 8	4	0,4044365 2	42,177681 9	2,0242E- 05	3,8378533 5
Within Groups	0,076711	8	0,0095888 8			
Total	1,6944570 8	12				

Πραγματοποιείται Fisher's LSD Test ώστε να εξετασθεί ποια ζεύγη μέσων διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ ποιων ζευγών μπορούν να δημιουργηθούν ομάδες ομοιότητας για την ποικιλία Merlot. Από πίνακες, υπολογίσθηκε το  $t_{(0,975, 12)}$ , όπου 12 είναι οι βαθμοί ελευθερίας και βρέθηκε ίσο με  $t_{(0,975, 12)}=2,18$ . Υπενθυμίζεται ότι σε όποια περίπτωση  $t > t_{(0,975, 12)}$ , τα αντίστοιχα ζεύγη θεωρούνται ότι διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, ενώ αντίθετα αν  $t \leq t_{(0,975, 12)}$ , δημιουργούν μία ομάδα ομοιότητας. Στον πίνακα 7, αναγράφονται οι ομάδες ομοιότητας που δημιουργήθηκαν μεταξύ των κλιμάκων για την ποικιλία Merlot. Βρέθηκε ότι η κλίμακα 0 και η κλίμακα 1 παρουσιάζουν ομοιότητα (A), η κλίμακα 1 με την κλίμακα 2 (B) και η κλίμακα 3 με την κλίμακα 4 (C).

**Πίνακας 7:** Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Merlot).

Ποικιλία Merlot	Ομάδες ομοιότητας
Κλίμακα 0	A
Κλίμακα 1	AB
Κλίμακα 2	B
Κλίμακα 3	C
Κλίμακα 4	C

Στον πίνακα 8 είναι τα αποτελέσματα για την ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα της ποικιλίας Ασύρτικο. Παρατηρείται ότι  $F(=198,39) > F_{crit}(=3,48)$ , άρα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων τιμών των κλιμάκων. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει κανείς από την σύγκριση της πιθανότητας  $\alpha$  που επιλέχθηκε, με το p-value, καθώς ισχύει  $p\text{-value}(=1,77 \cdot 10^{-9}) < \alpha(=0,05)$ .

Πραγματοποιείται Fisher's LSD Test ώστε να εξετασθεί ποια ζεύγη μέσων διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ ποιων ζευγών μπορούν να δημιουργηθούν ομάδες ομοιότητας για την ποικιλία Ασύρτικο. Από πίνακες, υπολογίσθηκε το  $t_{(0,975, 14)}$ , όπου 14 είναι οι βαθμοί ελευθερίας και βρέθηκε ίσο με  $t_{(0,975, 12)}=2,15$ . Κατά τη σύγκριση των ζευγών δεν παρουσιάστηκε ομοιότητα.

**Πίνακας 8:** Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Ασύρτικο

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
Κλίμακα 0	4	8,323	2,08075	0,001069583		
Κλίμακα 1	3	5,504	1,834666667	0,004556333		
Κλίμακα 2	2	1,946	0,973	0,000128		
Κλίμακα 3	4	1,933	0,48325	0,00037425		
Κλίμακα 4	2	0,462	0,231	0,091592		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	8,345308233	4	2,086327058	198,3876376	1,77238E-09	3,47804969
Within Groups	0,105164167	10	0,010516417			
Total	8,4504724	14				

Στον πίνακα 9, αναγράφονται οι ομάδες ομοιότητας της ποικιλίας Ασύρτικο και φαίνεται πως η μάζα των καρπών κάθε κλίμακας διαφέρει στατιστικά από όλων των υπολοίπων κλιμάκων.

**Πίνακας 9:** Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Ασύρτικο) .

Ποικιλία Ασύρτικο	Ομάδες ομοιότητας
Κλίμακα 0	A
Κλίμακα 1	B
Κλίμακα 2	C
Κλίμακα 3	D
Κλίμακα 4	E

Στον πίνακα 10, είναι τα αποτελέσματα για την ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα της ποικιλίας Ξινόμαυρο. Παρατηρείται ότι  $F(=184,83) > F_{crit}(=3,84)$ , άρα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων τιμών των κλιμάκων. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει κανείς από την σύγκριση της πιθανότητας  $\alpha$  που επιλέχθηκε, με το  $p$ -value, καθώς ισχύει  $p\text{-value} (=6,51 \cdot 10^{-8}) < \alpha (=0,05)$ .

Πραγματοποιείται Fisher's LSD Test ώστε να εξετασθεί ποια ζεύγη μέσων διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ ποιων ζευγών μπορούν να δημιουργηθούν ομάδες ομοιότητας για την ποικιλία Ασύρτικο. Από πίνακες, υπολογίσθηκε το  $t_{(0,975, 12)}$ , όπου 12 είναι οι βαθμοί ελευθερίας και βρέθηκε ίσο με  $t_{(0,975, 12)}=2,18$ . Κατά τη σύγκριση των ζευγών, δεν παρουσιάστηκε ομοιότητα.

**Πίνακας 10:** Ανάλυση ANOVA ενός παράγοντα μεταξύ των κλιμάκων της ποικιλίας Ασύρτικο

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
Κλίμακα 0	4	6,3	1,575	0,00056333		
Κλίμακα 1	3	3,231	1,077	0,001677		
Κλίμακα 2	3	1,794	0,598	0,014107		
Κλίμακα 3	2	0,56	0,28	0,0072		
Κλίμακα 4	1	0,015	0,015			
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	3,73904708	4	0,93476177	184,835982	6,509E-08	3,83785335
Within Groups	0,040458	8	0,00505725			

Total	3,77950508	12				
-------	------------	----	--	--	--	--

Στον πίνακα 11, αναγράφονται οι ομάδες ομοιότητας της ποικιλίας Ξινόμαυρο και φαίνεται πως η μάζα των καρπών κάθε κλίμακας διαφέρει στατιστικά από όλων των υπολοίπων κλιμάκων.

**Πίνακας 11:** Ομάδες ομοιότητας που προέκυψαν από την εφαρμογή του Fisher's LSD Test (Ξινόμαυρο)

Ποικιλία Ξινόμαυρο	Ομάδες ομοιότητας
Κλίμακα 0	A
Κλίμακα 1	B
Κλίμακα 2	C
Κλίμακα 3	D
Κλίμακα 4	E

Συγκεντρωτικά παρατηρείται ότι υπήρξε απώλεια παραγωγής και στις τρεις ποικιλίες, η οποία φαίνεται να εξαρτάται από την ένταση των συμπτωμάτων των βλαστών. Όσο πιο μεγάλη η ένταση της ασθένειας, τόσο πιο μικρή παραγωγή παρατηρείται.

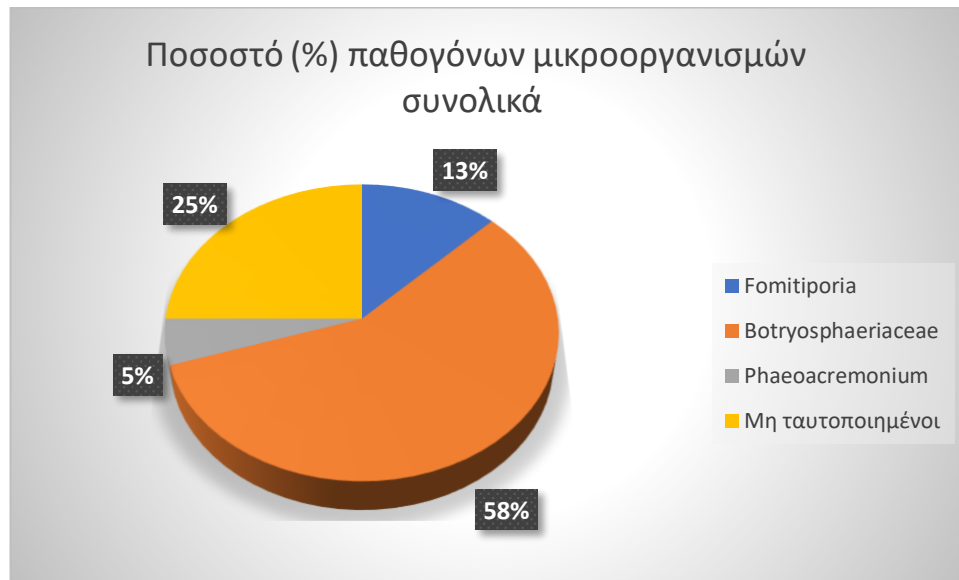
#### 3.4.4 Διερεύνηση παθογόνων αιτίων

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι, απαραίτητο για την προστασία του αμπελώνα και την εφαρμογή της σωστής φυτοπροστασίας είναι η αναγνώριση των παθογόνων αιτιών που προκαλούν τις ασθένειες.

Για την ταυτοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών, όπως αναφέρθηκε, δείγματα ξύλου μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και από αυτά απομονώθηκαν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Συνολικά, δημιουργήθηκαν 40 καθαρές καλλιέργειες και πραγματοποιήθηκε ταυτοποίηση των μικροοργανισμών με μακροσκοπική και με μικροσκοπική μελέτη των σχηματιζόμενων αποικιών και των μυκηλιακών κατασκευών τους. Οι μύκητες που αναγνωρίστηκαν ανήκαν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae* και στα γένη *Phaeoacremonium* και *Fomitiporia*.

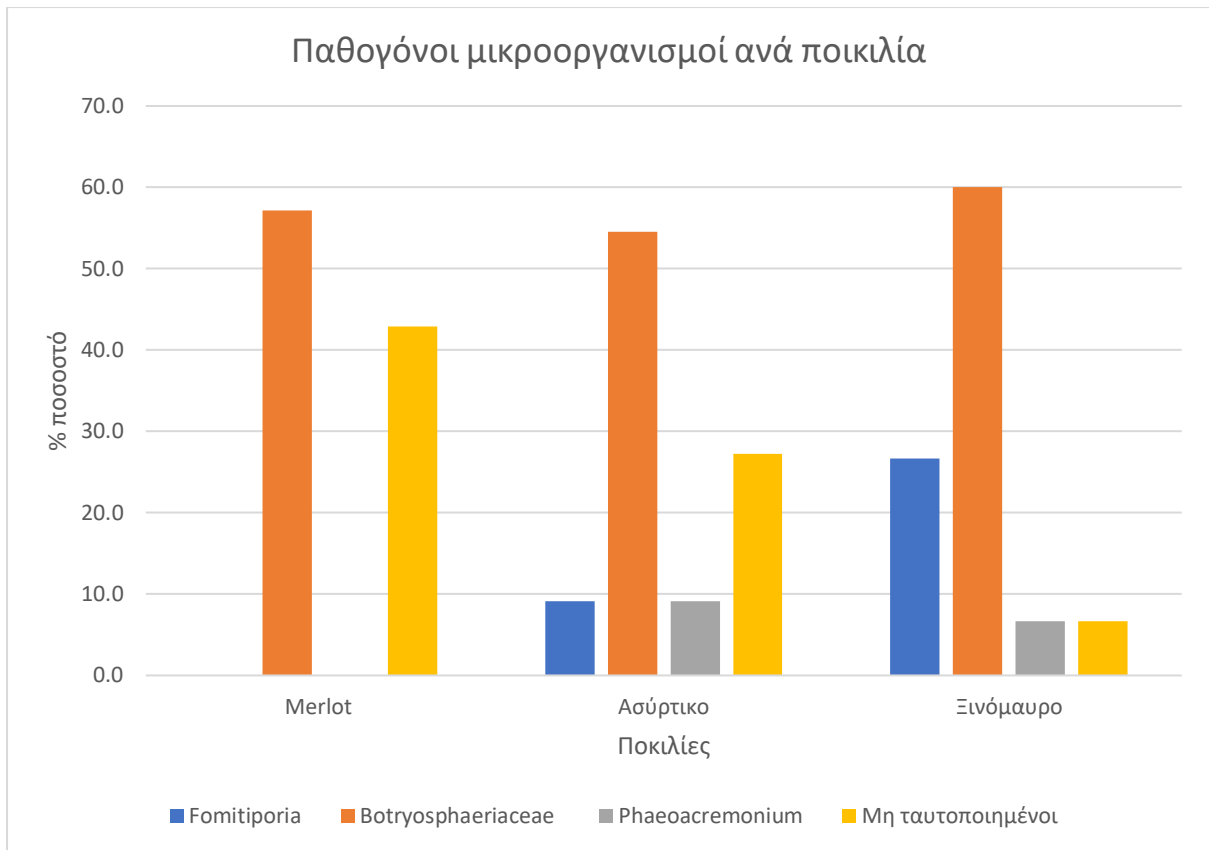
Στο διάγραμμα 12, διακρίνεται το % ποσοστό των παθογόνων μικροοργανισμών που ταυτοποιήθηκαν, στο σύνολο των δειγμάτων και το % ποσοστό των μη

ταυτοποιημένων μικροοργανισμών. Το 57,5% των καθαρών καλλιεργειών μυκήτων ανήκαν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, το 12,5% ανήκε στο γένος *Fomitiporia* και το 5% στο γένος *Phaeoacremonium*. Για το 25% των απομονώσεων δεν κατέστη εφικτή η ταυτοποίηση.



**Διάγραμμα 12:** Ποσοστό (%) παθογόνων μικροοργανισμών που απομονώθηκαν στις καλλιέργειες των δειγμάτων και των τριών ποικιλιών

Από την ποικιλία Merlot, ταυτοποιήθηκαν 8 στελέχη μυκήτων που ανήκαν όλα στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, ενώ για 6 στελέχη μικροοργανισμών τα στοιχεία δεν ήταν επαρκή για ταυτοποίηση. Από την ποικιλία Ασύρτικο, ταυτοποιήθηκαν 6 αποικίες ότι ανήκαν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, 1 αποικία ήταν μύκητας του γένους *Phaeoacremonium* και 1 αποικία του γένους *Fomitiporia*, ενώ 3 αποικίες δεν ήταν εφικτό να ταυτοποιηθούν. Από τα δείγματα ξύλου της ποικιλίας Ξινόμαυρο απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν 14 στελέχη μικροοργανισμών, εκ των οποίων τα 9 ανήκαν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, 1 στο γένος *Phaeoacremonium* και 4 στο γένος *Fomitiporia* και 1 καλλιέργεια δεν ταυτοποιήθηκε (διάγραμμα 13).



**Διάγραμμα 13:** Ποσοστό (%) μικροοργανισμών που απομονώθηκαν ανά ποικιλία σταφυλιών

## Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε σε πρέμνα των ποικιλιών Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο. Οι αμπελώνες ήταν ημιορεινοί στην περιοχή Ροδιάς Τυρνάβου. Αρχικά, πριν τον τρύγο, καταγράφηκαν τα συμπτώματα που αφορούσαν τις ασθένειες ξύλου σε 100 φυτά από κάθε ποικιλία. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε πριν τον τρύγο. Την περίοδο του τρύγου καταγράφηκαν τα βάρη των καρπών ανά πρέμνο για κάθε κλίμακα και ποικιλία.

Παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των υγιών ή μη ασυμπτωματικών πρέμνων κάθε ποικιλίας κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα και για τις τρεις ποικιλίες (87% Merlot και 86% για Ασύρτικο και Ξινόμαυρο). Ελάχιστη διαφοροποίηση παρουσίασε ο δείκτης ασθένειας DI (%) της ποικιλίας Ξινόμαυρο, ο οποίος ήταν λίγο μεγαλύτερος από τους δείκτες των υπολοίπων ποικιλιών (10,25% έναντι 9,25% στο Merlot και 9,50% στο Ασύρτικο). Όπως ήταν αναμενόμενο, η ανάλυση διασποράς ANOVA ως προς ένα παράγοντα που πραγματοποιήθηκε στα αποτελέσματα της καταγραφής των συμπτωμάτων, έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ποικιλιών.

Οι Larach et al. (2020) πραγματοποίησαν παρόμοια μελέτη σε δύο αμπελώνες Gabernet Sauvignon της Χιλής για τις καλλιεργητικές περιόδους 2010 και 2018. Η ηλικία των πρέμνων το 2010 κυμαινόταν από 5 ως 19 ετών. Η μέση συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας της Βοτρυοσφαίριας (87% για το 2010 και 84% για το 2018) κυμάνθηκε σε πολύ υψηλότερα επίπεδα από την παρούσα μελέτη (Larach et al., 2020). Αν και οι ηλικίες των πρέμνων των δύο μελετών είναι κοντινές (στην παρούσα μελέτη: 15 ετών τα αμπέλια της ποικιλίας Merlot και 19 ετών των ποικιλιών Ασύρτικο και Ξινόμαυρο), θεωρείται αναμενόμενο να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μετρήσεων, καθώς οι δύο μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ποικιλίες αμπελιών και σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε διαφορετικές χώρες και σε διαφορετικές ηπείρους, όπου επικρατούν διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, διαφορετική σύνθεση εδάφους, διαφορετικές καλλιεργητικές συνθήκες (Larach et al., 2020).

Σε παρόμοια αποτελέσματα σχετικά με τη μέση συχνότητα των πρέμνων που παρουσίαζαν συμπτώματα ασθενειών ξύλου κατέληξαν και οι Baskarathevan et al.



(2012). Πραγματοποίησαν έρευνα σε 43 αμπελώνες σε έξι αμπελουργικές περιοχές της Νέας Ζηλανδίας και παρατήρησαν ότι το 88% των αμπελώνων παρουσίαζαν συμπτώματα ασθενειών ξύλου (Baskarathevan et al., 2012).

Πιο κοντά στα αποτελέσματα, η παρούσα μελέτη βρίσκεται με τους Baranek et al. (2018) οι οποίοι εκτίμησαν ότι το 10,1% των φυτών αμπελώνων της Τσεχίας στους οποίους καλλιεργούνταν η ποικιλία «Cabernet Sauvignon» παρουσίασαν συμπτώματα ασθενειών του ξύλου της αμπέλου (Baranek et al., 2018).

Επίσης, συμβαδίζει με τα αποτελέσματα των Dewasme et al. (2022) πραγματοποίησαν πολυετή μελέτη (2011-2019) στην περιοχή Bordeaux σε 12 αμπελώνες (56.406 πρέμνα) σχετικά με την επίδραση της ίσκας στην παραγωγή των αμπελιών. Η συχνότητα εμφάνισης συμπτωμάτων ίσκας παρουσίαζε διακυμάνσεις από έτος σε έτος (2,2% έως 5,3%), με μέσο όρο περίπου ίσο με 5,1%. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι δεν παρουσίαζαν συμπτώματα τα ίδια πρέμνα κάθε χρόνο. Υπολόγισαν ότι κατά την διάρκεια των ετών, το ποσοστό των πρέμνων που παρουσίασαν συμπτώματα ίσκας, τουλάχιστον μία φορά ήταν μεγαλύτερο από 14,3% (Dewasme et al., 2022).

Από τα διαγράμματα της μέσης μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα για κάθε ποικιλία παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μεγαλύτερη απώλεια παραγωγής όσο πιο έντονα και εκτεταμένα είναι τα συμπτώματα στο φυτό. Το συμπέρασμα αυτό επαληθεύεται από τη γραμμή τάσης, όπου ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$  είναι πλησίον του 1 και για τις τρεις ποικιλίες.

Τη συσχέτιση μεταξύ της κλίμακας συμπτωμάτων και της σοβαρότητας της ασθένειας, επιβεβαιώνει και η μελέτη των Larach et al. (2020). Παρατήρησαν ότι μία αύξηση 10% της έντασης των συμπτωμάτων οδήγησε σε απώλεια παραγωγής ίση περίπου 9 % το 2010 και 13% το 2018 (Larach et al., 2020). Σε παρόμοια αποτελέσματα για τη συσχέτιση μεταξύ της σοβαρότητας των νόσων ξύλου της αμπέλου και την απώλεια παραγωγής κατέληξαν και οι Munkvold et al. (1993). Η συγκεκριμένη ερευνητική ομάδα πραγματοποίησε μελέτη για την επιπτώσεις της ευτυπίωσης στην παραγωγή σε δύο αμπελώνες της Καλιφόρνια στις ποικιλίες *Chenin blanc* και *French Colombard*. Παρατηρήσαν γραμμική συσχέτιση μεταξύ της σοβαρότητας της νόσου και της απόδοσης της παραγωγής ( $y=101,0 -90,26d$  ( $r^2=0,70$ ) το 1991 και  $y=100,1-98,81d$  ( $r^2=0,79$ ) το 1992) (Munkvold et a., 1993).

Κατά τον υπολογισμό των απωλειών παραγωγής παρατηρήθηκε ότι η προσβολή από παθογόνους μικροοργανισμούς οδηγεί σε σημαντική απώλεια καρπού. Το φυτό που ασθενεί αδυνατεί να παράγει την ίδια ποσότητα καρπού με το φυτό που είναι υγιές ή δεν παρουσιάζει συμπτώματα. Το ποσοστό των απωλειών παραγωγής κυμάνθηκε για το Merlot στο 8,49% της συνολικής παραγωγής, στο Ασύρτικο στο 8,70% και στο Ξινόμαυρο στο 10,77%.

Οι απώλειες παραγωγής ήταν αρκετά χαμηλότερες από τα αποτελέσματα των Muknkvoid et al. (1993) σε αμπελώνες της Καλιφόρνια, όπου οι απώλειες λόγω ευτυπίωσης υπολογίστηκαν από 30,1% έως 61,9% ανάλογα τη σοβαρότητα της νόσου.

Οι Dewasme et al. (2022) πραγματοποίησαν μελέτη στην περιοχή Bordeaux για τα έτη 2011-2018. Στην συγκεκριμένη έρευνα, υπολογίστηκε η παραγωγή αμπελιών χωρίς ιστορικό ίσκας, η παραγωγή αμπελιών που εμφάνισαν συμπτώματα κατά το έτος συγκομιδής και η παραγωγή των αμπελιών που δεν είχαν συμπτώματα κατά το έτος συγκομιδής, αλλά είχαν ιστορικό προσβολής. Παρατηρήθηκε ότι η απώλεια απόδοσης για τα αμπέλια με ιστορικό ίσκας αλλά χωρίς συμπτώματα προσβολής το έτος συγκομιδής συγκριτικά με τα αμπέλια χωρίς προσβολή ή ιστορικό προσβολής ήταν κατά μέσο όρο 41%. Αν το αμπέλι παρουσίαζε συμπτώματα το έτος συγκομιδής, ο μέσος όρος αυξανόταν σε 52%. Επίσης, οι απώλειες ήταν κατά μέσο όρο 43% όταν τα αμπέλια παρουσίαζαν συμπτώματα για πρώτη φορά και αυξάνονταν σε 55% όταν τα αμπέλια παρουσίασαν συμπτώματα για δύο συνεχή έτη (Dewasme et al., 2022). Ουσιαστικά, λοιπόν, αναφέρουν μία απώλεια παραγωγής περίπου στο 41-55% μεταξύ ασθενών και υγιών πρέμνων. Τα αποτελέσματα αυτά δεν διαφέρουν σημαντικά από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, καθώς, σύμφωνα με τα γραφήματα μάζας σταφυλικών ανά κλίμακα συμπτωμάτων των ποικιλιών Merlot, Ασύρτικο και Ξινόμαυρο, η απώλεια παραγωγής στα συμπτωματικά πρέμνα συγκριτικά με τα υγιή είναι μεγάλη.

Η διερεύνηση των παθογόνων αιτιών έδειξε ότι ιδιαίτερα διαδεδομένα και στις τρεις ποικιλίες αμπελιού, σε ποσοστό 82,14% του συνόλου των απομονωμένων μικροοργανισμών, είναι απομονώσεις που ανήκουν στην οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, ενώ, σε μικρότερο βαθμό, υπήρξε και προσβολή από μύκητες των γενών *Fomitiporia* και *Phaeoacremonium*, στις ποικιλίες Ασύρτικο και Ξινόμαυρο.

Αυτή είναι μία ιδιαίτερα χρήσιμη πληροφορία καθώς επιτρέπει την λήψη ορθότερων αποφάσεων για στοχευμένη φυτοπροστασία στον αμπελώνα.

Αν και οι μικροοργανισμοί που αναγνωρίστηκαν, βιβλιογραφικά έχουν αναφερθεί και σε άλλους αμπελώνες με προσβεβλημένα πρέμνα με ασθένειες ξύλου, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στη σύνθεση και στην αναλογία των κυρίαρχων μικροοργανισμών. Θεωρείται αναμενόμενο, καθώς διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, ευνοούν την ανάπτυξη διαφορετικού μικροβιακού φορτίου. Οι Baranek et al. (2018) από τους αμπελώνες που μελέτησαν απομόνωσαν και ταυτοποίησαν ορισμένα μυκητιακά παθογόνα, υπεύθυνα για τις ασθένειες ξύλου και την θανάτωση ορισμένων πρέμνων. Το πιο διαδεδομένο ήταν το *Phaeomoniella chlamydospora* (77% των αμπελιών που αναλύθηκαν), ακολουθούμενο από τα *Eutypa lata* (62%), *Diaporthe ampelina* (31%), *Botryosphaeria dothidea* (15%) και *Fomitiporia mediterranea* (15%) (Baranek et al., 2018). Οι Pitt et al. (2010) σε έρευνα σε 91 αμπελώνες της Αυστραλίας, από 2239 δείγματα ξύλου από συμπτωματικά πρέμνα, απομόνωσαν 1258 αποικίες της οικογένειας Botryosphaeriaceae. Ταυτοποιήθηκαν 8 είδη: *Diplodia seriata*, *Diplodia mutila*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum*, *Neofusicoccum australe*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella viticola* και *Dothiorella iberica*. Οι Baskarathevan et al. (2012) στην μελέτη που πραγματοποίησαν σε αμπελώνες της Νέας Ζηλανδίας, από 238 δείγματα συμπτωματικών αμπελιών, απομόνωσαν 336 αποικίες μυκήτες (68% του συνολικού αριθμού των καθαρών καλλιεργειών που απομονώθηκαν) οι οποίες βρέθηκε ότι ανήκουν στην οικογένεια Botryosphaeriaceae. Ταυτοποιήθηκαν συνολικά 9 είδη: *Neofusicoccum parvum*, *Neofusicoccum luteum*, *Neofusicoccum australe*, *Neofusicoccum ribis*, *Diplodia mutila*, *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella iberica* και *Dothiorella Sarmenorum* (Baskarathevan et al., 2012).

Η επανάληψη τουλάχιστον της διαδικασίας καταγραφής και καταμέτρησης των συμπτωμάτων κατά την επόμενη καλλιεργητική περίοδο κρίνεται χρήσιμη, καθώς μπορεί να δείξει αν τα μέχρι τώρα μέτρα που ελήφθησαν ήταν ή όχι αποτελεσματικά και αν απαιτείται ή όχι μία πιο ενεργή παρέμβαση. Επιπλέον για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων σε πειράματα αγρού απαιτούνται επαναλήψεις για τουλάχιστον 2-3 χρόνια.

Η φυτοπροστασία του αμπελώνα και η διατήρηση του σε υγιή κατάσταση είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ποσοτική και την ποιοτική παραγωγή του καρπού. Η

ακριβής ταυτοποίηση των παθογόνων αιτιών μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη σωστότερη διαχείριση του αμπελώνα. Πιθανότατα η ανάπτυξη νέων μεθόδων ταυτοποίησης των παθογόνων, σε μικρότερο χρονικό διάστημα και με ακρίβεια, ίσως με βάση το γενετικό τους υλικό, μπορεί να αποτρέψει μελλοντικά προβλήματα.

## Βιβλιογραφία

**Baranek, M., Armengol, J., Holleinova, V., Pecenka, J., Calzarano, F., Penazova, E., Vachun, M., Eichmeier, A.** (2018). Incidence of symptoms and fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Czech vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*, 57 (3): 449-558: <https://www.jstor.org/stable/26675707>

**Baskarathevan, J., Jaspers, M.V., Jones, E.E., Ridgway, H.J.** (2012). Incidence and distribution of botryosphaeriaceous species in New Zealand vineyards. *European Journal of Plant Pathology*, 132 (4): 549-560: [https://www.researchgate.net/publication/237091957\\_Incidence\\_and\\_distribution\\_of\\_botryosphaeriaceous\\_species\\_in\\_New\\_Zealand\\_vineyards](https://www.researchgate.net/publication/237091957_Incidence_and_distribution_of_botryosphaeriaceous_species_in_New_Zealand_vineyards)

**Bekris, F., Vasileiadis, S., Papadopoulou, E., Samaras, A., Testempasis, S., Gkizi, D., Tavlaki, G., Tzima, A., Paplomatas, E., Markakis, E., Karaoglanidis, G., Papadopoulou, K.K., Karpouzas, D.G.** (2021). Grapevine wood microbiome analysis identifies key fungal pathogens and potential interactions with the bacterial community implicated in grapevine trunk disease appearance. *Environmental Microbiome*, 16: 23: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40793-021-00390-1>

**Bertsch, C., Ramirez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Abou-Mansour, E., Spagnolo, A., Clement, C., Fontaine, F.** (2012). Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology*, 62 (2): 243-265: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2012.02674.x>

**Brugali, L.** (2009). Materials and methods for vineyard plant. *Teatro Naturale Internationa year*, 1 (1). Cited in: *Fungal Diversity*, 54: 51-67 (2012): <https://link.springer.com/article/10.1007/s13225-012-0171-z>

**Bruez, E., Larignon, P., Bertsch, C., Robert-Siegwald, G., Lebrun, M.-H., Rey P., Fontaine, F.** (2021). Impacts of Sodium Arsenite on Wood Microbiota of Esca-Diseased Grapevines. *Journal of Fungi*, 7 (7): 498: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/7/498>

**Carter, M.V.** (1982). Additional host of *Eutypa armeniaca* in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 11: 46-48:  
<https://link.springer.com/article/10.1071/APP9820046#citeas>

**Dewasme, C., Mary, S., Darrieutort, G., Roby, J.-P., Gambetta, G.A.** (2022). Long-Term Esca Monitoring Reveals Disease Impacts on Fruit Yield and Wine Quality. *Plant Disease*, 106 (12): 3076-3082: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-11-21-2454-RE>

**Das, R. & Bhattacharjee, C.** (2020). Chapter 43 – Grapes. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetable: 695-708:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012812780300043X>

**Δήμος Τυρνάβου.** Αμπελοκαλλιέργεια στον Τύρναβο. Διατίθεται στο διαδίκτυο [04/12/2023]: <https://old.tirnavos.gr/el/ampelokalliergeia>

**Fleurat-Lessard, P., Luini, E., La Camera, S., Thibault, F., Roblin, G., Berjeaud, J.-M.** (2023). Fungal wood-degrading enzymes in esca-diseased grapevine and effects of carbohydrate environment on fungal development. *Archives of Microbiology*, 205 (5): 194: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37061655/>

**Fox, H.** (2022). A Review of Blackfoot, Petri and Esca; Grapevine Fungal Diseases Their Treatments and the Impacts of Copper Based Fungicides. *Spring*, 1: <https://journals.uvic.ca/index.php/ecorestoration/article/view/20687>

**Hassan, W., Haleem, R.A., Saido, K.A.** (2013). Chemical control of black foot disease caused by *Ilyonectria radicola* on grapevine cuttings. *Environmental Science, Chemistry, Agricultural and Food Sciences*. Available online [03/02/2024]: <https://www.semanticscholar.org/paper/CHEMICAL-CONTROL-OF-BLACK-FOOT-DISEASE-CAUSED-BY-ON-Hassan-Haleem/5e34b940468dedf7ff50d6742405c9dad4eb46db>

**Hofstetter, V., Buyck, B., Croll, D., Viret, O., Couloux, A., Gindro, K.** (2012). What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? *Fungal Diversity*, 54: 51-67: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13225-012-0171-z>

**Glawe, D.A., Dilley, M.A., Moller, W.J.** (1983). Isolation and identification of *Eutypa armeniacae* from *Malus domestica* in Washington State. *Mycotaxon*, 18 (2): 315-318:  
<https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=9349799>

**Jackson, R.S.** (2008). 4 – Vineyard Practice. Wine Science (third Edition):108-238:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012373646850007X>

**Kenfaoui, J., Radouane, N., Mennani, M., Tahiri, A., El Ghadraoui, L., Belabess, Z., Fontaine, F., El Hamss, H., Amiri, S., Lahlali, R., Barka, E.A.** (2022). A Panoramic View of Grapevine Trunk Diseases Threats: Case of *Eutypa Dieback*, *Botryosphaeria Dieback*, and *Esca Disease*. *Journal of Fungi*, 8(6): 595:  
<https://www.mdpi.com/2309-608X/8/6/595>

**Κοινή Υπουργική Απόφαση 2919/95506/2017** – ΦΕΚ 3276/Β/18-9-2017. Ταξινόμηση οиноποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου και ποικιλιών σταφιδοποιίας. Διατίθεται στο διαδίκτυο [5/12/2023]: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/ampelourgia-oinopoiese-oinos/koine-upourgike-apophase-2919-95506-2017.html>

**Kolyva, F., Rhizopoulou, S., Meleiou-Christou, M.-S., Stratakis, E.** (2021). Physiological Characteristics of Expanding and Expanded Leaves of *Vitis Vinifera* L. cv. Assyrtiko in Climate Change Conditions. *Biology and Life Sciences Forum*, 4 (1): 55: <https://www.mdpi.com/2673-9976/4/1/55>

**Larach, A., Torres C., Riquelme, N., Valenzuela, M., Salgado, E., Seeger, M., Besoain, X.** (2020). Yield loss estimation and pathogen identification from *Botryosphaeria dieback* in vineyards of Central Chile over two growing seasons. *Phytopathologia Mediterranea*, 59 (3): 537-548:  
<https://oajournals.fupress.net/index.php/pm/article/view/11235/11947>

**OIV (International Organisation of Vine and Wine).** (2011). World Viticultural Statistics. 2010-2011. Available online [20/1/2024]: <https://www.oiv.int/public/medias/4553/oiv-vine-and-wine-outlook-2010-2011-en.pdf>

**OIV (International Organisation of Vine and Wine).** (2017). Distribution of the world's grapevine varieties. Focus OIV 2017. Available online [25/11/2023]:

<https://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf>

**OIV (International Organisation of Vine and Wine).** (2023). State of the World Vine and Wine Sector in 2022. Available online [25/11/2023]: [https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV\\_State\\_of\\_the\\_world\\_Vine\\_and\\_Wine\\_sector\\_in\\_2022\\_2.pdf](https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_State_of_the_world_Vine_and_Wine_sector_in_2022_2.pdf)

**Maul et al.** (2024). Vitis International Variety Catalogue - [www.vivc.de](http://www.vivc.de) – (accessed February, 2024))

**Martinez-Diz, M.P., Diaz-Losada, E., Andres-Sodupe, M., Bujanda, R., Maldonado-Gonzalez, M.M., Ojeda, S., Yacoub, A., Rey, P., Gramaje, D.** (2020). Field evaluation of biocontrol agents against black-foot and Petri diseases of grapevine. *Pest Management Science*, 77 (2): 697-708: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.6064>

**Μπαγκής, Ν.Ι.** (2012). Μυκητολογικές ασθένειες του αμπελιού. Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 10/2012. Αγρο Τύπος. Διατίθεται το διαδίκτυο [20/01/2024]: <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi2qbWD4PqDAXXu8QIHHY5FDz0QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fclass.hmu.gr%2Fmodules%2Fdocument%2Findex.php%3Fcourse%3DGF118%26download%3D%2F56e2818cLVX7%2F575986b9upsq.pdf&usq=AOvVaw33iFKFSqqYgssRESr9s9yY&opi=89978449>

**Mohali, S.R., Slippers, B., Wingfield, M.J.** (2007). Identification of *Botryosphaeriaceae* from *Eucalyptus*, *Acacia* and *Pinus* in Venezuela. *Fungal Diversity*, 25: 103-125: [https://www.researchgate.net/profile/Bernard-Slippers/publication/228478725\\_Identification\\_of\\_Botryosphaeriaceae\\_from\\_Eucalyptus\\_Acacia\\_and\\_Pinus\\_in\\_Venezuela/links/0912f50b90094289ed000000/Identification-of-Botryosphaeriaceae-from-Eucalyptus-Acacia-and-Pinus-in-Venezuela.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bernard-Slippers/publication/228478725_Identification_of_Botryosphaeriaceae_from_Eucalyptus_Acacia_and_Pinus_in_Venezuela/links/0912f50b90094289ed000000/Identification-of-Botryosphaeriaceae-from-Eucalyptus-Acacia-and-Pinus-in-Venezuela.pdf)

**Mostert, L., Halleen, F., Fourie, P.H., Crous, P.W.** (2006). A review of Phaeoacremonium Species Involved in Petri Disease and Esca of Grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*, 45 (4): S12-S49:



[https://www.researchgate.net/publication/40110979\\_A\\_review\\_of\\_Phaeoacremonium\\_Species\\_Involved\\_in\\_Petri\\_Disease\\_and\\_Esca\\_of\\_Grapevines](https://www.researchgate.net/publication/40110979_A_review_of_Phaeoacremonium_Species_Involved_in_Petri_Disease_and_Esca_of_Grapevines)

**Munkvold, G.P., Duthie, J.A., Marois, J.J.** (1994). Reductions in Yield and Vegetative Growth of Grapevines Due to *Eutypa Dieback*. *Phytopathology*, 84 (2): 186-192: [https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1994Articles/Phyto84n02\\_186.PDF](https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1994Articles/Phyto84n02_186.PDF)

**Παραβάντης, Ι.** (2009). Ανάλυση Διασποράς (Analysis of Variance, ANOVA). Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών. Πανεπιστήμιο Πειραιά. Διατίθεται στο διαδίκτυο [10/10/2023]: [https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/DES103/Δαγούμας/Ανάλυση%20Διακύμανσης/ANOVA\\_slides\\_17Oct09.pdf](https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/DES103/Δαγούμας/Ανάλυση%20Διακύμανσης/ANOVA_slides_17Oct09.pdf)

**Sgouros, G., Mallouchos, A., Dourou, D., Banilas, G., Chalvantzi, I., Kourkoutas, Y., Nisiotou, A.** (2023). *Torulasporea delbrueckii* May Help Manage Total and Volatile Acidity of Santorini-Assyrtiko Wine in View of Global Warming. *Foods*, 12 (1): 191: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/1/191>

**Shanmuganathan, S.** (2010). Viticultural Zoning for the Identification and Characterisation of New Zealand “Terroirs” Using Cartographic Data. *GeoCart’ 2010 and ICA Symposium on Cartography- Proceeding*. New Zealand Cartographic Society Inc: 53-64: [https://www.researchgate.net/figure/Wine-producing-regions-of-the-world-Source\\_fig1\\_268328620](https://www.researchgate.net/figure/Wine-producing-regions-of-the-world-Source_fig1_268328620)

**Rumbos, I.C.** (1986). Isolation and Identification of *Eutypa lata* from *Pistacia vera* in Greece. *Journal of Phytopathology*, 116: (4): 352-357: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0434.1986.tb00931.x>

**Stempien, E., Goddard, M.-L., Wilhelm, K., Tarnus, C., Bertsch, C., Chong, J.** (2017). Grapevine *Botryosphaeria dieback* fungi have specific aggressiveness factor repertory involved in wood decay and stilbene metabolism. *PLoS One*, 12 (12): e0188766: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5737891/#pone.0188766.ref003>

**Pitt, W.M., Huang, R. Steel, C.C., Savocchia, S.** (2010). Identification, distribution and current taxonomy of Botryosphaeriaceae species associated with grapevine decline in New South Wales and South Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16 (1): 258-271.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1755-0238.2009.00087.x>

**Robinson, J., Harding, J., Voullamoz, J.** (2012). *Wine Grapes*. Penguin Books. Ltd.

**Tekos, F., Gkasdrogka, M., Vardakas, P., Skaperda, Z., Kouretas, D.** (2023). Determination of the polyphenolic content and the antioxidant activities of four indigenous Greek red and wine varieties. *International Journal of Functional Nutrition*, 4(1): 1-11:

[https://www.researchgate.net/publication/374891575\\_Determination\\_of\\_the\\_polyphenolic\\_content\\_and\\_the\\_antioxidant\\_activities\\_of\\_four\\_indigenous\\_Greek\\_red\\_and\\_white\\_wine\\_varieties](https://www.researchgate.net/publication/374891575_Determination_of_the_polyphenolic_content_and_the_antioxidant_activities_of_four_indigenous_Greek_red_and_white_wine_varieties)

**Testempasis, S.I., Markakis, E.A., Tavlaki, G.I., Soutatos, S.K., Tsoukas, C., Gkizi, D., Tzima, A.K., Paplomatas, E., Karaoglanidis, G.S.** (2024). Grapevine Trunk Diseases in Greece: Disease Incidence and Fungi Involved in Discrete Geographical Zones and Varieties. *Journal of Fungi*, 10 (1): 2:

<https://www.mdpi.com/2309-608X/10/1/2>

**ΥΠΑΑΤ** (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων). (2017). Τεχνικός Φάκελος ΠΓΕ Τύρναβος. Τροποποιημένη προδιαγραφή του προϊόντος. Διατίθεται στο Διαδίκτυο [10/12/2023]:

<https://www.minagric.gr/for-farmer-2/crop-production/ampeli/oin/561-texn-fakeloi-poppge-trop-cat/2797-texn-fakeloi-poppge-trop-art>

**ΥΠΑΑΤ** (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων). (2018). Ίσκα. Γραφείο Γεωργικών Προειδοποιήσεων. Έκδοση 2<sup>η</sup>. Διατίθεται στο διαδίκτυο [12/10/2023]:

<https://www.agresol.gr/wp-content/uploads/2020/01/ΙΣΚΑ-ΑΜΠΕΛΟΥ-1.pdf>

**Urbez-Torres, J.R., Peduto, F., Vossen, P.M., Krueger, W.H., Gubler, W.D.** (2013). Olive Twig and Branch Dieback: Etiology, Incidence, and Distribution in California. *Plant Disease*, 97(2): 168-292: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PDIS-04-12-0390-RE>

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PDIS-04-12-0390-RE>

**Urbez-Torres, J.R., Haag, P., Bowen, P., O’Gorman, D.T.** (2014). Grapevine Trunk Diseases in British Columbia: Incidence and Characterization of the Fungal Pathogens Associated with Esca and Petri Diseases of Grapevine. *Plant Disease*, 98 (4): 436-575: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PDIS-05-13-0523-RE>

**Venkitasamy, C., Zhao, L., Zhang, R., Pan, Z.** (2019). Chapter 6 – Grapes. *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*:133-163: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012814138000006X>

**Williams, L.J., & Abdi, H.** (2010). Fisher’s Least Significant Difference (LSD) Test. In: Neil Salking (ed.) *Encyclopedia of Research Design*. Thousand Oaks, CA: Sage. Available online [10/10/2023]: <https://personal.utdallas.edu/~herve/abdi-LSD2010-pretty.pdf>