



**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 Αγιωργίτικο, Syrah και Chardonnay στην
περιοχή του Τυρνάβου**

Όνοματεπώνυμο
Σωκράτης Παντελής
ΑΜ: 161079

**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
Agiorgitiko, Syrah and Chardonnay of the area of Tyrnavos**

Student name and surname

Socrates Pantelis

Registration Number: 161079

Supervisor

Name and surname: Danai Gkizi

ATHENS, 2024



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

ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφοντες 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
Αγιωργίτικο, Syrah και Chardonnay στην περιοχή του Τυρνάβου»
Και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέπουσα καθηγήτρια Γκίζη Δανάη	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητής Κόρκας Ηλίας	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητής Μπανίλας Γιώργος	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων **Σωκράτης Παντελής** του **Αθανασίου**, με αριθμό μητρώου 161079 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής **Επιστήμης Τροφίμων** του Τμήματος **Επιστήμης 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



Handwritten signature in blue ink: Παντελής Σωκράτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι κυριότερες ασθένειες που αναπτύσσονται σε ώριμα φυτά της αμπέλου είναι κυρίως η ευτυπίωση (*Eutypa dieback*), η ίσκα (*Eska*), η βοτρυοσφαίρια (*Botryosphaeria dieback*), η φώμοψη (*Phomopsis dieback*). Πρόκειται για μυκητολογικές ασθένειες που αν δεν αντιμετωπιστούν σε εύλογο χρονικό διάστημα μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο την παραγωγή σταφυλιών μίας περιόδου, αλλά την συνολική ευρωστία και την παραγωγικότητα των προσβεβλημένων φυτών και να επιφέρουν ακόμη και το θάνατο των φυτών. Έχουν υψηλή μεταδοτικότητα με αποτέλεσμα να αποτελούν δυνητικό κίνδυνο για ολόκληρο τον αμπελώνα. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα κτήματα Γιολλάση στη περιοχή του Τυρνάβου. Μελετήθηκαν αμπέλια των ποικιλιών Αγιωργίτικο, Syrah και Chardonnay, η καλλιέργεια των οποίων είναι αρκετά διαδεδομένη στον ελληνικό χώρο. Αρχικά, εκτιμήθηκε η ένταση των συμπτωμάτων ασθενειών ξύλου στα φυτά κάθε ποικιλίας. Κατά την περίοδο του τρύγου έγινε μία προσπάθεια να εκτιμηθούν οι απώλειες της παραγωγής, υπολογίζοντας τη θεωρητικά αναμενόμενη παραγωγή των υγιών πρέμνων και την πραγματική παραγωγή των πρέμνων ανάλογα με την ένταση της ασθένειας. Επίσης, από προσβεβλημένα πρέμνα συλλέχθηκαν δείγματα ξύλου με σκοπό να διερευνηθούν, μέσω μικροβιακών απομονώσεων, τα παθογόνα αίτια που προκάλεσαν τη συγκεκριμένη συμπτωματολογία στα φυτά και την απώλεια της παραγωγής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόλις το 10% της ποικιλίας Syrah και το 13% των ποικιλιών Αγιωργίτικο και Chardonnay ήταν απολύτως υγιή. Η σοβαρότητα της προσβολής των αμπελώνων της παρούσας μελέτης από ασθένειες ξύλου αξιολογήθηκε ως πολύ σοβαρή και, αναμενόμενα οδήγησε σε σημαντικές απώλειες της παραγωγής. Το ποσοστό απώλειας παραγωγής εκτιμήθηκε στην ποικιλία Αγιωργίτικο στο 46,14%, στην ποικιλία Chardonnay στο 45,42% και στην ποικιλία Syrah στο 44,60%. Κατά τη διερεύνηση των παθογόνων αιτιών, εντοπίστηκαν μύκητες της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* και στις τρεις ποικιλίες. Επιπρόσθετα, μύκητες του γένους *Fomitiporia* εντοπίστηκαν κυρίως στο Αγιωργίτικο.

Λέξεις κλειδιά: ασθένειες ξύλου αμπέλου, μυκητολογικές ασθένειες, παραγωγικότητα, απώλειες παραγωγής, Syrah, Αγιωργίτικο, Chardonnay, Τύρναβος

ABSTRACT

The main diseases that develop in mature vine plants are mainly Eutypa dieback, Eutypa dieback, Botryosphaeria dieback, and Phomopsis dieback. These are fungal diseases that if not treated in a reasonable time can affect not only the production of grapes of a season, but the overall vigor and productivity of the affected plants and even cause the death of the plants. They are highly contagious and therefore pose a potential risk to the entire vineyard. The present study was carried out in the Yoldasi estates in the area of Tyrnavos. Vines of the Agiorgitiko, Syrah and Chardonnay varieties were studied, the cultivation of which is quite widespread in the Greek area. First, the intensity of trunk disease symptoms for each variety was assessed. During the harvest period an attempt was made to estimate yield losses by calculating the theoretically expected production of healthy stumps and the actual production of infected stumps. Also, wood samples were collected from affected stumps in order to isolate endophytic microorganisms, in order to investigate the pathogenic causes of the specific symptomatology in the plants and the loss of production. The results showed that only 10% of the Syrah variety and 13% of the Agiorgitiko and Chardonnay varieties were completely healthy. The severity of stump infestation in the vineyards of this study by trunk diseases was assessed as severe and as expected led to significant production losses. The yield losses of the Agiorgitiko were estimated at 46.14%, of the Chardonnay at 45.42% and of the Syrah at 44.60%. During the investigation of the pathogenic causes, fungi of the *Botryosphaeriaceae* family were identified in all three varieties. Additionally, fungi of the genus *Fomitiporia* were identified mainly in Agiorgitiko.

Keywords: grapevine trunk diseases, fungal diseases, productivity, yield losses, Syrah, Agiorgitiko, Chardonnay, Tyrnavos

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, Δανάη Γκίζη, για την καθοδήγησή της, τον χρόνο που διέθεσε και τον κόπο που κατέβαλε για την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια Γιολδάση, στα κτήματα της οποίας πραγματοποιήθηκε η πειραματική μελέτη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως την οικογένειά μου που με στήριξε οικονομικά και ψυχολογικά όλο το διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ABSTRACT	vi
Ευχαριστίες	vii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	viii
Κατάλογος Πινάκων	x
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xi
Κατάλογος εικόνων	xii
1. Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Σκοπός της μελέτης	1
1.3 Δομή εργασίας	2
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	3
2.1 Αμπελοκαλλιέργεια	3
2.2 Το φυτό της αμπέλου	5
2.3 Εξεταζόμενες ποικιλίες αμπέλου	6
2.3.1 Αγιωργίτικο	6
2.3.2 Syrah	7
2.3.3 Chardonnay	8
2.4 Αλληλεπιδράσεις της αμπέλου με άλλους οργανισμούς	9
2.5 Γενικά στοιχεία για τις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου	10
2.5 Μυκητολογικές ασθένειες αμπέλου	11
2.5.1 Ίσκα (Esca)	11
2.5.2 Ευτυπίωση (Eutypa dieback)	13
2.5.3 Βοτρυοσφαίρια (Botryosphaeria dieback)	14
2.5.4 Φώμοψη (Phomopsis dieback)	15

2.5.5 Ασθένεια Petri (Petri disease)	15
2.5.6 Μελανή νέκρωση της βάσης του υποκειμένου (Black foot)	16
2.6 Τρόποι αντιμετώπισης ασθενειών ξύλου αμπέλου (φυτοπροστασία)	16
3 Υλικά και Μέθοδοι	20
3.1 Πειραματικοί αμπελώνες	20
3.2 Εκτίμηση της εμφάνισης και της έντασης των ασθενειών του ξύλου	21
3.3 Εκτίμηση των απωλειών παραγωγής	22
3.4 Εκτίμηση των παθογόνων αιτίων	23
3.5 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων	24
4 Αποτελέσματα & Συζήτηση	24
4.1 Συχνότητα και ένταση εμφάνισης της ασθένειας	24
4.2 Συσχέτιση μάζας σταφυλιών (παραγωγή) και συμπτωμάτων	30
4.3 Εκτιμώμενες απώλειες παραγωγής	38
4.4 Παθογόνα αίτια	39
5 Συμπεράσματα	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ	44

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα, για τη συχνότητα εμφάνισης ασθενών φυτών στις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικου και Chardonnay	25
Πίνακας 2: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Syrah.....	31
Πίνακας 3: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Syrah.....	32
Πίνακας 4: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Αγιωργίτικο	34
Πίνακας 5: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Αγιωργίτικο	35
Πίνακας 6: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Chardonnay	36
Πίνακας 7: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Chardonnay	37
Πίνακας 8: Δυνητική παραγωγή, Εκτιμώμενη παραγωγή και Απώλειες παραγωγής	39

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Κατανομή (%) εκτάσεων οιναμπέλων και σταφιδαμπέλων στην Ελλάδα	5
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα της συχνότητας εμφάνισης των φυτών που παρουσιάζουν συμπτώματα «λωρίδων τίγρη» για τις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικο και Chardonnay	25
Διάγραμμα 3: Ποσοστά φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλίας Syrah.....	27
Διάγραμμα 4: Ποσοστά φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλίας Αγιωργίτικο	28
Διάγραμμα 5: Ποσοστό φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλία Chardonnay	29
Διάγραμμα 6: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει τη σοβαρότητα των ασθενειών ως δείκτη ασθενείας (DI) για τις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικο και Chardonnay	30
Διάγραμμα 7: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Syrah και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών	31
Διάγραμμα 8: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Syrah	33
Διάγραμμα 9: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Αγιωργίτικο και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών	33
Διάγραμμα 10: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Αγιωργίτικο.....	35
Διάγραμμα 11: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Chardonnay και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών	36
Διάγραμμα 12: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Chardonnay	38
Διάγραμμα 13: Διάγραμμα ποσοστών ταυτοποιημένων μικροοργανισμών και μη ταυτοποιημένων απομονώσεων ανά ποικιλία	40

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Η εξάπλωση της καλλιέργειας αμπέλου στην αρχαιότητα.....	3
Εικόνα 2: Συμπτώματα ίσκας σε φύλλα, κορμό, καρπούς αμπέλου	12
Εικόνα 3: Κτήμα Γιολδάση όπου καλλιεργούνται οι ποικιλίες Αγιωργίτικο και Chardonnay	20
Εικόνα 4: Κτήμα Γιολδάση, όπου καλλιεργείται η ποικιλία Syrah	21

1. Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας

1.1 Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες οι ασθένειες του ξύλου αποτελούν μία από τις σημαντικότερες απειλές για την αμπελοκαλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο. Μπορούν να προκαλέσουν αρχικά μείωση της παραγωγής ενός συγκεκριμένου έτους, αλλά, αν η αντιμετώπισή τους δεν είναι αποτελεσματική, συχνά ευθύνονται και για τη σταδιακή καταστροφή των φυτών του αμπελώνα. Οι κυριότερες ασθένειες που ευθύνονται κατά κύριο λόγο για τις οικονομικές απώλειες των αμπελουργικών περιοχών σε ώριμα φυτά είναι η ευτυπίωση (*Eutypa dieback*), η ίσκα (*Eska*), η βοτρυοσφαίρια (*Botryosphaeria dieback*), η φώμοψη (*Phomopsis dieback*) ενώ σε νεαρά φυτά, συνήθως μικρότερα των 6 ετών, αναπτύσσεται η ασθένεια Petri (*Petri disease*) και η μελανή νέκρωση της βάσης του υποκειμένου (*Black-foot disease*). Πρόκειται για ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες, οι οποίοι αφού εισέλθουν στο εσωτερικό του κάθε φυτού μέσω πληγών ή τομών, εγκαθίστανται και αναπτύσσονται. Σταδιακά, αποφράσσουν τα αγγεία του φυτού και εμποδίζουν τη μεταφορά νερού και θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Η έκταση και η ένταση των επιπτώσεων κάθε ασθένειας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι τα χαρακτηριστικά του φυτού ξενιστή, οι αλλαγές που συντελούνται στη διαχείριση του προσβεβλημένου αμπελώνα για την αντιμετώπισή τους, η έλλειψη απλών τεχνικών ελέγχου (Mondello et al., 2018)

1.2 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας πειραματικής διαδικασίας είναι να προσδιορισθεί η συχνότητα εμφάνισης ασθενειών του ξύλου της αμπέλου σε αμπελώνες της περιοχής του Τυρνάβου, να μελετηθεί η σοβαρότητα των συμπτωμάτων και να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις στην παραγωγή των σταφυλιών.

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν πρέμνα τριών διαφορετικών ποικιλιών (Αγιωργίτικο, Chardonnay και Syrah) από τρία διαφορετικά γεωτεμάχια της περιοχής Αμπελώνας Λάρισας, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022. Με σκοπό τον προσδιορισμό της παρουσίας και της έντασης των ασθενειών του ξύλου στην περιοχή, καταγράφηκαν οι λωρίδες τίγρη που εμφανίζονται

στα ελάσματα των φύλλων των πρέμνων ανά ποικιλία, με τη βοήθεια μίας κλίμακας αναφοράς κατάταξης με κριτήριο το πόσο σοβαρά ήταν τα παρατηρούμενα συμπτώματα.

Μετά τη συγκομιδή των σταφυλιών καταγράφηκε η παραγωγή κάθε ποικιλίας ώστε να εκτιμηθούν οι απώλειες παραγωγής ανά κλίμακα συμπτωμάτων. Στο τέλος, διερευνήθηκαν τα παθολογικά αίτια που προκάλεσαν τις ασθένειες του ξύλου στα πρέμνα. Για τον συγκεκριμένο σκοπό, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα ξύλου, από τα οποία απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

1.3 Δομή εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο είναι εισαγωγικό και αναφέρεται στον σκοπό και το αντικείμενο της πειραματικής μελέτης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, είναι η βιβλιογραφική προσέγγιση του θέματος. Αναζητούνται, μέσα από τα υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα, πληροφορίες που αφορούν τις ασθένειες του ξύλου και των επιπτώσεων αυτών στην ανάπτυξη του φυτού και στη μείωση της παραγωγής. Αφού δοθούν ορισμένα στοιχεία για την άμπελο και συγκεκριμένα για τις εξεταζόμενες ποικιλίες, Syrah, Chardonnay και Αγιωργίτικο, γίνεται μία αναφορά στις κυριότερες ασθένειες ξύλου που πλήττουν ώριμα και νεαρά αμπέλια, όπως ευτυπίωση, ίσκα, ασθένεια Petri.

Στο τρίτο κεφάλαιο καταγράφεται η πειραματική διαδικασία. Αρχικά, παρουσιάζονται αναλυτικά τα πρωτόκολλα δειγματοληψίας και αναλύσεων που ακολουθήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία. Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

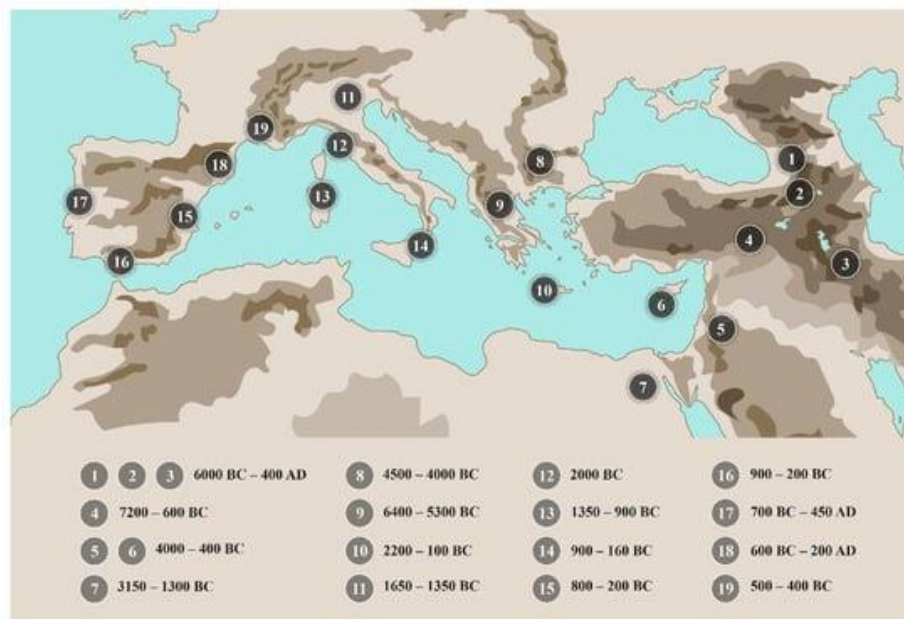
Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο συγκεντρώνονται τα τελικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη μελέτη, συγκρίνονται με τη διεθνή βιβλιογραφία και προτείνεται βελτιστοποίηση της μεθόδου προσέγγισης παρόμοιων θεμάτων.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Αμπελοκαλλιέργεια

Το αμπέλι (*Vitis vinifera* L.) είναι μία από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες σε παγκόσμιο επίπεδο (Abiri et al., 2020).

Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα, η εξημέρωση της άγριας αμπέλου και η συστηματική καλλιέργεια του φυτού ξεκίνησε από πηγές προτείνουν την περιοχή της Εγγύς Ανατολής, στην οποία συμπεριλαμβάνονται η περιοχή του Νότιου Καύκασου και της Συρίας, καθώς και το βόρειο τμήμα της Μεσοποταμίας (Harutyunyan & Malfeito-Ferreira, 2022). Από εκεί, η καλλιέργεια του αμπελιού εξαπλώθηκε σταδιακά προς την υπόλοιπη Μεσοποταμία, τη Λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου, τη Βόρεια Αφρική, τα Νότια Βαλκάνια και συγκεκριμένα προς τις ακτές του Αιγαίου Πελάγους και από εκεί προς τη Σικελία, τη Νότια Ιταλία, τη Γαλλία και την Ισπανία (Harutyunyan & Malfeito-Ferreira, 2022). Στην πορεία, η αμπελοκαλλιέργεια έγινε γνωστή και στην Κεντρική Ευρώπη, κυρίως μέσω των κύριων εμπορικών οδών των ποταμών Ρήνου, Ροδανού και Δούναβη. Στην εικόνα 1, διακρίνεται η πορεία της αμπελοκαλλιέργειας από 6000 – 400 π.Χ. με βάση τα αρχαιολογικά ευρήματα (Harutyunyan & Malfeito-Ferreira, 2022).



Εικόνα 1: Η εξάπλωση της καλλιέργειας αμπέλου στην αρχαιότητα

Πηγή: Harutyunyan & Malfeito-Ferreira, 2022

Η αμπελουργία είναι ένα κλάδος που τις τελευταίες δεκαετίες έχει γνωρίσει σημαντική ανάπτυξη. Η ανάπτυξη αυτή έχει τη βάση της στις σύγχρονες κοινωνικο-πολιτικές και τεχνολογικές εξελίξεις, όπως η παγκοσμιοποίηση, η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου, η ζήτηση από το καταναλωτικό κοινό για νέα προϊόντα, πλούσια σε αντιοξειδωτικές ουσίες, η εισαγωγή νέων τεχνικών επεξεργασίας και συντήρησης των τροφίμων, η βελτιστοποίηση της παραγωγής και διαχείρισης υποπροϊόντων και παραπροϊόντων (Daane et al., 2018).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (Organisation internationale de la Vigne et du Vin, OIV), ο παγκόσμιος αμπελώνας κατά το 2022 καταλάμβανε μία έκταση ίση με $7,3 \cdot 10^7$ στρέμματα, η οποία είναι κατά 0,4% μικρότερη από την έκταση που καταλάμβανε το 2021. Στην έκταση αυτή περιλαμβάνονται όλα τα αμπέλια, νεαρά ή ώριμα και ανεξάρτητα για τη χρήση που προορίζονται, δηλαδή ανεξάρτητα αν προορίζονται για την παραγωγή οίνου ή την παραγωγή χυμού ή για άμεση κατανάλωση ή/και αποξήρανση (OIV, 2023).

Έχει παρατηρηθεί ότι τα τελευταία χρόνια, από το 2017 και μετά, η συνολική επιφάνεια του παγκόσμιου αμπελώνα έχει σταθεροποιητικές τάσεις, αν και υπάρχουν ετερογενείς εξελίξεις, ανακατατάξεις των εκτάσεων των μεγάλων αμπελουργικών χωρών. Έτσι, ορισμένες χώρες παρουσιάζουν μείωση της επιφάνειας των αμπελώνων, όπως η ΗΠΑ και η Ισπανία, ενώ άλλες χώρες όπως η Γαλλία ή η Ρωσία παρουσιάζουν αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης με αμπέλια (OIV, 2023). Ο ελληνικός αμπελώνας από το 2015 μέχρι το 2020 έχει μειωθεί σε ποσοστό 0,1% (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η έκταση που καλλιεργείται με αμπέλια ανέρχεται στα $3,3 \cdot 10^7$ στρέμματα. Η Ελλάδα κατέχει την 20^η θέση στην αμπελοκαλλιέργεια. Καλύπτει μία έκταση περίπου ίση με $9,6 \cdot 10^5$ στρέμματα (OIV, 2023). Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ, 2022), το 2020, 1.029.349 στρέμματα καλύπτονταν από αμπελώνες με οινάμπελα και σταφιδάμπελα, εκ των οποίων τα 999.548 στρέμματα ήταν παραγωγικής ηλικίας (644.088 στρέμματα οινάμπελα και 385.261 στρέμματα σταφιδάμπελα). Στο διάγραμμα 1, παρουσιάζεται η % κατανομή των συνολικών εκτάσεων σε σταφιδάμπελα και οινάμπελα για την παραγωγή οίνων ΠΟΠ, για την παραγωγή οίνων ΠΓΕ, λοιπών οίνων και σταφυλιών διπλού σκοπού.



Διάγραμμα 1: Κατανομή (%) εκτάσεων οιναμπέλων και σταφιδαμπέλων στην Ελλάδα

Πηγή: Βασισμένο σε στοιχεία ΕΛΣΤΑΤ (2022)

Οι αμπελώνες με οινάμπελα και σταφιδάμπελα στην πλειοψηφία τους (71,9% του συνόλου των αμπελώνων) είναι μικρά γεωμετάχια, που η έκτασή τους δεν υπερβαίνει τα 4,9 στρέμματα. Οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες είναι το Σαββατιανό (103.699 στρέμματα), ο Ροδίτης (90.598 στρέμματα) και το Αγιωργίτικο (31.616 στρέμματα). Η ποικιλία Syrah καταλαμβάνει 11.563 στρέμματα (16^η σε έκταση) ενώ το Chardonnay καλλιεργείται σε 7.601 στρέμματα (21^η σε έκταση) (ΕΛΣΤΑΤ, 2022).

2.2 Το φυτό της αμπέλου

Σύμφωνα με τον διεθνή κατάλογο ποικιλιών *Vitis* έχουν καταγραφεί 21.045 ονόματα ποικιλιών, εκ των οποίων τα 12.250 ανήκουν στο είδος *Vitis Vinifera*. Σημειώνεται ότι ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει όμως και αρκετά συνώνυμα και ομώνυμα, με αποτέλεσμα ο τελικός αριθμός οινοποιήσιμων ποικιλιών να είναι αρκετά μικρότερος. Έχει υπολογιστεί ότι ο πραγματικός αριθμός τους κυμαίνεται περίπου στις 6.000 διαφορετικές ποικιλίες αμπελιού (Maul et al, 2023).

Το αμπέλι (*Vitis vinifera* L.) ανήκει στο γένος *Vitis* (άμπελος), στην οικογένεια *Vitaceae* (Αμπελίδων), στην τάξη *Ramnales* (Ραμνώδη) και στη συνομοταξία *Magnoliophyta* (αγγειόσπερμα) (Keller, 2020). Διακρίνεται σε δύο υποείδη, στην άγρια άμπελο *V. vinifera subsp. sylvestris* και στην καλλιεργήσιμη άμπελο *V. vinifera subsp. vinifera*. Από τα δύο αυτά υποείδη, ορισμένες ποικιλίες του υποείδους *vinifera subsp.*

vinifera παρουσιάζουν άνθη ερμαφρόδιτα και θηλυκά, ενώ τα άνθη του *sylvestris* είναι αρσενικά (με μη αναπτυγμένο ή στείρο ύπερο) ή θηλυκά άνθη (με στείρα γύρη ή/και μη πλήρους αναπτυγμένους στημόνες). Σπάνια, κυρίως σε άγρια φυτά, ορισμένα θηλυκά άνθη παράγουν γόνιμη γύρη (Coito et al., 2019).

Σε κάθε μέρος του φυτού της αμπέλου διακρίνονται εξειδικευμένες ομάδες κυττάρων, οι οποίες οργανώνονται ώστε να σχηματίσουν ένα αγγειακό σύστημα που επιτρέπει τη μεταφορά του νερού και των διαλυμένων σε αυτών στερεών θρεπτικών συστατικών σε όλο το φυτό. Ουσιαστικά το αγγειακό σύστημα της αμπέλου διακρίνεται σε δύο βασικά μέρη:

- το ξύλωμα (xylem), το οποίο είναι το αγωγίμο σύστημα που μεταφέρει το νερό και τα διαλυμένα θρεπτικά συστατικά που απορροφώνται από τις ρίζες στο υπόλοιπο κλήμα
- και το φλοίωμα (phloem) είναι το σύστημα που μεταφέρει τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης από τα φύλλα σε άλλα μέρη της αμπέλου.

(Hellman, 2003)

Οι ιστοί του ξυλώματος και του φλοιώματος αποτελούνται από πολλούς διαφορετικούς τύπους κυττάρων, μερικά από τα οποία δημιουργούν έναν συνεχή αγωγό σε όλο το φυτό και άλλα παρέχουν λειτουργίες υποστήριξης στα αγωγά κύτταρα, όπως η αποθήκευση προϊόντων διατροφής σε κύτταρα ξυλώματος (Hellman, 2003).

2.3 Εξεταζόμενες ποικιλίες αμπέλου

2.3.1 Αγιωργίτικο

Το Αγιωργίτικο είναι μία ερυθρή ελληνική ποικιλία η καλλιέργεια της οποίας συναντάται στα αμπελουργικά διαμερίσματα Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου και επιτρέπεται στα αμπελουργικά διαμερίσματα της Θράκης, της Μακεδονίας, της Ηπείρου, της Θεσσαλίας και της Κρήτης (Κ.Υ.Α 2919/95506/2017 – Παράρτημα Ι).

Η ποικιλία Αγιωργίτικο είναι μία από τις ευγενείς ποικιλίες της Νότιας Ελλάδας και μέχρι πριν μερικές δεκαετίες η καλλιέργεια της ήταν περιορισμένη σχεδόν αποκλειστικά στην περιοχή της Νεμέας. Οφείλει το όνομα της στον οικισμό Άγιος Γεώργιος, ο οποίος δημιουργήθηκε τον 13^ο αιώνα από την αρχαία πόλη-κράτος Φλιούς, όπου λόγω επιδρομών ο πληθυσμός διασπάστηκε σε δύο ομάδες. Η μία

ομάδα μετακινήθηκε προς το όρος Πολύφεγγο όπου κατοίκησε στις πλαγιές του και η άλλη γύρω από το ίδιο όρος, δημιουργώντας έτσι δύο οικισμούς (άνω και κάτω Άγιος Γεώργιος) (ΥΠΑΑΤ, Οίνοι ΠΟΠ-Τεχνικοί Φάκελοι).

Έχει υψηλό δυναμικό και μπορεί να δώσει ποιοτικούς οίνους, οι οποίοι προορίζονται για άμεση κατανάλωση ή παλαίωση, οι οποίοι μπορεί να είναι ξηροί, ημίγλυκοι ή γλυκοί, ερυθροί ή λευκοί από ερυθρό σταφύλι (ΥΠΑΑΤ, Οίνοι ΠΟΠ-Τεχνικοί Φάκελοι).

Από το Αγιωργίτικο παράγεται ο οίνος Π.Ο.Π. (Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης) Νεμέας. Οι νεαροί οίνοι της ποικιλίας Αγιωργίτικο παρουσιάζουν έντονο αρωματικό χαρακτήρα, όπως φρέσκα κόκκινα φρούτα και, κυρίως, φραγκοστάφυλου. Οι οίνοι που έχουν παλαιωθεί σε βαρέλι χαρακτηρίζονται από βαθύ χρώμα και πιο σύνθετα αρώματα που συνδυάζουν το άρωμα των κόκκινων φρούτων με το άρωμα μαρμελάδας δαμάσκηνου, σύκου και μπαχαρικών όπως πιπεριού, γαρύφαλλου και μπαχαριού (ΥΠΑΑΤ, Οίνοι ΠΟΠ-Τεχνικοί Φάκελοι).

2.3.2 Syrah

Το Syrah ή Shiraz είναι μία ερυθρή ποικιλία αμπέλου *Vitis vinifera L.* Η προέλευσή της δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως. Θεωρείται ότι η καλλιέργειά της ξεκίνησε είτε στο Ιράν, στην ομώνυμη πόλη Shiraz είτε στην Κύπρο είτε στις Συρακούσες της Σικελίας. Από τις Συρακούσες μεταφέρθηκε στην Γαλλία κατά τον 13^ο αιώνα από τον ιππότη Gaspard de Stérimberg και καλλιεργήθηκε στην περιοχή Ερμιτάζ, στην κοιλάδα του Ροδανού. Μία άλλη άποψη υποστηρίζει ότι πρόκειται για μία ποικιλία που χάθηκε για περισσότερο από 1000 χρόνια και ξεκίνησε να καλλιεργείται στη συγκεκριμένη περιοχή τον 13^ο αιώνα (Visan et al., 2019). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα γενετικών ερευνών, το Syrah είναι το αποτέλεσμα της διασταύρωσης των γαλλικών ποικιλιών Mondeuse Blanche (λευκή ποικιλία) και Dureza (ερυθρή ποικιλία) (OIV, 2017).

Η ποικιλία Syrah χαρακτηρίζεται από όψιμη έκπτυξη των οφθαλμών, ενώ η περίοδο περκασμού και ωρίμανσης είναι σύντομη. Πρόκειται για μία όψιμη ποικιλία. Η γονιμότητα της ποικιλίας είναι φτωχή (περίπου 65%), με χαμηλή απόδοση, περίπου 300 ως 800 kg/στρέμμα (OIV, 2017). Η παραγωγικότητα μπορεί να ευνοηθεί με την κατάλληλη λίπανση, όπως P, K ή διαφυλλικά λιπάσματα, αλλά και με την κατάλληλη διαμόρφωση του κλήματος σε μονό ή διπλό Guyot (Visan et al., 2019).

Τα φύλλα είναι μεσαίου μεγέθους, στρογγυλά και οδοντωτά. Τα σταφύλια έχουν μικρό ή μεσαίο μέγεθος και σκούρο μπλε-μαύρο χρώμα. Οι βότρες είναι μεσαίοι ως μεγάλοι, κυλινδρικού ή κυλινδρικο-κωνικού σχήματος (εικόνα 2) (Visan et al., 2019).



Εικόνα 2: Τσαμπί και φύλλο Syrah
Πηγή: <https://glossary.wein.plus/syrah> [18/08/2023]

Η ποικιλία Syrah παρουσιάζει σημαντική ευαισθησία στη χλώρωση, ενώ είναι λιγότερο ευαίσθητη στην προσβολή από περονόσπορο, βοτρυτή και ορισμένα παράσιτα όπως το άκαρι *Eriophyes vitis*. Για την καλλιέργεια της συγκεκριμένης ποικιλίας προτιμούνται πετρώδη ή αμμώδη, καλά στραγγιζόμενα εδάφη που είναι πλούσια σε σίδηρο με πιο όξινο pH (Visan et al., 2019).

Τα κρασιά που παράγονται από την ποικιλία Syrah έχουν έντονο και βαθύ χρώμα με υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη και τανίνες. Οργανοληπτικά έχουν άρωμα άνθεων (βιολέτας), μπαχαρικών, κόκκινου ή πράσινου πιπεριού και συχνά φρουτώδη γεύση, όπως μούρων (raspberry, blueberries, blackberries) και αποξηραμένων δαμάσκηνων (Visan et al., 2019). Έχουν κερδίσει την αποδοχή και την προτίμηση των καταναλωτών (ΟΙV, 2017).

Κατά την χρονική περίοδο 2011-2015, η έκταση που καλλιεργείται με Syrah στον ελληνικό χώρο αυξήθηκε κατά 73% (ΟΙV, 2017).

2.3.3 Chardonnay

Το Chardonnay είναι μια λευκή οινοποιήσιμη ποικιλία από τη Βουργουνδία. Το 2015 η έκταση του αμπελώνα της ήταν 210.000 εκτάρια σε 41 χώρες (ΟΙV, 2017). Αυτή η ποικιλία καλλιεργείται στη Γαλλία, την Ιταλία και την Ισπανία, αλλά οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Αυστραλία και η Χιλή είναι επίσης μεταξύ των κύριων παραγωγών της.

Κατά την χρονική περίοδο 2011-2015, η έκταση που καλλιεργείται με Chardonnay στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 22%. Είναι η πιο διεθνής από τις λευκές οινοποιήσιμες ποικιλίες (OIV, 2017).

Σύμφωνα με γενετική έρευνα, η ποικιλία Chardonnay είναι το αποτέλεσμα της διασταύρωσης του Gouais Blanc με τον Pinot. Είναι φυτό υψηλής ευρωστίας και παράγει χαμηλές έως μέτριες αποδόσεις με στενό κλάδεμα (OIV, 2017). Η έκπτυξη των οφθαλμών πραγματοποιείται σχετικά πρώιμα, καθιστώντας το φυτό ευαίσθητο στους παγετούς της άνοιξης και η ωρίμανση νωρίς. Επιπλέον, το Chardonnay είναι ευαίσθητο στο ωίδιο, τα φυτοπλάσματα και τον βοτρυτή(OIV, 2017). Ενώ οι ταξιανθίες και οι καρποί του είναι μικρού μεγέθους, έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ανώτερα αρωματικά κρασιά (για παράδειγμα, ξηρά και αφρώδη, εκτός από αποστάγματα) με ενδιαφέροντα αρώματα (όπως αποξηραμένα φρούτα, καρύδια ή βούτυρο). Έχει επίσης καλή δυνατότητα παλαίωσης. Αποδίδει μεταξύ 3 και 10 t/ha (OIV, 2017).

2.4 Αλληλεπιδράσεις της αμπέλου με άλλους οργανισμούς

Τα αμπέλια μοιράζονται τους χώρους διαβίωσής τους, τόσο πάνω όσο και κάτω από το έδαφος, με μυριάδες άλλους οργανισμούς, κυρίως αρθρόποδα (αράχνες, ακάρεα, έντομα) και μικροοργανισμούς (μύκητες, ωομύκητες, βακτήρια, ιούς), εκτός από ορισμένους νηματώδεις, πτηνά και θηλαστικά. καθώς και άλλα φυτά. Μερικοί από αυτούς τους οργανισμούς θεωρούνται ωφέλιμοι επειδή παρέχουν χρήσιμες «υπηρεσίες» στα αμπέλια για τις οποίες διαφορετικά θα έπρεπε να πληρώσουν οι καλλιεργητές. Οι γαιοσκώληκες, για παράδειγμα, ενισχύουν τη γονιμότητα του εδάφους μετατρέποντας την οργανική ύλη σε χούμο, αλέθοντας και αναμειγνύοντας σωματίδια ορυκτών και δημιουργώντας βιοπόρους μέσω των οποίων οι ρίζες μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα και που βοηθούν στην αποστράγγιση και τον αερισμό του εδάφους (Keller, 2020). Μια σειρά μικροοργανισμών εμπλέκονται στην ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης του εδάφους σε ανόργανα θρεπτικά συστατικά που μπορούν στη συνέχεια να προσληφθούν από τις ρίζες. Άλλοι μικροοργανισμοί συμμετέχουν ενεργά σε αυτή την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών σε μια συμβίωση με τις ρίζες των φυτών (Keller, 2020). Οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους οργανισμούς συνήθως δεν βλάπτουν τα αμπέλια, κάνουν μικρή ζημιά ή αδυνατούν να ξεπεράσουν τις αμυντικές στρατηγικές των αμπελιών - η τελευταία κατάσταση

ονομάζεται ασυμβίβαστη αλληλεπίδραση (Keller, 2020). Για παράδειγμα, οι καρποί σταφυλιού συνήθως αποικίζονται σε μεγάλο βαθμό από διάφορα είδη ζυμομυκήτων, άλλους μύκητες και βακτήρια, ειδικά στην περιοχή των στομάτων και μικρών ρωγμών στην επιδερμίδα που επιτρέπουν την έκκριση χυμού από το μεσοκάρπιο (Keller, 2020). Ωστόσο, αυτό είναι πολύ σπάνια ανησυχητικό στην αμπελοκαλλιέργεια, εκτός εάν οι καρποί είναι κατεστραμμένοι ή οι καρποί που συγκομίζονται αφήνονται πολύ καιρό πριν από την επεξεργασία, έτσι ώστε να ξεκινήσει ανεξέλεγκτη ζύμωση (Keller, 2020). Ο μύκητας *Erysiphe necator*, που προκαλεί το ωίδιο της αμπέλου, μπορεί να μολύνει μόνο είδη *Vitis* —και αυτός δεν μπορεί να μολύνει κανένα άλλο είδος φυτού (Keller, 2020). Ο μύκητας που προκαλεί το ωίδιο της τριανταφυλιάς (*Sphaerotheca pannosa*), παρόλο που έχει παράμοια οικολογία, δεν μολύνει το αμπέλι (Keller, 2020). Αυτός είναι ένας λόγος που φυτεύονται τριαντάφυλλα γύρω από ορισμένους αμπελώνες: Επειδή τα δύο είδη φυτών είναι ευαίσθητα σε διαφορετικά είδη μυκήτων που ευδοκιμούν υπό παρόμοιες καιρικές συνθήκες, τα τριαντάφυλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υποδείξουν συνθήκες που ευνοούν το ωίδιο στα αμπέλια (Keller, 2020). Τα τριαντάφυλλα προσφέρουν επίσης πρόσθετα πλεονεκτήματα: Παρέχουν βιότοπο διαχείμασης για σφήκες (παρασιτοειδή) που χρησιμεύουν ως παράγοντες βιοελέγχου για τα φυλλοβόλα την άνοιξη και, φυσικά, είναι αισθητικά ευχάριστα (Keller, 2020). Ορισμένοι οργανισμοί, ωστόσο, ανταγωνίζονται τα αμπέλια για πόρους. Αν αυτοί οι οργανισμοί είναι άλλα φυτά, τους ονομάζουμε ζιζάνια. Άλλοι ζουν τρέφονται από τα αμπέλια, όπως τα φυτοφάγα ζώα και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί—σε αυτή την περίπτωση μιλάμε για συμβατή αλληλεπίδραση. Τα αμπέλια αντιλαμβάνονται τέτοιους οργανισμούς ως βιοτικές καταπονήσεις και οι καλλιεργητές τους αποκαλούν παράσιτα (Keller, 2020).

2.5 Γενικά στοιχεία για τις ασθένειες του ξύλου της αμπέλου

Οι κυριότερες ασθένειες του κορμού του αμπελιού περιλαμβάνουν τη Φώμοψη, τη Βοτρυοσφαιρία (*Botryosphaeria* Dieback), την Ευτυπίωση (*Eutypa* Dieback), το σύμπλεγμα της Ίσκας (*esca*) και τις νόσου Petri και Μελανή νέκρωση της βάσης του υποκειμένου (*black foot*) και προκαλούνται κυρίως από τους μύκητες *Phomopsis viticola*, μύκητες της οικογένειας *Botryosphaeriaceae*, *Eutypa lata*, *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeomoniella chamydospora/ Phaeoacromonium spp* και μύκητες των γενών *Cylindrocarpon*, *Campylocarpon*, *Cylindrocladiella*, *Dactylonectria*, *Ilyonectria*

και *Neonectria*, αντίστοιχα (Cloete et al., 2015). Επηρεάζουν τους νέους και ώριμους αμπελώνες με διάφορους τρόπους προκαλώντας συνολική απώλεια μακροζωίας. Επηρεάζουν τη μακροζωία των μεμονωμένων αμπέλων *Vitis vinifera* L. προκαλώντας αλλοίωση του δομικού ξύλου, οδηγώντας σε σταδιακή αποσύνθεση των βραχιόνων και του κορμού και την τελική παρακμή και θάνατο ολόκληρου του φυτού. Αυτό οδηγεί σε σταδιακή απώλεια της παραγωγικότητας ανά φυτό. Στην ασθένεια της Ίσκας, η ποιότητα του σταφυλιού μπορεί να διακυβευτεί λόγω ανομοιόμορφης ωρίμανσης και οι απώλειες στην ποιότητα των σταφυλιών θα επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε αλκοόλ και τα γευστικά συστατικά του κρασιού (Cloete et al., 2015). Στα επιτραπέζια σταφύλια, όπου η εμφάνιση των ταξικαρπιών είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό τους, οι απώλειες απόδοσης μπορεί να οφείλονται σε “οπτικές” βλάβες που προκαλούνται από ανομοιόμορφο χρωματισμό (Cloete et al., 2015)

2.5 Μυκητολογικές ασθένειες αμπέλου

2.5.1 Ίσκα (Esca)

Η Ίσκα (Esca) περιγράφηκε λεπτομερώς για πρώτη φορά από τον Ravaz (1898) και μετά από τον Viala (1926) στη Γαλλία. Η ασθένεια της Ίσκας (esca), έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτενούς μελέτης στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές του κόσμου από τη δεκαετία του 1990, όταν έγινε σημαντικό πρόβλημα στην Ευρώπη, που επιδεινώθηκε από την απαγόρευση του αρσενικώδους νατρίου, ως μυκητοκτόνο θεραπεία στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Urbez-Torres et al., 2014). Μία από τις αμπελουργικές περιοχές που παρουσίασε προβλήματα Ίσκας είναι η Ισπανία. Σύμφωνα με μελέτη των Armengol et al. (2001) σε 140 αμπελώνες της χώρας τις καλλιεργητικές περιόδους 1999 και 2001 παρατήρησαν εμφανή συμπτώματα ίσκας στο 38% των αμπελώνων που συμμετείχαν στην έρευνα. Οι Luque et al. (2009) σε έρευνα που πραγματοποίησαν στην Καταλονία της Ισπανίας (Βορειανατολική Ισπανία) για την εύρεση των παθογόνων που προκαλούν κατάρρευση των αμπελιών, επιβεβαίωσαν την παρουσία ίσκας σε ποσοστό 19% των εξεταζόμενων πρέμνων

Η ίσκα είναι μία μυκητολογική ασθένεια που παρατηρείται κυρίως σε ώριμα αμπέλια, μεγαλύτερα των 10 ετών (Rolhsausen et al., 2010). Πρόκειται για μία από τις πιο επιζήμιες ασθένειες του ξυλώδους ιστού της αμπέλου (Urbez-Torres et al., 2014). Είναι μία ασθένεια που οφείλεται στη συμπλοκή περισσότερων του ενός παθογόνων αιτιών (Bruez et al., 2012). Η μόλυνση ξεκινάει με την είσοδο παθογόνων μυκήτων

στο εσωτερικό του φυτού κυρίως από τις εγκοπές που δημιουργούνται κατά το κλάδεμα (Bruez et al., 2012). Η ίσκα χαρακτηρίζεται από νέκρωση του ξυλώδους ιστού της αμπέλου, ενώ εξωτερικά, επηρεάζει κυρίως τα φύλλα (Bruez et al., 2012).

Η συμπτωματολογία της ίσκας στο φύλλωμα εμφανίζεται κυρίως το καλοκαίρι που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία και μπορεί να είναι είτε οξεία και επιθετική είτε ήπια και χρόνια (Cloete et al., 2015). Κατά την οξεία έκφραση της ίσκας το φύλλωμα, οι καρποί και οι βλαστοί ξηραίνονται απότομα και το προσβεβλημένο πρέμνο πολύ σύντομα οδηγείται σε αποπληξία (Cloete et al., 2015). Κατά την χρόνια έκφραση, τα συμπτώματα είναι πιο ήπια και το φυτό ξηραίνεται σταδιακά. Μέσα στο διάστημα μερικών ετών, παρατηρείται ότι παρουσιάζει πιο καχεκτική βλάστηση και μικρότερη παραγωγικότητα (Cloete et al., 2015). Τα φύλλα παρουσιάζουν πολλαπλές ζώνες αποχρωματισμού (που θυμίζουν λωρίδες τίγρη) οι οποίες έχουν ακανόνιστο σχήμα και τα φύλλα τελικά νεκρώνονται. Περιφερειακά των αποχρωματισμένων περιοχών δημιουργούνται καστανέρυθρες περιοχές που μπορούν να καλύψουν όλο το φύλλο και να αφήσουν μία πράσινη περιοχή μόνο κατά μήκος των νευρώσεων του φύλλου (Εικόνα 3a) (Cloete et al., 2015).



Εικόνα 3: Συμπτώματα ίσκας σε φύλλα, κορμό, καρπούς αμπέλου

Πηγή: Cloete et al., 2015

Τα συμπτώματα της ίσκας στα φύλλα, δεν είναι αποτέλεσμα της φυσικής παρουσίας των μυκήτων σε αυτά, αλλά οφείλονται κυρίως σε φυτοτοξικούς μεταβολίτες που παράγονται από τους μύκητες, μεταφέρονται στα φύλλα με τη βοήθεια των αγγείων του φυτού και συσσωρεύονται εκεί (Cloete et al., 2015).

Στις ράγες, η παρουσία της ίσκας γίνεται αντιληπτή καθώς παρουσιάζονται εξωτερικά στον φλοιό μικροσκοπικές μελανές κηλίδες (εικόνα 3b), κυρίως όταν η προσβολή οφείλεται σε ασκομύκητες (*P.Chlamydospora*, *Phaeoacremonium spp.*) (Cloete et al., 2015).

Στο ξύλο της αμπέλου, τόσο στον κορμό όσο και στους βραχίονες, συμπτώματα της προσβολής από ίσκα παρατηρούνται σε εγκάρσιες τομές του. Μπορεί κανείς να παρατηρήσει σκουρόχρωμες, σχεδόν μαύρες, περιοχές-κηλίδες (εικόνα 3c, 3d). Αν το αμπέλι είναι γηραιότερο, συχνά, στο κέντρο του κορμού, ο ξυλώδης ιστός γίνεται μαλακός και εύθρυπτος και αποκτά μία λευκοκίτρινη απόχρωση όταν τα παθογόνα αίτια είναι στελέχη βασιδιομύκητων, με πιο κοινό είδος το *Fomitiporia mediterranea* (Urbez-Torres et al., 2014).

Η συμπτωματολογία των φύλλων συνήθως οφείλεται σε μόλυνση από τον *Phaemoniella chlamydospora*, ο οποίος είναι ασκομύκητας και παράγει τοξίνες αλλά και στον μύκητα *Fomitiporia mediterranea*.

2.5.2 Ευτυπίωση (*Eutypa dieback*)

Η ευτυπίωση οφείλεται κυρίως στη προσβολή της αμπέλου από μύκητες της οικογένεια Diatrypaceae, με πιο διαδεδομένο τον μύκητα *Eutypa lata* (Sosnowski et al., 2021). Οι μύκητες που προσβάλουν το πρέμνο σχηματίζουν ασκοσπόρια που εξαπλώνονται σε γειτονικά πρέμνα με τη βροχή και τον άνεμο. Όταν τα ασκοσπόρια αυτά προσγειωθούν σε εκτεθειμένα τραύματα στο ξύλο του φυτού, τα οποία μπορεί να έχουν δημιουργηθεί λόγω πρόσφατου κλαδέματος, εισέρχονται και βλασταίνουν στα αγγεία του ξυλώματος (Sosnowski et al., 2021).

Τα συμπτώματα εμφανίζονται στο φύλλωμα τρία ως οκτώ χρόνια μετά την αρχική μόλυνση και παρουσιάζουν διαφορές και επιδείνωση από τη μία βλαστική περίοδο στην ερχόμενη.

Τα προσβεβλημένα πρέμνα φέρουν κληματίδες μικρές και ασθενικές, με μεσογονάτια διαστήματα μικρού μήκους. Τα νεαρά φύλλα είναι μικρά και αραιά,

χλωρωτικά και συχνά «ζαρωμένα» (Rolshausen et al., 2010). Οι μύκητες που αποικίζουν το ξύλο του φυτού παράγουν τοξικούς μεταβολίτες, οι οποίοι δεν παραμένουν στάσιμοι στο σημείο επιμόλυνσης, αλλά μεταφέρονται στο φύλλωμα και τους βλαστούς (Sosnoswki et al., 2021). Οι ταξικαρπίες παρουσιάζουν ανομοιομορφία και έχουν μικρό μέγεθος ενώ, αν η προσβολή είναι σοβαρή οι ράγες συρρικνώνονται (Sosnoswki et al., 2021). Στο ξύλο δημιουργούνται έλκη στους βραχίονες και στις κληματίδες εκεί όπου δημιουργούνται οι τομές κλαδέματος, τα οποία τελικά οδηγούν σε νέκρωση των ιστών που έχουν προσβληθεί με ευτυπίωση. Στις τομές από τα κλαδέματα μπορεί να αναπτυχθούν καφέ σφηνοειδείς νεκρώσεις που εξαπλώνονται τελικά σε όλη την επιφάνεια των τομών (Sosnowski et al., 2021). Η επιφανειακή ανάπτυξη είναι ταχεία και σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να οδηγήσει σε θανάτωση του φυτού (Sosnowski et al., 2021).

2.5.3 Βοτρυοσφαίρια (*Botryosphaeria dieback*)

Η Βοτρυοσφαίρια (*Botryosphaeria dieback*) οφείλεται σε προσβολή του ξύλου της αμπέλου από στελέχη των μυκήτων της οικογένεια *Botryosphaeriaceae*, όπως *Neofusicoccum parvum*, *Botryosphaeria dothidea* και *Diplodia seriata* (Lemaitre-Guillier et al., 2020).

Συνήθως μολύνει ώριμα φυτά, μεγαλύτερα των 8 ετών. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις έχουν καταγραφεί συμπτώματα, ακόμα και νέκρωση του πρέμνου σε νεαρά φυτά, μόλις 3 ως 5 ετών.

Ο μύκητας εισέρχεται στο φυτό από τις τομές που δημιουργούνται κατά το κλάδεμα. Αρχικά, δημιουργούνται στις τομές αυτές περιοχές με βαθύ καστανό χρώμα που δεν είναι εύκολο να διακριθούν από τα συμπτώματα της ευτυπίωσης (Lemaitre-Guillier et al., 2020). Στο εναέριο τμήμα του πρέμνου μπορούν να παρατηρηθούν διάφορα συμπτώματα, διαβαθμισμένης έντασης, όπως μεταχρωματισμός των φύλλων (λωρίδες τίγρη) ή ακόμη και μαρασμός, νέκρωση ή θνησιμότητα οφθαλμών, νέκρωση βλαστών (Lemaitre-Guillier et al., 2020). Εσωτερικά, μπορούν να παρατηρηθούν νεκρωτικές βλάβες, ενώ ένα τυπικό σύμπτωμα είναι η εμφάνιση μίας διαμήκης λωρίδας χρώματος πορτοκαλί/καφέ που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον φλοιό (Lemaitre-Guillier et al., 2020).

2.5.4 Φώμοψη (*Phomopsis dieback*)

Η φώμοψη μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε περιοχή με αμπέλια. Ωστόσο, φαίνεται ότι ευνοείται όταν κατά την καλλιεργητική περίοδο το κλίμα είναι υγρό και εύκρατο (Azevedo-Nogueira et al., 2022). Ως υπεύθυνος παθογόνος μικροοργανισμός θεωρείται ο μύκητας *Diaporthe ampelina* (συν. *Phomopsis viticola*) ο οποίος μπορεί την άνοιξη να προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του πρέμνου (Azevedo-Nogueira et al., 2022).

Τα πρώτα συμπτώματα είναι η εμφάνιση μικρών, καστανόμαυρων νεκρωτικών κηλίδων στη βάση των νεαρών κληματίδων, οι οποίες αυξάνονται σε μέγεθος και μπορούν να ενωθούν σε μία μεγάλη ενιαία κηλίδα και να περιβάλλουν τη βάση της κληματίδας Gonzalez-Dominguez et al., 2022). Ανάλογα με το πόσο ισχυρή είναι η προσβολή, οι κληματίδες μπορούν να αποκτήσουν χλωρωτική εμφάνιση, να εξασθενήσουν ή ακόμη και να ξηρανθούν (Gonzalez-Dominguez et al., 2022).

Οι κληματίδες που έχουν ξυλοποιηθεί αποκτούν λευκό χρωματισμό με μικρά μαύρα στίγματα που είναι καρποφορίες του μύκητα. Αν προσβληθεί το ξύλο του πρέμνου δημιουργούνται έλκη και μειώνονται σημαντικά τα ποσοστά έκπτυξης των οφθαλμών.

2.5.5 Ασθένεια Petri (*Petri disease*)

Η ασθένεια Petri προκαλείται από τον μύκητα *Phaemoniella chlamydospora* και από μύκητες που ανήκουν στο γένος *Phaeoacremonium* (Ferreira et al., 2018). Προσβάλλει νεαρά φυτά και σε συνδυασμό με τη μελανή νέκρωση της βάσης του υποκειμένου προκαλούν το σύνδρομο της παρακμής των νεαρών αμπελώνων (Ferreira et al., 2018). Είναι μία εδαφομεταδιδόμενη ασθένεια που μπορεί να προσβάλλει το πολλαπλασιαστικό υλικό, είτε στο φυτώριο κατά τη φάση όπου παράγονται έρριζα μοσχεύματα είτε στο χωράφι όπου τοποθετούνται άρριζα μοσχεύματα και ο μύκητας μεταφέρεται μέσω του εδαφικού μείγματος και μολύνει τα νεαρά φυτά (Gramaje et al., 2010).

Η ασθένεια Petri χαρακτηρίζεται από φυτά με ασθενική βλάστηση, καθυστέρηση στην έκπτυξη των οφθαλμών, φύλλα με χλωρωτική εμφάνιση. Στις τομές του ξύλου των νεαρών προσβεβλημένων πρέμνων, παρουσιάζεται μαύρος χρωματισμός των αγγείων (καστανές ραβδώσεις σε επιμήκη ή στίγματα σε κάθετη τομή), ο οποίος

οφείλεται κυρίως στην αντίδραση του φυτού έναντι της προσβολής και της ανάπτυξης του μύκητα που εκφράζεται με τον σχηματισμό κόμμεων και φαινολικών ενώσεων (Ferreira et al., 2018).

2.5.6 Μελανή νέκρωση της βάσης του υποκειμένου (Black foot)

Η μελανή νέκρωση βάσης του υποκειμένου οφείλεται σε προσβολή του πρέμνου από μύκητες κυρίως των γενών *Cylindrocarpon*, *Campylocarpon*, *Cylindrocladiella*, *Dactylionectria*, *Ilyonectria* και *Neonectria* (Ye et al., 2021). Πρόκειται για μία ασθένεια που προσβάλλει νεαρά φυτά και έχει εμφανιστεί κατά την περίοδο 2010-2020 σε πολλές αμπελουργικές περιοχές όπως Αυστραλία, Βραζιλία, Καλιφόρνια, Καναδά, (Βρετανική Κολομβία, Κεμπέκ), Γαλλία, Ιράν, Ιταλία, Νέα Ζηλανδία, Πορτογαλία, Νότια Αφρική (Δυτικό Ακρωτήριο), Ισπανία, Ελβετία, Τουρκία, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και Ουρουγουάη (Ye et al., 2021).

Κατά τη μελανή νέκρωση βάσης του υποκειμένου, τα συμπτώματα που παρατηρούνται σε τομές του ξύλου είναι βυθισμένες, νεκρωτικές περιοχές στη ρίζα, ενώ στη βάση του κορμού του νεαρού αμπελιού παρατηρείται καστανός μεταχρωματισμός, ενώ το ριζικό σύστημα είναι επιφανειακό και μη πλήρως αναπτυγμένο (Ye et al., 2021).

2.6 Τρόποι αντιμετώπισης ασθενειών ξύλου αμπέλου (φυτοπροστασία)

Καλλιεργητική αντιμετώπιση. Πρώτα από όλα, οι καλλιεργητικές μέθοδοι αντιμετώπισης είναι απαραίτητες για τον περιορισμό της εξάπλωσης του μολύσματος, αφαιρώντας και καίγοντας μολυσμένο ξύλο και κληματίδες, νεκρά αμπέλια, υπολείμματα κλαδέματος. Συνιστάται ιδιαίτερη προσοχή στην προστασία των πληγών του κλαδέματος και στην αποκατάσταση των νεκρών βραχιόνων αν είναι δυνατόν και αν όχι, στην αντικατάσταση τελικά ολόκληρου του φυτού (ΟΙV, 2016).

Εναλλακτικά, εάν τα εδάφη του αμπελώνα αποτελούν την κύρια πηγή μολύσματος για ασθένειες του ξύλου της αμπέλου, θα πρέπει να διερευνηθούν πρακτικές διαχείρισης ασθενειών που βασίζονται στην απολύμανση του εδάφους και τροποποιήσεις, στη φυτική αντοχή στη μόλυνση και στις προφυλακτικές καλλιεργητικές πρακτικές (π.χ. σχίσιμο κατά μήκος του κορμού). Τα μέρη του φυτού που είναι μολυσμένα, πρέπει να αφαιρούνται μέχρι το σημείο όπου η τομή είναι

φυσιολογικού χρωματισμού, χωρίς να παρουσιάζει αλλοίωση. Το ξύλο που αφαιρείται και είναι προσβεβλημένο από μύκητες καλό θα είναι να απομακρυνθεί από τον αμπελώνα και να καταστραφεί. Συνήθως οδηγείται προς καύση (ΟΙV, 2016).

Το κλάδεμα θα πρέπει να πραγματοποιείται αργά το χειμώνα ή πολύ νωρίς την άνοιξη, κατά προτίμηση με ξηρές συνθήκες ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος να μολυνθεί το φυτό στις τομές που δημιουργούνται κατά το κλάδεμα (ΟΙV, 2016). Ο άνεμος και η βροχή μπορεί να ευνοήσουν τη μεταφορά και την ανάπτυξη των μυκήτων στις νέες τομές (ΟΙV, 2016). Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες αποκάλυψαν ότι το ποσοστό φυσικής μόλυνσης των πληγών του κλαδέματος ήταν χαμηλότερο μετά το πρώιμο κλάδεμα (φθινόπωρο) από ό,τι μετά το όψιμο κλάδεμα (χειμώνα). Οι προληπτικές καλλιεργητικές μέθοδοι υγιεινής συχνά συμπληρώνονται με την προστασία των πληγών κλαδέματος από παγετό ή παθογόνα με την εφαρμογή μυκητοκτόνων, βιολογικών σκευασμάτων ή και των δύο εναλλάξ (ΟΙV, 2016).

Η πρόληψη των μολύνσεων των πληγών που προέρχονται από κλάδεμα απαιτεί την ανάπτυξη στρατηγικής που βασίζεται σε δεδομένα και γνώσεις που αφορούν τον πολλαπλασιασμό των μυκήτων, τις συνθήκες που ευνοούν την εξάπλωση τους, αλλά και τις συνθήκες (μικροκλίμα, άρδευση, μόλυνση γειτονικών αμπελώνων ή εμφάνιση συμπτωμάτων σε ορισμένα πρέμνα) που επικρατούν στον αμπελώνα (Diaz & Latorre, 2013). Για παράδειγμα, οι βροχοπτώσεις ενθαρρύνουν την απελευθέρωση σπορίων. Αν υπάρχουν φρέσκιες πληγές κλαδέματος, τότε το υγιές φυτό διατρέχει μεγάλο κίνδυνο να μολυνθεί. Οι τομές κλαδέματος θα πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή και να έχουν τις ελάχιστες απαραίτητες διαστάσεις (Diaz & Latorre, 2013). Στο παρελθόν, έχει γίνει σύσταση οι πληγές στο ξύλο που προκύπτουν από το κλάδεμα να προστατεύονται με τη βοήθεια χημικών σκευασμάτων που εμποδίζουν την ανάπτυξη μυκήτων (ΟΙV, 2016). Επίσης, προτείνεται η συχνή και σχολαστική απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος (ΟΙV, 2016).

Χημική αντιμετώπιση: Υπήρχαν ορισμένα προϊόντα για τον έλεγχο των ασθενειών του ξύλου στο παρελθόν, αλλά κανένα δεν κυκλοφορεί πλέον. Το NaAsO₂, (αρσενικόδες νάτριο), ένα τοξικό προϊόν που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο μυκήτων που σχετίζονται με τις ασθένειες του ξύλου, ήταν ικανό να σκοτώσει τους περισσότερους από αυτούς μέσω του ξυλώματος. Το 2003, αυτό το προϊόν απαγορεύτηκε σε όλες τις οινοποιητικές χώρες λόγω της τοξικότητάς του για τους οινοπαραγωγούς: η μέση θανατηφόρα δόση (LD50) αρσενικού νατρίου για τον

άνθρωπο είναι 150 mg/kg χορηγούμενη δερματικά και διαδερμικά (OIV, 2016). Το 1996 παρασκευάστηκε το Escudo© (φλουσιλαζόλη και καρβενδαζίμη) και ήδη το 2010 αποσύρθηκε από την αγορά. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει στην αγορά μυκητοκτόνο που να επιτρέπεται να χρησιμοποιείται ως χημικό προϊόν κατά αυτών των ασθενειών από τις αρχές (OIV, 2016).

Ο χημικός έλεγχος βασίζεται σε προληπτικά μέτρα για την προστασία των πληγών του κλαδέματος, συνήθως με μυκητοκτόνα, για την αποφυγή μόλυνσης του αμπελιού και τον περιορισμό της επέκτασης των μυκήτων στο φυτό. (OIV, 2016). Χημικές θεραπείες που συχνά περιέχουν περισσότερα από ένα μυκητοκτόνα εφαρμόζονται συχνά στο έδαφος (έγχυση), στον κορμό (ενέσεις κορμού) και στα τραύματα κλαδέματος (πάστες επικάλυψης τομών ή υγρά σκευάσματα). Τα σκευάσματα που εφαρμόζονται με ψεκάσμο ή πινέλο είναι συνήθως τα πιο πρακτικά (ακόμη και αν μερικά μπορεί να ξεπλυθούν εύκολα από τη βροχόπτωση), οι ενέσεις κορμού είναι μη πρακτικές και δαπανηρές πρακτικές (OIV, 2016).

Κάποιες ουσίες όπως η tebuconazole, flusilazole, benomyl, prochloraz (Rolshausen et al., 2010), prothioconazole+tebuconazol, fluazinam (Gramaje et al., 2010), tyophanate methyl, mancozeb, fenarimol and procymidone (A2,20) έχουν χρησιμοποιηθεί με θετικά αποτελέσματα έναντι των ασθενειών ξύλου της αμπέλου in vitro. Δυστυχώς, ορισμένα από αυτά περιορίστηκαν λόγω ανησυχιών για την υγεία και την ασφάλεια (OIV, 2016).

Βιολογική αντιμετώπιση. Μία εναλλακτική προσέγγιση για την καταπολέμηση των παθογόνων μυκήτων που προκαλούν τις ασθένειες αμπέλου είναι η βιολογική αντιμετώπισή τους (Mesguida et al., 2023). Στόχος των καλλιεργητών και των ερευνητών είναι ο βιοέλεγχος (biocontrol), δηλαδή ο περιορισμός ή η αναστολή της ανάπτυξης των μυκητιακών παθογόνων με εφαρμογή επιλεγμένων μικροοργανισμών στον φυτώριο ή στον αμπελώνα (Mesguida et al., 2023). Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας έχει διερευνηθεί η καταλληλότητα περισσότερων από 1600 στελέχη βακτηρίων, μυκήτων, ωομυκήτων και ακτινοβακτηρίων, τα οποία παρουσίαζαν πιθανή δραστηριότητα βιοελέγχου (potential biocontrol activities) (Mesguida et al., 2023).

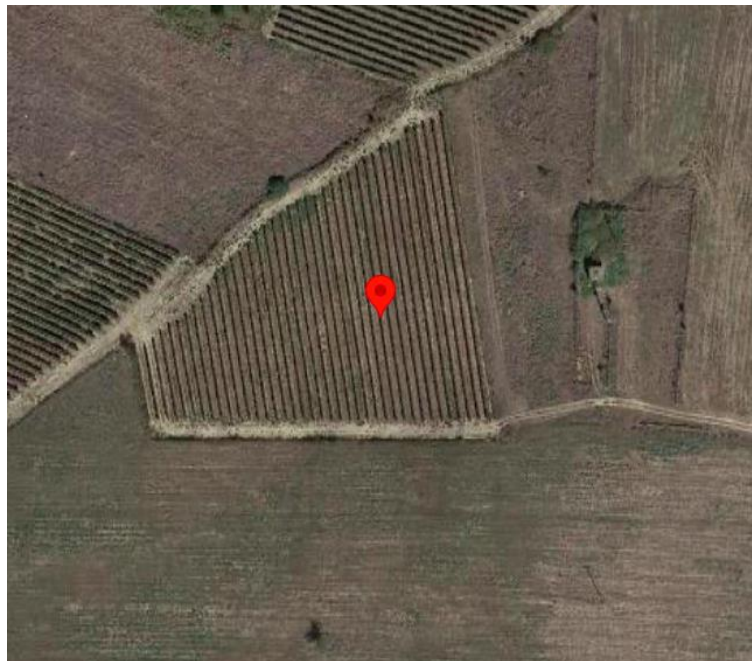
Οι μικροοργανισμοί που εμφανίζουν πιθανή δραστηριότητα βιοελέγχου αναπτύσσουν διάφορους μηχανισμούς δράσης που αναστέλλουν ή περιορίζουν την ανάπτυξη των παθογόνων μυκήτων, άμεσα ή έμμεσα (Legein et al., 2020). Οι άμεσες

αλληλεπιδράσεις ασκούνται απευθείας μεταξύ παράγοντα βιοελέγχου και παθογόνου μικροοργανισμού, όπως είναι η παραγωγή αντιβιοτικών μεταβολιτών από τον παράγοντα βιοελέγχου, η ανάπτυξη ανταγωνιστικότητας για τα θρεπτικά συστατικά και τον χώρο ανάπτυξης ή/και η παραγωγή υδρολυτικών ενζύμων που αποικοδομούν τα κυτταρικά τοιχώματα των παθογόνων μυκήτων (Legein et al., 2020). Οι έμμεσες αλληλεπιδράσεις ασκούνται μεταξύ παράγοντα βιοελέγχου και φυτού-ξενιστή (αμπέλι) και ενισχύουν την ανοσία του ξενιστή έναντι του παθογόνου μύκητα, όπως η ενεργοποίηση φυτικών ορμονών, οι οποίες εμπλέκονται στον αμυντικό μηχανισμό του φυτού (Legein et al., 2020). Για παράδειγμα υψηλή αποτελεσματικότητα έναντι των παθογόνων μυκήτων που σχετίζονται με τις ασθένειες ξύλου έδειξαν στελέχη *Trichoderma spp.* έναντι του *N. parvum* (Kotze et al., 2011; Urbez-Torres et al., 2020) και ο ωομύκητας *P. oligandrum* έναντι του *P. chlamydospora* (Yacoub et al., 2016).

3 Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Πειραματικοί αμπελώνες

Η καταγραφή συμπτωμάτων και η συλλογή δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στα Κτήματα Γιολδάση, στην δημοτική κοινότητα Αμπελώνας Λάρισας που ανήκει στον δήμο Τυρνάβου. Οι αμπελώνες με Αγιωργίτικο και Chardonnay είναι σε γεωγραφικό μήκος 39,802538 και γεωγραφικό πλάτος 22,359025 (Εικόνα 4). Η συνολική έκταση του κήματος είναι 7 στρέμματα. Στα 4 στρέμματα καλλιεργούνται 1400 αμπέλια της ποικιλίας Chardonnay, ενώ στα υπόλοιπα 3 στρέμματα καλλιεργούνται 1000 αμπέλια της ποικιλίας Αγιωργίτικο.



Εικόνα 4: Κτήμα Γιολδάση όπου καλλιεργούνται οι ποικιλίες Αγιωργίτικο και Chardonnay

Πηγή: Google Maps

Ο αμπελώνας της ποικιλίας Syrah είναι σε γεωγραφικό μήκος 39.803417 και γεωγραφικό πλάτος 22.359081 (Εικόνα 5). Καλλιεργούνται 700 φυτά σε έκταση 2 στρεμμάτων.



Εικόνα 5: Κτήμα Γιολδάση, όπου καλλιεργείται η ποικιλία Syrah

Πηγή: Google Maps

Πρόκειται για αρδευόμενους αμπελώνες. Ως υποκείμενο χρησιμοποιείται το αμερικανικό υποκείμενο Richter No 110 (R-110), το οποίο είναι ανθεκτικό στη ριζόβια μορφή φυλλοξήρας.

3.2 Εκτίμηση της εμφάνισης και της έντασης των ασθενειών του ξύλου

Από κάθε ποικιλία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 100 φυτά στις 20/05/2022. Για την καταγραφή των συμπτωμάτων που κάθε φυτό παρουσίαζε, χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα από 0-4 (Larach et al., 2020), όπου:

- Κλίμακα έντασης 0 = Υγιή ή ασυμπτωματικά φυτά, δηλαδή με 0% συμπτώματα προσβολής ξύλου από ασθένειες
- Κλίμακα έντασης 1 = 1-25% του συνόλου των βλαστών παρουσιάζει φύλλα με συμπτώματα «λωρίδες τίγρη»
- Κλίμακα έντασης 2 = 26-50% του συνόλου των βλαστών παρουσιάζει φύλλα με συμπτώματα «λωρίδες τίγρη»
- Κλίμακα έντασης 3 = 51-75% του συνόλου των βλαστών παρουσιάζει φύλλα με συμπτώματα «λωρίδες τίγρη»

- Κλίμακα έντασης 4 = 76-100% του συνόλου των βλαστών παρουσιάζει φύλλα με συμπτώματα «λωρίδες τίγρη»

Στη συνέχεια προσδιορίστηκε ο Δείκτης Ασθένειας (Disease Index, DI), με εφαρμογή του εξής τύπου (Larach et al., 2020):

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

Όπου:

n= αριθμός φυτών ανά κλίμακα συμπτωμάτων

v=βαθμολογία (0, 1, 2, 3 ή 4)

N=συνολικός βαθμός φυτών που αξιολογήθηκαν (100 φυτά ανά ποικιλία)

V=μέγιστη βαθμολογία (4)

3.3 Εκτίμηση των απωλειών παραγωγής

Στις 29/8/2022 πραγματοποιήθηκε ο τρύγος των τριών ποικιλιών. Για κάθε κλίμακα κάθε ποικιλίας, επιλέχθηκαν 3 διαφορετικά φυτά, καταγράφηκαν οι μάζες των καρπών τους και υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, με σκοπό να υπολογιστούν η εκτιμώμενη παραγωγή, η πραγματική παραγωγή και οι απώλειες παραγωγής με βάση τους παρακάτω τύπους των Larach et al. (2020).

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

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

$$EYL_2 = PY_2 - EFW_2$$

Όπου:

EFW (Estimated Fruit Weight): εκτιμώμενη παραγωγή σε kg/ha

\bar{P}_{xGi} : Μέση μάζα των καρπών των δειγμάτων ανά κλίμακα συμπτωμάτων

n_{Gi} : αριθμός φυτών ανά κλίμακα

PY_2 (Potential Yield): δυνητική παραγωγή αν όλα τα φυτά ήταν υγιή σε kg/ha

EYL_2 (Estimated Yield Loss): εκτιμώμενη απώλεια παραγωγής σε kg/ha

3.4 Εκτίμηση των παθογόνων αιτίων

Το καλοκαίρι του 2022 παραλήφθηκαν δείγματα ξύλου από προσβεβλημένα φυτά και των τριών ποικιλιών τα οποία οδηγήθηκαν κατευθείαν για συντήρηση στους 4°C. Συγκεκριμένα ελήφθησαν από κάθε ποικιλία 10 δείγματα, από 10 διαφορετικά φυτά με εμφανή συμπτώματα. Παρασκευάστηκε θρεπτικό υπόστρωμα PDA για καλλιέργεια σε τρυβλία petri ως εξής:

Υλικά για 1lt PDA:

- 200 g πατάτες
- 20 g γλυκόζη
- 20 g άγαρ
- 1 ml γαλακτικό οξύ

Παρασκευή θρεπτικού υποστρώματος: Τα 200g πατάτες οδηγούνται σε βρασμό για 45 λεπτά και λαμβάνεται το εκχύλισμα (1 lt), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία θρεπτικού υποστρώματος. Προστίθενται 20g γλυκόζη, 20g άγαρ και 1 ml γαλακτικό οξύ/lt υποστρώματος. Το θρεπτικό υλικό αποστειρώνεται σε αυτόκαυστο κλίβανο στους 120°C για 20 min.

Προετοιμασία τρυβλίων petri: Σε θάλαμο νηματικής ροής (Laminar) υπό ασηπτικές συνθήκες, γίνεται επίστρωση του υποστρώματος σε τρυβλία που αφήνονται ανοιχτά μέχρι να πήξει το υλικό και να απομακρυνθεί η υγρασία. Στη συνέχεια, τα τρυβλία κλείνονται.

Τοποθέτηση δειγμάτων και απομόνωση μικροοργανισμών: Σε θάλαμο νηματικής ροής για κάθε ποικιλία προετοιμάζονται 20 τρυβλία και σε κάθε τρυβλίο τοποθετούνται υπό ασηπτικές συνθήκες, τρία με τέσσερα μικροσκοπικά τεμαχίδια ξύλου που έχουν αποκοπεί από το εσωτερικό κάθε δείγματος ξύλου από το όριο υγιούς-ασθενούς ξύλου. Έπειτα, τα τρυβλία επωάζονται σε θερμοκρασία δωματίου για ένα μήνα περίπου, ώστε να αναπτυχθούν οι ενδοφυτικοί μύκητες.

Μετά την επώαση, ξεκινάει η διαδικασία απομόνωσης του κάθε μύκητα που έχει αναπτυχθεί. Γίνεται εμβολιασμός σε νέα τρυβλία petri που έχουν το ίδιο θρεπτικό υπόστρωμα με το αρχικό. Μετά τον απαραίτητο χρόνο επώασης, για τη διατήρηση του μύκητα ώστε να μελετηθεί περαιτέρω, κόβονται με προσοχή μικροί κύβοι θρεπτικού

υλικού από την ανώτερη επιφάνεια των τρυβλίων και μεταφέρονται σε σωληνάρια τύπου errendorf, όπου προστίθεται 1 ml 20% γλυκερόλης. Τοποθετούνται για συντήρηση σε θάλαμο στους -80°C . Παράλληλα, πραγματοποιούνται μικροσκοπικές παρατηρήσεις ώστε να ταυτοποιηθούν οι μύκητες με βάση τα μακροσκοπικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά τους (μυκήλιο, κονιδιοφόροι).

3.5 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

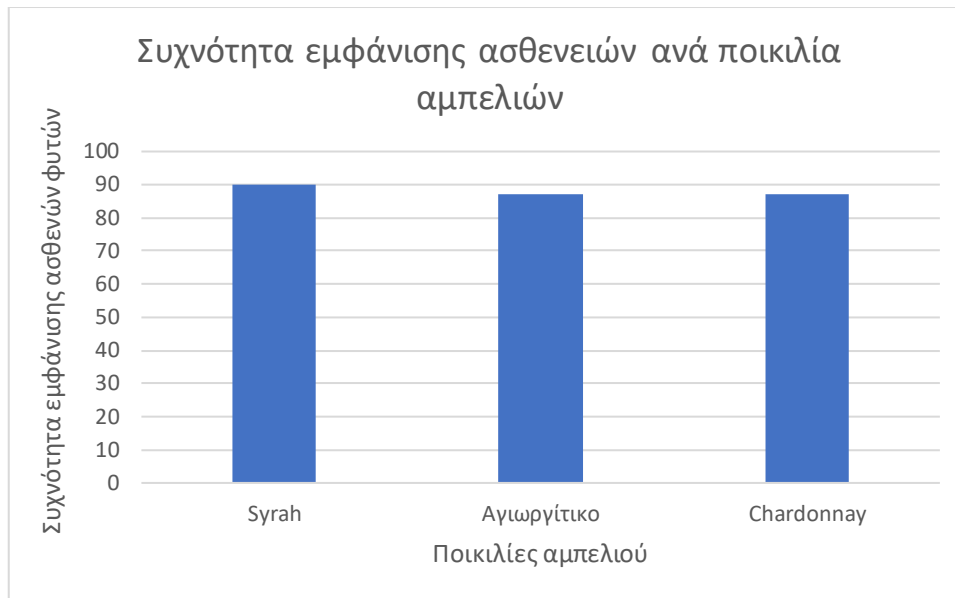
Τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν από την καταγραφή των συμπτωμάτων ανά ποικιλία και η ποσότητα σταφυλιών ανά ποικιλία και ανά κλίμακα συμπτωμάτων χρησιμοποιήθηκαν για τη διενέργεια στατιστικής ανάλυσης. Για τους απαραίτητους στατιστικούς υπολογισμούς και τη δημιουργία των διαγραμμάτων, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα EXCEL.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA Single Factor). Στην ανάλυση Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα, η αρχική υπόθεση (H_0) περιλαμβάνει την ισότητα όλων των μέσων του εξεταζόμενου παράγοντα και η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ότι τουλάχιστον ένας ζεύγος μέσων διαφέρει. Επιλέχθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 % ($\alpha=0,05$). Στη συνέχεια, καθώς με την ANOVA Single Factor, δεν διακρίνονται ποια ζεύγη μέσων διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, για τις περιπτώσεις όπου το $p<0,05$, πραγματοποιήθηκε Fischer LSD Test. Το Fischer LSD Test βρίσκει ποια ζεύγη μέσων διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

4 Αποτελέσματα & Συζήτηση

4.1 Συχνότητα και ένταση εμφάνισης της ασθένειας

Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης ασθενών πρέμνων ανά ποικιλία. Υπολογίστηκε ότι 90% των φυτών Syrah, 87% των φυτών Αγιωργίτικου και 87% των φυτών Chardonnay, παρουσίασαν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό συμπτώματα «λωρίδες τίγρη» (διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα της συχνότητας εμφάνισης των φυτών που παρουσιάζουν συμπτώματα «λωρίδων τίγρη» για τις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικο και Chardonnay

Για τα 100 εξεταζόμενα φυτά της κάθε ποικιλίας, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα και εξετάστηκε αν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά η έκταση των συμπτωμάτων ανάλογα την ποικιλία. Στον πίνακα 1, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.

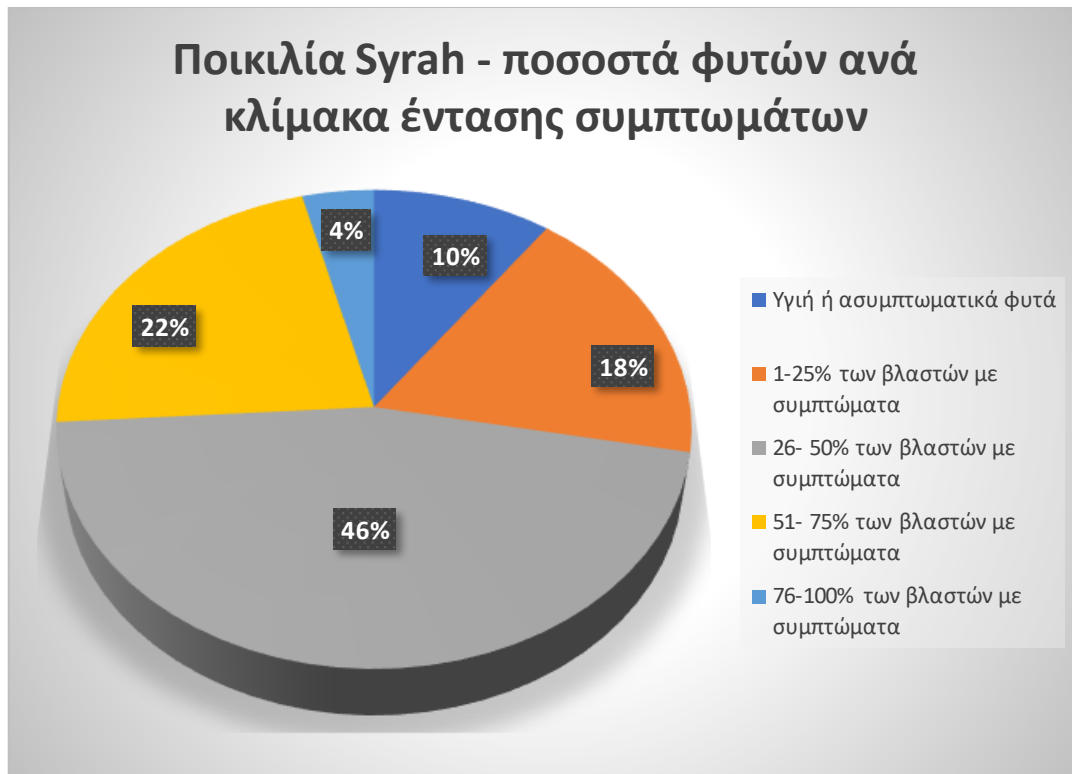
Πίνακας 1: Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα, για τη συχνότητα εμφάνισης ασθενών φυτών στις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικου και Chardonnay

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Syrah	100	4775	47,75	594,633838		
Αγιωργίτικο	100	4150	41,5	558,333333		
Chardonnay	100	4525	45,25	804,229798		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1979,1667	2	989,583	1,516838	0,22110	3,02615
Within Groups	193762,5	297	652,399			
Total	195741,67	299				

Επειδή $F < F_{crit}$, η ποικιλία δεν επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας στους υπό μελέτη αμπελώνες. Οι μέσες τιμές φαίνεται ότι δε διαφέρουν σημαντικά, γεγονός που επαληθεύεται από το P-value, το οποίο είναι μεγαλύτερο από την τιμή p (0,05) που επιλέχθηκε αρχικά. Αφού δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά, δεν απαιτείται η πραγματοποίηση του Fischer LSD Test.

Στα διαγράμματα 3, 4 και 5 παρουσιάζονται τα ποσοστά των πρεμνών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για κάθε ποικιλία. Υπενθυμίζεται ότι για την αξιολόγηση της προσβολής των φυτών από ασθένειες ξύλου, χρησιμοποιήθηκε κλίμακα από το 0 ως το 4, όπου το 0 δηλώνει ασυμπτωματικό – υγιές φυτό, ενώ το 4 δηλώνει συμπτώματα στο 75-100% του βλαστού του φυτού.

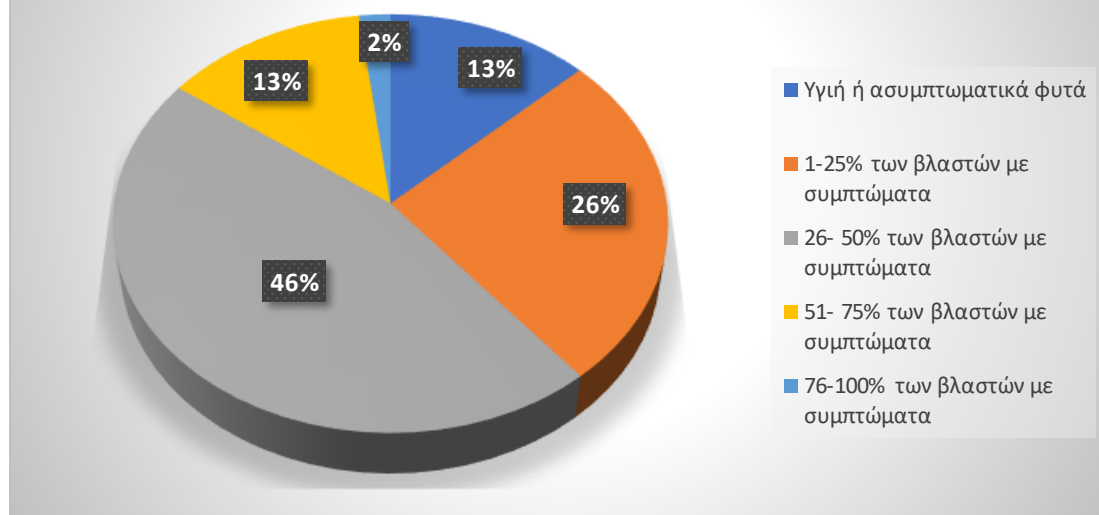
Στο διάγραμμα 3, παρουσιάζονται τα ποσοστά των φυτών που καταμετρήθηκαν ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλίας Syrah. Παρατηρείται ότι μόλις το 10% των εξεταζόμενων πρεμνών χαρακτηρίστηκαν ως υγιή ή ασυμπτωματικά. Αυτό σημαίνει ότι το υπόλοιπο 90% των φυτών παρουσιάζει σε μικρότερο ή μεγαλύτερο ποσοστό, συμπτώματα «λωρίδες τίγρη». Επίσης, σχεδόν τα μισά φυτά (46%) της ποικιλίας Syrah, παρατηρήθηκε ότι παρουσιάζουν συμπτώματα στο 26 – 50% των βλαστών τους. Το 18% παρουσίασε συμπτώματα ασθενειών ξύλου στο 26-50% των βλαστών τους, το 22% στο 51-75% και το 4% στο 76 -100% των βλαστών τους.



Διάγραμμα 3: Ποσοστά φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλίας Syrah

Στο διάγραμμα 4, παρουσιάζονται τα ποσοστά των φυτών της ποικιλίας Αγιωργίτικο, ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων. Το μεγαλύτερο μέρος των φυτών (87%) παρουσιάζει συμπτώματα ασθενείας των βλαστών, είτε σε μικρό είτε σε μεγαλύτερο βαθμό. Όπως και στην ποικιλία Syrah, το 46% των αμπελιών παρουσιάζουν συμπτώματα στο 26-50% των βλαστών. Το 13% των πρέμνων αντιστοιχεί σε ασυμπτωματικά ή υγιή φυτά, το 26% των πρέμνων παρουσιάζουν συμπτώματα στο 1 – 25% των βλαστών τους. Ένα ποσοστό 15% των πρέμνων παρουσιάζει ιδιαιτέρως εκτεταμένα συμπτώματα (13% εμφανίζει συμπτώματα στο 51-75% των βλαστών του και το 2% στο 76-100% των βλαστών του).

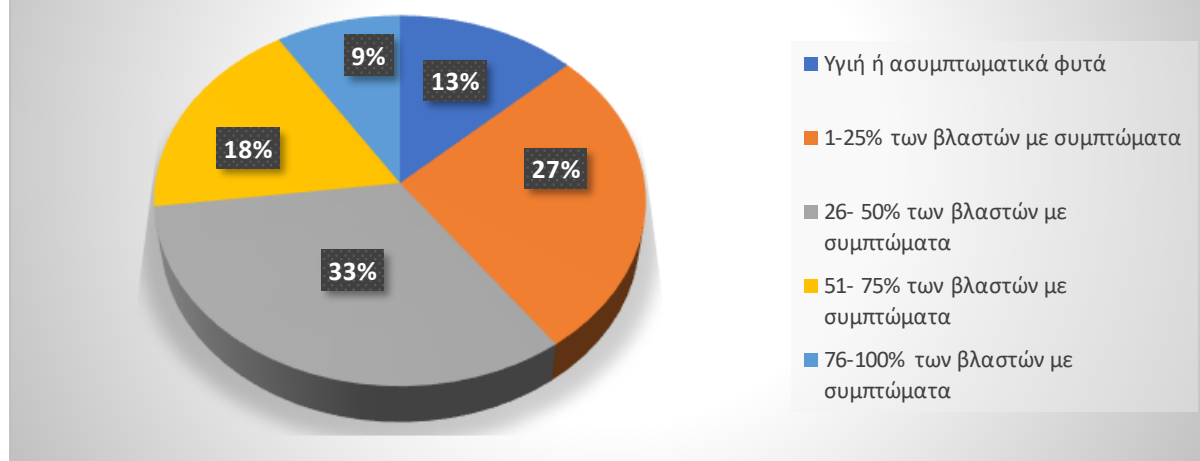
Ποικιλία Αγιωργίτικο - ποσοστό φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων



Διάγραμμα 4: Ποσοστά φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Στο διάγραμμα 5, παρουσιάζεται το ποσοστό των φυτών της ποικιλίας Chardonnay που έχουν συμπτώματα προσβολής ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων. Μόλις το 13% των φυτών της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι υγιή ή ασυμπτωματικά, ενώ 27% παρουσίασαν συμπτώματα στο 1-25% των βλαστών τους, 33% στο 26-50% των βλαστών τους, 18% στο 51-75% των βλαστών τους και 9% στο 76-100% των βλαστών τους.

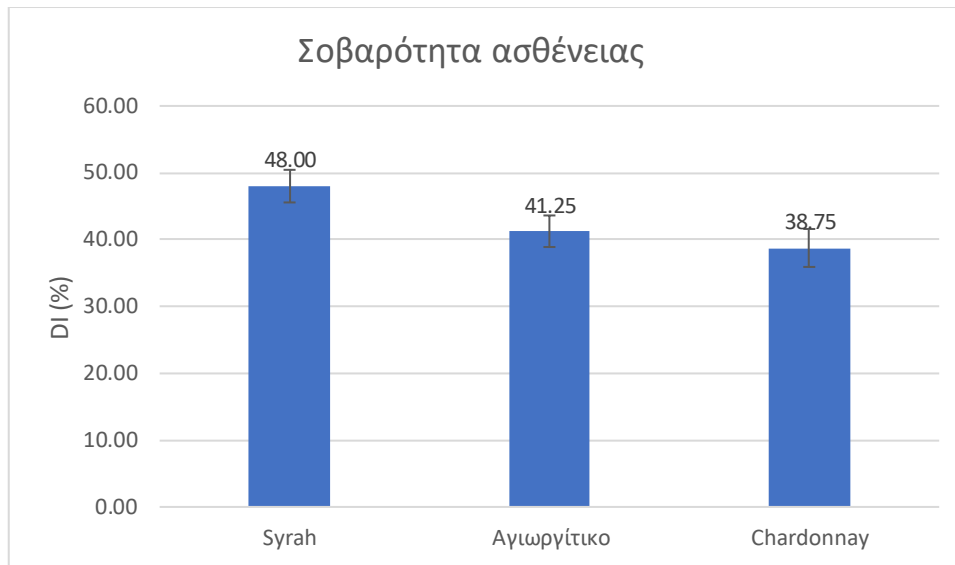
Ποικιλία Chardonnay - ποσοστό φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων



Διάγραμμα 5: Ποσοστό φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων της ποικιλία Chardonnay

Στα δείγματα των τριών ποικιλιών που αξιολογήθηκαν, η συχνότητα της εμφάνισης της ασθένειας ήταν υψηλή, δείχνοντας ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών (πάνω από 87%) είχε προσβληθεί από ασθένειες του ξύλου σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό.

Το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 6), απεικονίζει τον δείκτη ασθένειας ανά ποικιλία, ο οποίος εκφράζει τη σοβαρότητα των επιπτώσεων της ασθένειας των φυτών. Παρατηρείται ότι ο δείκτης ασθένειας είναι υψηλός και για τις τρεις εξεταζόμενες ποικιλίες, με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι οι επιπτώσεις των ασθενειών ξύλου στους συγκεκριμένους αμπελώνες που εξετάζονται και στην παραγωγή, να αναμένεται να είναι σημαντικές. Έτσι, για την ποικιλία Syrah υπολογίζεται ίσως με 48,00, για το Αγιωργίτικο ίσως με 41,25 και για το Chardonnay ίσως με 38,75.



Διάγραμμα 6: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει τη σοβαρότητα των ασθενειών ως δείκτη ασθενείας (DI) για τις ποικιλίες Syrah, Αγιωργίτικο και Chardonnay

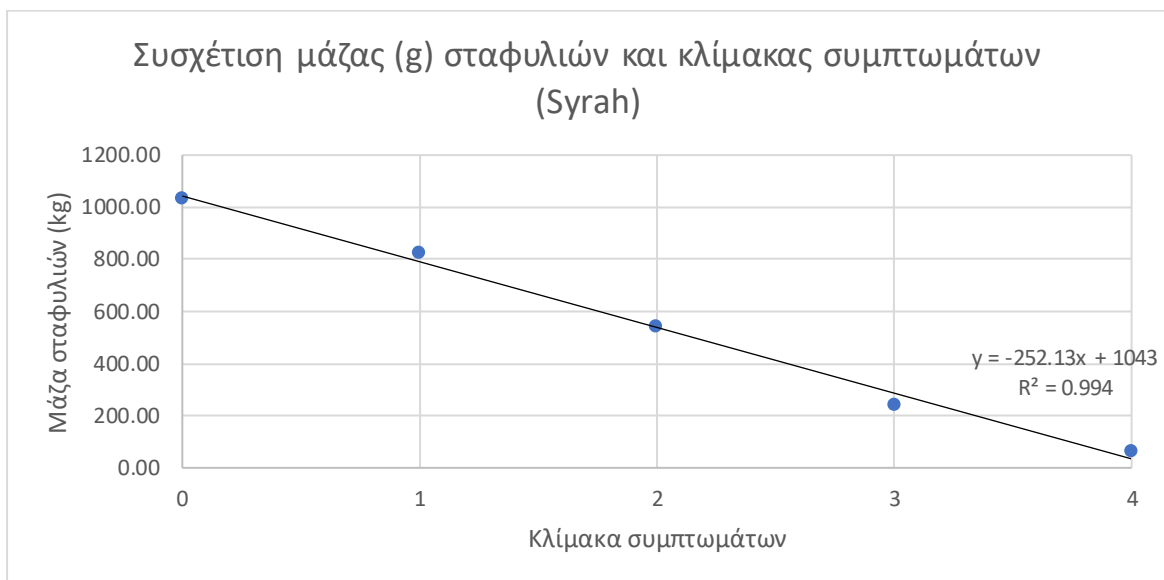
4.2 Συσχέτιση μάζας σταφυλιών (παραγωγή) και συμπτωμάτων

Στα διαγράμματα 7,8 και 9 απεικονίζεται ο μέσος όρος της μάζας των καρπών ανά κλίμακα σε συνάρτηση με την ένταση (κλίμακα) των συμπτωμάτων. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος της μάζας καρπών σε γραμμάρια που παράγει κάθε φυτό από κάθε κλίμακα συμπτωμάτων και κάθε ποικιλία. Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 εκφράζει τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ της μεταβλητής y και της μεταβλητής x , δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση τη συσχέτιση μεταξύ της μάζας των καρπών και της κλίμακας των συμπτωμάτων κάθε ποικιλίας. Όσο ο συντελεστής προσδιορισμού λαμβάνει τιμές πλησιέστερες στο 1, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ωστόσο, αν και δύο μεταβλητές x, y μπορεί να έχουν γραμμική συσχέτιση, αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι το x προκαλεί τη μεταβολή του y , καθώς κάποιος άλλος παράγοντας μπορεί να παρεμβάλλεται (Δαμιανού & Κούτρας, 2003).

Πραγματοποιήθηκε, επίσης, Ανάλυση Διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA Single Factor), ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της παραγωγής και της έντασης των συμπτωμάτων σε κάθε ποικιλία σε επίπεδο σημαντικότητας 95 % ($\alpha=0,05$). Στη συνέχεια, για τις περιπτώσεις όπου παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων, πραγματοποιήθηκε

Fischer LSD Test, ώστε να προσδιοριστούν ποια ζεύγη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Στο διάγραμμα 6, παρουσιάζεται η γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των καρπών της ποικιλίας Syrah και της κλίμακας συμπτωμάτων. Παρατηρείται καλή γραμμική συσχέτιση ($R^2=0,994$, δηλαδή προσεγγίζει το 1), με εξίσωση ευθείας $y=-252,13x+1043$, δηλαδή η ποσότητα της παραγωγής είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης των συμπτωμάτων.



Διάγραμμα 7: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Syrah και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA Single Factor με βάση την μέση μάζα σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Syrah.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Syrah

Anova: Single Factor				
SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
Κλίμακα 0	4	4,122	1,0305	0,00357767
Κλίμακα 1	3	2,464	0,82133333	0,00137033
Κλίμακα 2	3	1,622	0,54066667	0,00186233
Κλίμακα 3	4	0,964	0,241	0,000582

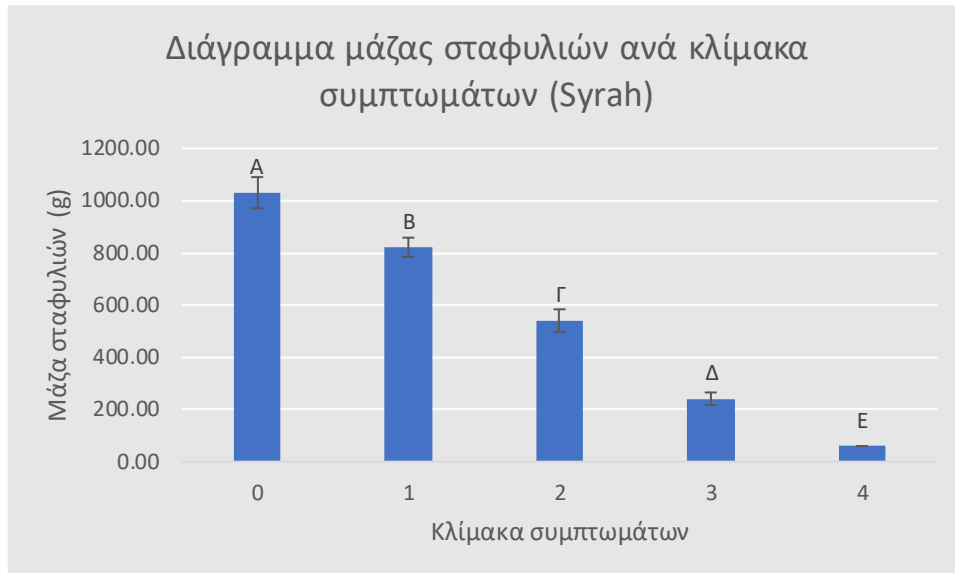
Κλίμακα 4	2	0,12	0,06	0		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1,99164267	4	0,49791067	289,111115	4,6483E-11	3,35669002
Within Groups	0,01894433	11	0,00172221			
Total	2,010587	15				

Παρατηρείται ότι $F > F_{crit}$ άρα φαίνεται ότι η παραγωγή επηρεάζεται από την κλίμακα συμπτωμάτων. Το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από το P-value που είναι μικρότερο του 5%. Πραγματοποιείται κατά συνέπεια Fischer's LSD Test, ώστε να εντοπισθούν τα ζεύγη που διαφέρουν. Υπολογίστηκε το t-value, από κατάλληλους πίνακες για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και βαθμούς ελευθερίας 15, ότι ισούται με 2,13 και στη συνέχεια συγκρίνονται οι δειγματικοί μέσοι σε ζεύγη. Δεν παρατηρήθηκε ομοιότητα σε κανένα ζεύγος (Πίνακας 3). Φαίνεται δηλαδή ότι το βάρος καρπών κάθε κλίμακας παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τα βάρη των καρπών των φυτών όλων των υπόλοιπων κλιμάκων.

Πίνακας 3: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Syrah

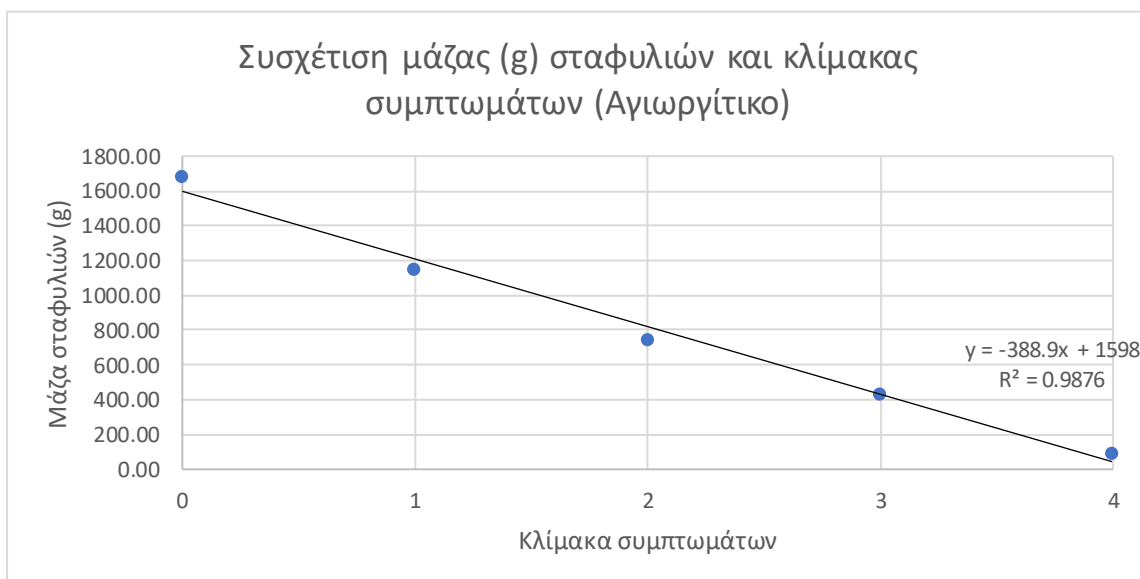
Κλίμακα	Μέση μάζα καρπών (kg)	Ομοιογενείς ομάδες
0	1,0305	A
1	0,8213	B
2	0,5407	Γ
3	0,2410	Δ
4	0,0600	E

Στο διάγραμμα 8, παρατηρείται η μάζα των σταφυλιών που παράγονται από κάθε κλίμακα των αμπελιών της ποικιλίας Syrah, καθώς και οι στατιστικά ομοιογενείς ομάδες.



Διάγραμμα 8: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Syrah

Στο διάγραμμα 9, παρουσιάζεται η γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των καρπών της ποικιλίας Αγιωργίτικο και της κλίμακας συμπτωμάτων. Παρατηρείται, επίσης, καλή γραμμική συσχέτιση ($R^2=0,9876$, δηλαδή προσεγγίζει το 1), με εξίσωση ευθείας $y=-388,9x+1598$, δηλαδή η ποσότητα της παραγωγής είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης των συμπτωμάτων.



Διάγραμμα 9: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Αγιωργίτικο και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών

Στον πίνακα 4, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA Single Factor με βάση την μέση μάζα σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Αγιωργίτικο.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Αγιωργίτικο

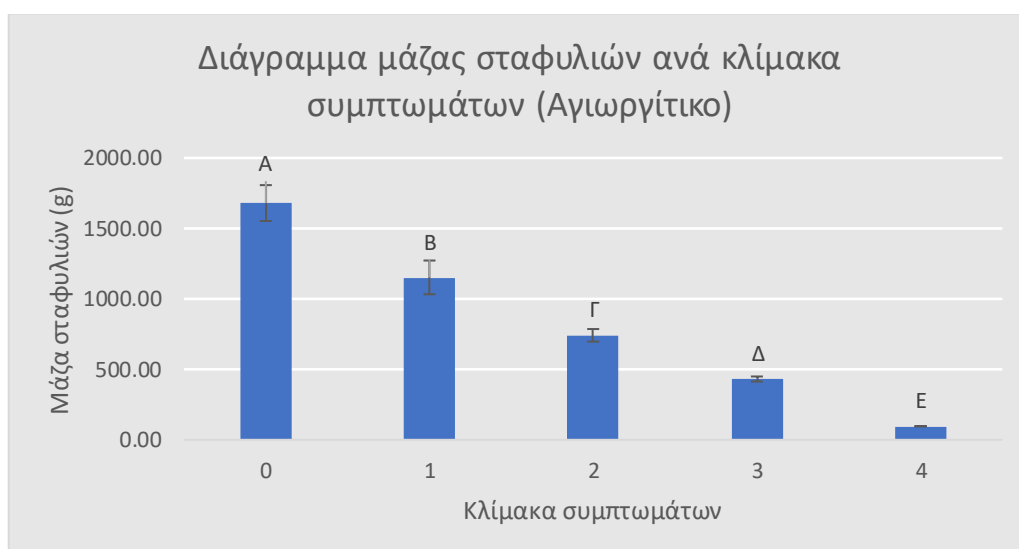
Anova: Single Factor						
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
Κλίμακα 0	4	6,72	1,68	0,016206		
Κλίμακα 1	3	3,457	1,15233333	0,01436433		
Κλίμακα 2	3	2,224	0,74133333	0,00199233		
Κλίμακα 3	3	1,294	0,43133333	0,00032233		
Κλίμακα 4	1	0,096	0,096			
ANOVA						
<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	3,90418293	4	0,97604573	107,158334	1,387E-07	3,63308851
Within Groups	0,081976	9	0,00910844			
Total	3,98615893	13				

Παρατηρείται ότι $F > F_{crit}$ άρα φαίνεται ότι η παραγωγή επηρεάζεται από την ένταση συμπτωμάτων. Το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από το P-value που είναι μικρότερο του 5%. Πραγματοποιείται κατά συνέπεια Fischer's LSD Test, ώστε να εντοπισθούν τα ζεύγη που διαφέρουν. Υπολογίστηκε το t-value, από κατάλληλους πίνακες για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και βαθμούς ελευθερίας 13, ότι ισούται με 2,16 και στη συνέχεια συγκρίνονται οι δειγματικοί μέσοι σε ζεύγη. Δεν παρατηρήθηκε ομοιότητα σε κανένα ζεύγος (Πίνακας 5). Φαίνεται δηλαδή και για αυτή την ποικιλία ότι το βάρος των καρπών των φυτών κάθε κλίμακας παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τα βάρη των καρπών των φυτών όλων των υπόλοιπων κλιμάκων.

Πίνακας 5: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Αγιωργίτικο

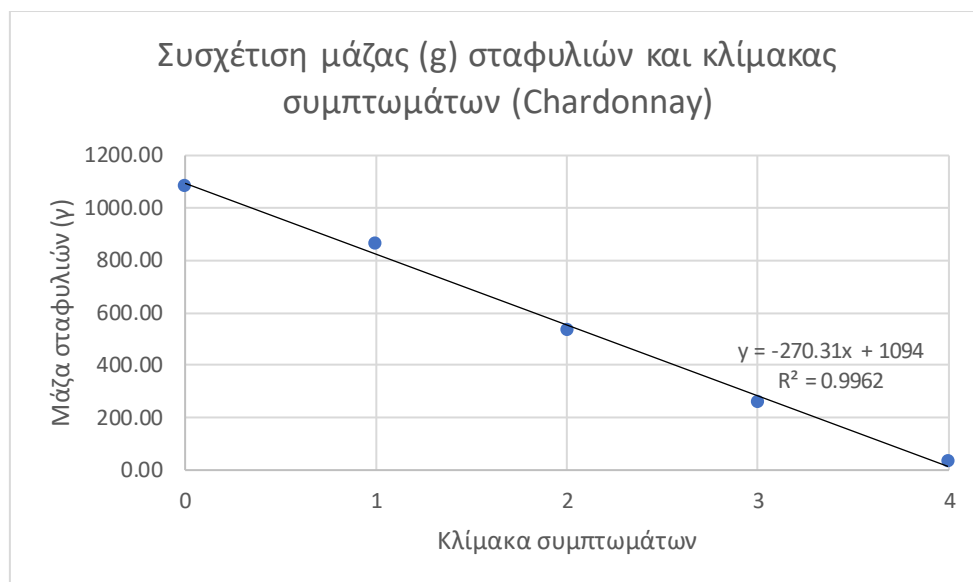
Κλίμακα	Μέση μάζα καρπών (kg)	Ομοιογενείς ομάδες
0	1,6800	A
1	1,1523	B
2	0,7413	Γ
3	0,4313	Δ
4	0,0960	E

Στο διάγραμμα 10, παρατηρείται η μάζα των σταφυλιών που παράγονται από κάθε κλίμακα των αμπελιών της ποικιλίας Αγιωργίτικο.



Διάγραμμα 10: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Αγιωργίτικο

Στο διάγραμμα 11, παρουσιάζεται η γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των τσαμπιών της ποικιλίας Chardonnay και της κλίμακας συμπτωμάτων. Και σε αυτή την περίπτωση, όπως και στις δύο προηγούμενες, παρατηρείται καλή γραμμική συσχέτιση ($R^2=0,9962$, δηλαδή προσεγγίζει το 1) των δύο μεταβλητών, με εξίσωση ευθείας $y=-270,31 x+1094$, δηλαδή η ποσότητα της παραγωγής είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης των συμπτωμάτων.



Διάγραμμα 11: Γραφική παράσταση που δείχνει τη συσχέτιση της μάζας των σταφυλιών της ποικιλίας Chardonnay και της έντασης συμπτωμάτων των βλαστών

Συγκεντρωτικά, και για τις τρεις ποικιλίες, φαίνεται ότι όσο το ποσοστό των βλαστών που εμφανίζει συμπτώματα αυξάνει, τόσο η μάζα των παραγόμενων τσαμπιών μειώνεται, γεγονός που είναι αναμενόμενο.

Στον πίνακα 6, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA Single Factor με βάση την μέση μάζα σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Chardonnay.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα ANOVA Single Factor, της μάζας των σταφυλιών ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Chardonnay

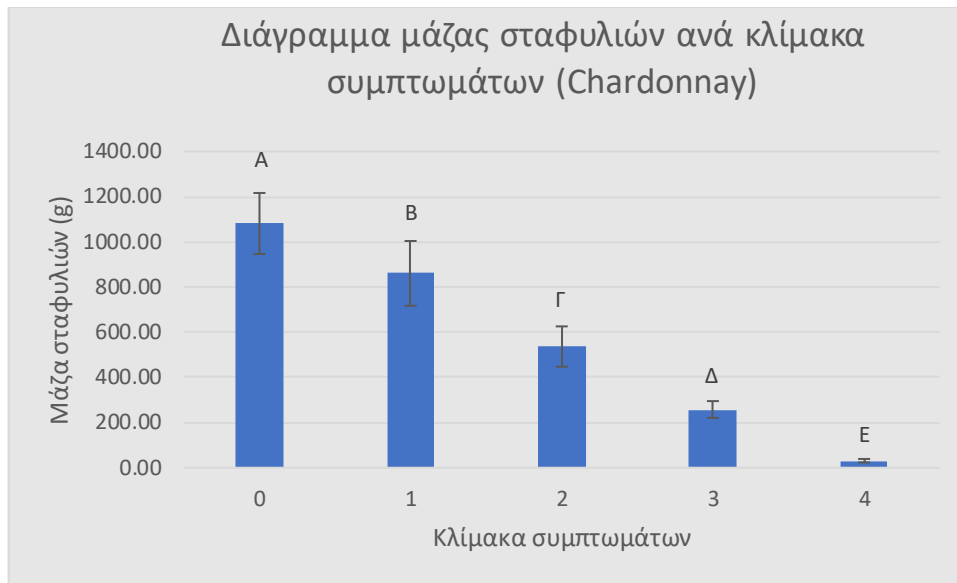
Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Κλίμακα 0	4	4,325	1,08125	0,00350158		
Κλίμακα 1	3	2,581	0,860333333	0,00016633		
Κλίμακα 2	3	1,609	0,536333333	0,00109033		
Κλίμακα 3	4	1,031	0,25775	0,00115425		
Κλίμακα 4	2	0,062	0,031	0,000392		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2,25794517	4	0,56448629	368,008685	1,2488E-11	3,35669002
Within Groups	0,01687283	11	0,00153389			
Total	2,274818	15				

Παρατηρείται ότι $F > F_{crit}$ άρα φαίνεται ότι η παραγωγή επηρεάζεται από την κλίμακα συμπτωμάτων. Το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από το P-value που είναι μικρότερο του 5%. Πραγματοποιείται κατά συνέπεια Fischer's LSD Test, ώστε να εντοπισθούν τα ζεύγη που διαφέρουν. Υπολογίστηκε το t-value, από κατάλληλους πίνακες για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και βαθμούς ελευθερίας 15, ότι ισούται με 2,13 και στη συνέχεια συγκρίνονται οι δειγματικοί μέσοι σε ζεύγη. Δεν παρατηρήθηκε ομοιότητα σε κανένα ζεύγος (Πίνακας 7). Φαίνεται, δηλαδή, ότι και για αυτή την ποικιλία το βάρος καρπών των φυτών κάθε κλίμακας παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τα βάρη των καρπών των φυτών όλων των υπόλοιπων κλιμάκων.

Πίνακας 7: Στατιστικά ομοιογενείς ομάδες με βάση τη μέση παραγωγή καρπών ανά κλίμακα της ποικιλίας Chardonnay

Κλίμακα	Μέση μάζα καρπών (kg)	Ομοιογενείς ομάδες
0	1,0813	A
1	0,8603	B
2	0,5363	Γ
3	0,2578	Δ
4	0,0310	E

Στο διάγραμμα 12, παρατηρείται η μάζα των σταφυλιών που παράγονται από κάθε κλίμακα των αμπελιών της ποικιλίας Chardonnay.



Διάγραμμα 12: Διάγραμμα μάζας σταφυλιών σε g ανά κλίμακα συμπτωμάτων για την ποικιλία Chardonnay

4.3 Εκτιμώμενες απώλειες παραγωγής

Για κάθε μία ποικιλία εκτιμήθηκε η δυνητική παραγωγή σε Kg ανά εκτάριο, δηλαδή η θεωρητική παραγωγή αν όλα τα πρέμνα των γεωμεταχίων ήταν υγιή. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η εκτιμώμενη παραγωγή (σε kg ανά εκτάριο) ανάλογα με το ποσοστό των φυτών ανά κλίμακα έντασης συμπτωμάτων και το βάρος καρπών που αντιστοιχεί σε κάθε κλίμακα. Από την διαφορά δυνητικής και εκτιμώμενης παραγωγής υπολογίσθηκαν οι εκτιμώμενες συνολικές απώλειες παραγωγής.

Στο πίνακα 8, παρουσιάζονται οι απώλειες παραγωγής των τριών ποικιλιών και τα αντίστοιχα ποσοστά. Το Αγιοργίτικο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εκτιμώμενη απώλεια (2543,3 kg/ ha), η οποία κυμαίνεται στο 46,14% της δυνητικής παραγωγής, ακολουθεί το Chardonnay (1808,3 kg/ ha) με ποσοστό απώλειας παραγωγής 45,42% και η Syrah (1664,2 kg/ ha), στην οποία το ποσοστό απώλειας παραγωγής ανέρχεται σε 44,60%. Πρόκειται για πολύ υψηλά ποσοστά απώλειας που δείχνουν ότι οι εξεταζόμενοι αμπελώνες αντιμετωπίζουν εκτεταμένο πρόβλημα από τις ασθένειες ξύλου.

Πίνακας 8: Δυνητική παραγωγή, Εκτιμώμενη παραγωγή και Απώλειες παραγωγής

	Δυνητική παραγωγή (kg/ha)	Εκτιμώμενη παραγωγή (kg/ha)	Απώλειες παραγωγής (kg/ha)	Απώλειες παραγωγής (%)
Syrah	3606,75	1942,56	1664,19	46,14
Αγιωργίτικο	5600	3056,70	2543,30	45,42
Chardonnay	4054,6875	2246,35	1808,342	44,60

4.4 Παθογόνα αίτια

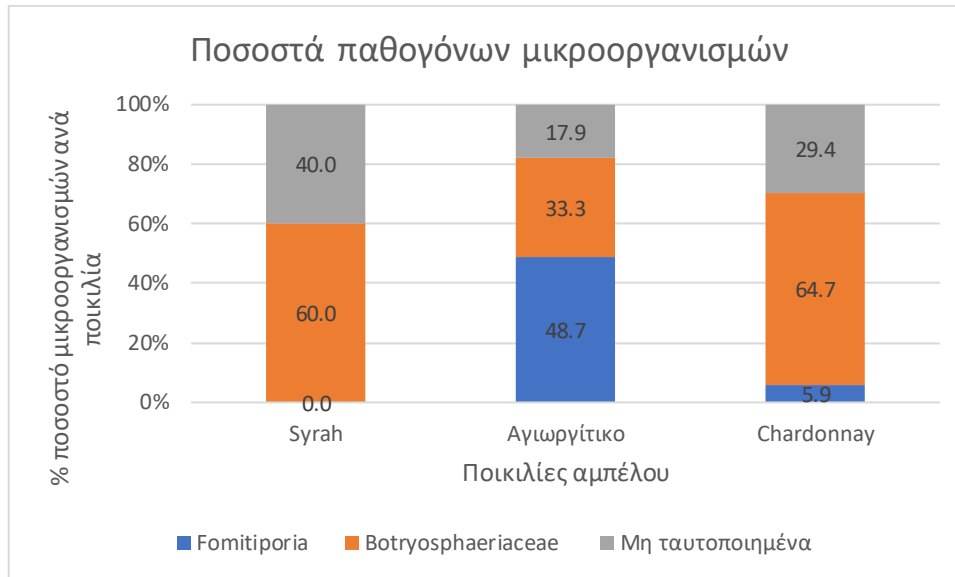
Κατά τη διερεύνηση των παθογόνων αιτιών, η ταυτοποίηση έγινε με βάση τα χαρακτηριστικά που παρατηρήθηκαν στα απομονωμένα παθογόνα τόσο μικροσκοπικά όσο και μακροσκοπικά. Μακροσκοπικά παρατηρήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των σχηματιζόμενων αποικιών, όπως χρώμα και σχήμα και μικροσκοπικά τα χαρακτηριστικά των μυκηλίων, των κονιδιοφόρων και των σπορίων.

Από τα δείγματα ξύλου απομονώθηκαν 76 καλλιέργειες, εκ των οποίων ταυτοποιήθηκαν οι μικροοργανισμοί από 56 αποικίες, όπου όλες ανήκαν στα εξής παθογόνα:

- *Fomitiporia mediterranea*
- Είδη οικογένειας *Botryosphaeriaceae*

Και στις τρεις ποικιλίες (Syrah, Αγιωργίτικο και Chardonnay) ταυτοποιήθηκαν μικροοργανισμοί της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* (60% του συνόλου απομονώσεων και 100% των ταυτοποιημένων απομονώσεων της Syrah, 33,3% του συνόλου των απομονώσεων της ποικιλίας Αγιωργίτικο και 64,7% της ποικιλίας Chardonnay), ενώ στην ποικιλία Αγιωργίτικο και Chardonnay ανιχνεύθηκε και ο μύκητας *Fomitiporia mediterranea* (48,7% του συνόλου των απομονώσεων της ποικιλίας Αγιωργίτικο και 5,9 % του συνόλου των απομονώσεων της ποικιλίας Chardonnay).

Στο παρακάτω διάγραμμα 13, διακρίνονται τα ποσοστά των μικροοργανισμών που απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν ανά ποικιλία, καθώς και το ποσοστό των απομονώσεων που δεν ταυτοποιήθηκαν.



Διάγραμμα 13: Διάγραμμα ποσοστών ταυτοποιημένων μικροοργανισμών και μη ταυτοποιημένων απομονώσεων ανά ποικιλία

5 Συμπεράσματα

Οι μυκητολογικές ασθένειες του ξύλου αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά φυτοπαθολογικά προβλήματα που πλήττουν την παραγωγικότητα του ελληνικού αμπελώνα. Πρόκειται για μία απειλητική κατάσταση που δεν έχει ακόμη αξιολογηθεί επαρκώς από τους αμπελοκαλλιεργητές, κυρίως λόγω της μη άμεσα αντιληπτής μετάδοσης και της σταδιακής εξασθένησης που προκαλεί στα πρέμνα.

Στην παρούσα μελέτη, η παρουσία των ασθενειών του ξύλου της αμπέλου στους μελετούμενους αμπελώνες της περιοχής του Τυρνάβου είναι πολύ εκτεταμένη και σε μεγάλη ένταση. Το 90% των πρέμνων της ποικιλίας Syrah και το 87% των πρέμνων των ποικιλιών Αγιωργίτικο και Chardonnay παρουσιάζουν συμπτώματα ασθένειας ξύλου είτε σε μεγαλύτερο είτε σε μικρότερο βαθμό.

Σημαντική διαφορά παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης από την μελέτη των Urbez-Torres et al. (2014). Η συγκεκριμένη ομάδα ερευνητών μελέτησε την εμφάνιση της ασθένειας της Ίσκας και της ασθένειας Petri σε 118 αμπελώνες στην Βρετανική Κολομβία και στον Καναδά. Συμπτώματα Ίσκας παρατηρήθηκαν μόλις σε 104 από 55.699 αμπέλια, το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό μόλις 0,2% των αμπελιών. Επίσης, διαφορά παρατηρείται και από τα αποτελέσματα μελέτης που πραγματοποιήθηκε σε αμπελώνες της Τσεχίας, όπου καλλιεργούνταν οι ποικιλίες Chardonnay και Cabernet Sauvignon. Η ποικιλία Chardonnay παρουσίασε συμπτώματα ασθενειών ξύλου στο 3,7% των εξεταζόμενων πρέμνων ενώ η ποικιλία Cabernet Sauvignon στο 10,1% (Baranek et al., 2018). Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Bordeaux στη Γαλλία σε 12 αγροτεμάχια για 9 έτη (2011-2019), η συχνότητα εμφάνισης συμπτωμάτων Ίσκας σε πρέμνα κυμάνθηκε από 2,2 έως 8,3% ανάλογα το έτος. Τα αμπέλια που εμφάνιζαν συμπτώματα από έτος σε έτος διέφεραν. Συνολικά, από τα καλλιεργούμενα πρέμνα το 14,3 % εμφάνισε κάποια στιγμή συμπτώματα Ίσκας (Dewasme et al., 2022).

Παρατηρήθηκε και στις τρεις ποικιλίες που εξετάστηκαν, ότι η ποσότητα παραγωγής του καρπού είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης των συμπτωμάτων που τα πρέμνα παρουσιάζουν. Δηλαδή όσο η ένταση των συμπτωμάτων των ασθενειών ξύλου αυξάνονται, τόσο η ποσότητα του καρπού που συλλέγεται κατά τον τρύγο από το πρέμνο είναι μικρότερη.

Η εκτιμώμενη απώλεια παραγωγής για την ποικιλία Syrah υπολογίστηκε στα 1664,2 kg /ha (46,14% απώλεια καρπού), για την ποικιλία Αγιωργίτικο υπολογίστηκε στα 2543,3 kg/ha (45,42% απώλεια καρπού) και για την ποικιλία Chardonnay υπολογίστηκε στα 1808,3 kg/ha (44,60%). Συγκεντρωτικά, φαίνεται ότι η παραγωγή καρπού τη συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σχεδόν στο 55% της δυνητικής παραγωγής των συγκεκριμένων αμπελώνων.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της μελέτης των Dewasme et al. (2022), όπου παρατηρήθηκε ότι η απώλεια απόδοσης για τα αμπέλια που εμφάνισαν συμπτώματα ίσκας ήταν 43% όταν τα αμπέλια εμφάνισαν συμπτώματα για πρώτη φορά ενώ αυξήθηκαν σε 55% όταν τα αμπέλια παρουσίασαν συμπτώματα σε δύο συνεχόμενα έτη (Dewasme et al., 2022).

Σύμφωνα με τη μελέτη των παθογόνων αιτιών, οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν στις τρεις ποικιλίες είναι οι *Fomitiporia mediterranea* (κυρίως, Αγιωργίτικο) και είδη της οικογένειας *Botryosphaeriaceae* (ανιχνεύθηκαν στα δείγματα και των τριών ποικιλιών).

Η παρουσία αυτών των παθογόνων μυκήτων σε αμπέλια με εμφανή συμπτώματα ασθένειων ξύλου, επιβεβαιώνεται και από τη βιβλιογραφία. Οι Baranek et al. (2018) ταυτοποίησαν την παρουσία του μύκητα *Botryosphaeria dothidea* (στο 15% των ασθενών πρέμνων), καθώς και την παρουσία ορισμένων άλλων μυκητιακών παθογόνων όπως *Phaeomoniella chlamydospora* (στο 77% των ασθενών πρέμνων), ακολουθούμενο από τα *Eutypa lata* (62%), *Diaporthe ampelina* (31%) (Baranek et al., 2018). Σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Carlucci et al. (2015) στην Νότια Ιταλία για την βοτρυοσφαίρια, απομόνωσαν μύκητες από δείγματα ξύλου πρέμνων με εμφανή συμπτώματα της ασθένειας, όπως αποχρωματισμός ξύλου και φυλλώματος, κατάρρευση φυτού, καρκινώματα. Από τις απομονώσεις αυτές που πραγματοποίησαν 344 ταυτοποιήθηκαν ως είδη *Botryosphaeriaceae* (*Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia corticola*, *D. mutila*, *D. seriata*, *Dothiorella iberica*, *Do. sarmentorum*, *Lasiodiplodia citricola*, *L. theobromae* και *Neofusicoccum parvum*) (Carlucci et al., 2015)

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης είναι ανησυχητικά για το μέλλον των συγκεκριμένων αμπελώνων, καθώς η εμφάνιση της ασθένειας είναι πολύ μεγάλη, με ποσοστό μεγαλύτερο από το 85% των φυτών να έχει εμφανή συμπτωματολογία. Επιπλέον η παραγωγή παρουσιάζει σημαντική εκτιμώμενη απώλεια, γεγονός που δημιουργεί και οικονομικές απώλειες για τον αμπελουργό.

Είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί ή έστω να περιοριστεί αποτελεσματικά στους συγκεκριμένους αμπελώνες η ένταση των συμπτωμάτων που παρουσιάζουν τα πρέμνα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, πιθανότατα σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο αμπελουργός θα αναγκαστεί να προχωρήσει σε αντικατάσταση μέρους ή ολόκληρου του αμπελώνα.

Θα ήταν χρήσιμο, ωστόσο, να γίνει συνήθη πρακτική να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα σε όλους τους αμπελώνες, ώστε να περιορίζεται στο μέτρο του δυνατού η εμφάνιση και η εξέλιξη των ασθενειών ξύλου των πρέμνων. Τέλος, θα πρέπει να συνεχιστεί η έρευνα για την εύρεση αποτελεσματικής αντιμετώπισης των παθογόνων μυκήτων. Η βιολογική αντιμετώπιση είναι αρκετά ελπιδοφόρα, ωστόσο πρέπει να διερευνηθεί η ασφάλεια της χρήσης μικροοργανισμών στο έδαφος ή στο αμπέλι, να προσδιοριστούν οι τυχόν περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να ορισθούν όρια ασφάλειας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Abiri, K., Rezaei, M., Tahanian, H., Heidari, P., Khadivi, A. (2020). Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis Vinifera* L.) germplasm collection. *Scientia Horticulturae*, 266: 109285
- Armengol, J., Vicent, A., Torne, L., Garcia-Figueres, F., Garcia-Jimenez, J. (2001). Fungi associated with esca and grapevine declines in Spain: a three-year survey. *Phytopathologia Mediterranea*, 40: 325-329
- Azevedo-Nogueira, F., Rego, C., Goncalves, H.M.R., Fortes, A.M., Gramaje, D., Martins-Lopes, P. (2022). The road to molecular identification and detection of fungal grapevine trunk diseases. *Frontiers in Plant Science*, 13: 960289
- Baranek, M., Armengol, J., Holleinova, V., Pecenka, J., Calzarano, F., Penazova, E., Vachun, M., Eichmeier, A. (2018). Incidence of symptom and fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Czech vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*, 57 (3): 449-458
- Bruez, E., Lecomte, P., Grosman, J., Doublet, B., Bertsch, C., Fontaine, F., Ugaglia, A., Teissedre, P.-L., Da Costa, J.-P., Guerin-Dubrana, L., Rey, P. (2012). Overview of grapevine trunk diseases in France in the 2000s. *Phytopathologia Mediterranea*, 52 (2): 262-275
- Carlucci, A, Cibelli, F., Lops, F., Raimondo, M.L. (2015). Characterization of Botryosphaeriaceae Species as Casual Agents of Trunk Diseases on Grapevines. *Plant Disease*, 99 (12): 1678-1688
- Cloete, M., Fischer, M., Mostert, L., Halleen, F. (2015). Hymenochaetales associated with esca-related wood rots on grapevine with special emphasis on the status of esca in South African vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2): 299-312.
- Coito, J.L., Silva, H.G., Ramos, M.J.N., Cunha, J., Eiras-Dias, J., Amancio, S., Costa, M.M.R., Rocheta, M. (2019). *Vitis* flower types: from the wild to crop plants. *PeerJ*, 7: e7879
- Δαμιανού Χ. & Κούτρας, Μ. (2003). *Εισαγωγή στη Στατιστική - Μέρος Ι*. Εκδόσεις Συμμετρία. Αθήνα

- Dewasme, C., Mary, S., Darrieutor, 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
- Diaz, G.A. & Latorre, B.A. (2013). Efficacy of paste and liquid fungicide formulation to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Protection*, 46: 106-112
- ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή). (2022). Δελτίο Τύπου. Έρευνα Αμπελουργικών Καλλιεργειών, έτους 2020. Διατίθεται στο διαδίκτυο [28/07/2023]: <https://www.statistics.gr/documents/20181/cab58447-e3d7-f808-e1c4-b55c32699920>
- Ferreira, A.B.M., Leite, L.G., Hernandes, J.L., Harakava, R., Padovani, C.R., Bueno, C. (2018). Colonization of vines by Petri disease fungi, susceptibility of rootstocks to *Phaeomoniella chlamydospore* and their disinfection. *Arquivos do Instituto Biologico*, 85: 1-10
- Gramaje, D., Garcia-Jimenez, J, Armengol, J. (2010). Grapevine rootstock susceptibility to fungi associated with Petri disease and esca under field conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61: 512-520.
- Gonzalez-Dominguez, E., Caffi, T., Paolini, A., Mugnai, L., Latinovic, N., Languasco, L., Rossi, V. (2022). Development and Validation of a Mechanistic Model That Predicts Infection by *Diaporthe ampelina*, the Causal Agent of Phomopsis Cane and Leaf Spot of Grapevines. *Frontiers in Plant Science*, 13: 872333
- Harutyunyan, M. & Malfeito-Ferreira, M. (2022). The Rise of Wine among Ancient Civilizations across the Mediterranean Basin. *Heritage*, 5(2): 788-812.
- Hellman, E.W. (2003). Grapevine Structure and Function. *Oregon Viticulture*, pp. 5-19.
- Daane K.M., Vincent C., Isaacs R., Ioriatti C., (2018), Entomological opportunities and challenges for sustainable viticulture in a global market, *Annu Rev. Entomol.* 2 (63):193-214.
- Keller, M. (2020). Chapter 8 – Living with other organisms. *The Science of Grapevines (Third Edition)*, pp 357-381.

- Κοινή Υπουργική Απόφαση 2919/95506/2017 -ΦΕΚ 3276/Β/18-9-2017. Διατίθεται
διαδικτυακά [30/07/2023]:
https://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Ampeli/ya2919_130917_taxinomisi_ampelonon.pdf
- Kotze, C., Van Niekerk, J., Mostert, L., Halleen, F., Fourie, P. (2011). Evaluation of biocontrol agents for grapevine pruning wound protection against trunk pathogen infection. *Phytopathologia Mediterranea*, 5: S247 – S263
- Larach, A., Torres, C., Riquelme, N., Valanzuela, 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.
- Legein, M., Smets, W., Vandenheuvell, Eilers, T., Muysshondt, B., Prinsen, E., Samson, R., Lebeer, S. (2020). Modes of Action of Microbial Biocontrol in the Phyllosphere. *Frontiers in Microbiology*, 11: 2020
- Lemaitre-Guillier, C., Fontaine, F., Roullier-Gall, C., Harir, M., Magnin-Robert, M., Clement, C., Trouvelot, S., Gougono, R.D., Schmitt-Kopplin, P., Adrian, M. (2020). Cultivar- and Wood Area-Dependent Metabolomic Fingerprints of Grapevine Infected by *Botryosphaeria Dieback*. *Phytopathology*, 110 (11): 1821-1837
- Luque, J., Martos, S., Aroca, A., Raposo, R., Garcia-Figueres, F. (2009). Symptoms and fungi associated with declining mature grapevine plants in northeast Spain. *Journal of Plant Pathology*, 91 (2): 381-390.
- Maul et al. (2023): Vitis International Variety Catalogue, VIVC. Accessed, August 2023: <https://www.vivc.de/>
- Mesguida, O., Haidar, R., Yacoub, A., Dreux-Zigha, A., Berthon, J.-Y., Guyoneaud, R., Attard, E., Rey, P. (2023). Trunk Diseases: A Review of Strain Diversity, Modes of Action, and Advantages and Limits of Current Strategies. *Journal of Fungi*, 9 (6): 638
- Mondello, V., Larignon, P., Armengol, J., Kortekamp, A., Vaczy, K., Prezman, F., Serrano, E., Rego, C., Mugnai, L. & Fontaine, F. (2018). Management of

- grapevine trunk diseases: knowledge transfer, current strategies and innovative strategies adopted in Europe. *Phytopathologia Mediterranea*, 57(3): 369-383.
- OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2016). Grapevine Trunk Diseases. A review. Available online [02/05/2023]: <https://www.oiv.int/public/medias/4650/trunk-diseases-oiv-2016.pdf>
- OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2017). Distribution of the world's grapevine varieties. Focus OIV 2017. Available online [06/08/2023]: <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 [05/08/2023]: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_State_of_the_world_Vine_and_Wine_sector_in_2022_2.pdf
- Ravaz, L., 1898. Sur le folletage. *Revue de Viticulture*, 10: 184-186
- Rolshausen, P.E., Urbez-Torres, J.R., Rooney-Latham, S, Eskalen, A., Smith, R.J., Gubler, W.D. (2010). Evaluation of Pruning Wound Susceptibility and Protection Against Fungi Associated with Grapevine Trunk Diseases. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (1): 113-119
- Sosnowski, M.R., Ayres, M.R., McCarthy, M.G., Scott, E.S. (2021). Winegrape cultivars (*Vitis vinifera*) vary in susceptibility to the grapevine trunk pathogens *Eutypa lata* and *Diplodia seriata*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 28 (1): 166-174
- ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ. Τεχνικός Φάκελος βάσει του άρθρου 107 του Καν (ΕΕ) 1308/2013. Διατίθεται στο διαδίκτυο [22/08/2023]: <https://www.minagric.gr/for-farmer-2/2012-02-02-07-52-07/ellinikaproionta/627-oinoipopppge>
- Yacoub, A., Gerbore, J., Magnin, N., Chambon, P., Dufour, M.-C., Corio-Costet, M.-F., Guyoneaud, R., Rey, R. (2016). Ability of *Pythium oligandrum* strains to protect *Vitis vinifera* L., by inducing plant resistance against *Phaeomoniella chlamydospora*, a pathogen involved in Esca, a grapevine trunk disease. *Biological Control*, 92: 7-16

- Urbez-Torres, J.R., Haag, P., Bowen, P., O’Gorman, D.T. (2014). Pathogens Associated with Esca and Petri Diseases of Grapevine. *Plant Diseases*, 98 (4): 469-482
- Urbez-Tores, J.R., Tomaselli, E., Pollard-Flamand, J., Boule, J., Gerin, D., Pollastro, S. (2020). Characterization of Trichoderma isolates from southern Italy, and their potential biocontrol activity against grapevine trunk disease fungi. *Phytopathologia mediterranea*, 59 (3): 393-628
- Viala, P. (1926). Recherces sur les maladies de la vigne. Esca. *Annales epiphyties*, 12: 5-108.
- Visan, L., Tamba-Berehoiu, R.-M., Popa, C.N., Danaila-Guidea, S.M., Dobrinou, R.V. (2019). Syrah – Grapevine and wine – A critical review. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 19(1), 609-615
- Ye, Q., Zhang, W., Jia, J., Li, X., Zhou, Y., Han, C., Wu, X., Yan, J. (2021). Fungal pathogens associated with black foot of grapevine in China. *Phytopathologia Mediterranea*, 60 (2): 303-319