



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΡΟΛΙΝΗΣ
ΚΑΙ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΥΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ»**

Δήμητρα Σκούρτη

Επιβλέπων: Γεώργιος Πατακιούτας

Καθηγητής

Άρτα, Απρίλιος, 2024

**«ANALYTICAL METHODS FOR THE DETERMINATION OF
PROLINE AND TOTAL PHENOLICS IN GREENHOUSE
CULTIVATION OF GRAPEVINE PLANTS»**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Γεώργιος Πατακιούτας, Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Παρασκευή Μπέζα, Επίκουρος Καθηγήτρια|

3. Μέλος επιτροπής

Βασίλειος Στουρνάρας, Επίκουρος Καθηγητής

© Σκούρτη Δήμητρα, 2024.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Σκούρτη Δήμητρα

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ Πατακιούτα Γεώργιο, επιβλέποντα Καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της συγκεκριμένης.

Επίσης, θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στην κα Μπέζα Παρασκευή, Επίκουρη Καθηγήτρια και στην κα Λαμπράκη Ελένη, υποψήφια διδάκτωρ του τμήματος Γεωπονίας για την αποτελεσματική καθοδήγησή τους σε όλη τη διάρκεια τόσο του εργαστηριακού όσο και του συγγραφικού μέρους αυτής της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις συμφοιτήτριες και φίλες μου Θεοχαροπούλου Ελένη Μαρία και Παναγιώτου Αλίκη για τις εποικοδομητικές υποδείξεις και συμβουλές τους πάνω στη συγγραφή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους φίλους μου Νάσια, Ναταλία, Νικόλα και Ξανθή για όλη τη βοήθεια και την υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια της διεκπεραίωσης αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η εφαρμογή δύο αναλυτικών πρωτοκόλλων, ένα για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών και ένα για τον προσδιορισμό της προλίνης, πάνω σε πραγματικά δείγματα από φύλλα φυτών αμπέλου ως δείκτες φυσιολογίας του φυτού της αμπέλου. Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ποικιλίας Ντεμπίνα, εμβολιασμένα σε υποκείμενο 110R και καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες εντός του υαλόφρακτου υδροπονικού θερμοκηπίου της σχολής Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στην περιοχή των Κωστακίων Άρτας.

Στις μεταχειρίσεις του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ως εδαφοβελτιωτικό υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη 1:1 με 10% οργανικό κομπόστ, παρασκευασμένο από υπολείμματα κλαδέματος αμπελώνων και 2,9% ατροποποίητη οινολάσπη ως παραπροϊόν οينوποίησης. Το πείραμα διήρκεσε 60 ημέρες και σε καμία από τις μεταχειρίσεις δεν προστέθηκε κάποιου είδους λίπασμα. Στα δενδρύλλια αμπέλου εφαρμόστηκε τακτική άρδευση στο 100% της ETc (ποσοστό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας), ενώ σε μια μεταχείριση εφαρμόστηκε ελλειμματική άρδευση στο 85% της ETc. Η 1η μεταχείριση ήταν ο μάρτυρας (Μ) με υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1, η 2η μεταχείριση με υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 10% κομπόστ (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ) και η 3η μεταχείριση με υπόστρωμα επίσης με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 με 10% κομπόστ αλλά σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ). Εκτός από τη μέτρηση της προλίνης και των ολικών φαινολικών ως δείκτες στρεσαρίσματος των φυτών, μετρήθηκε και η βλαστική τους ανάπτυξη καθώς και το νωπό και ξηρό τους βάρος, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση του οργανικού κομπόστ στην ανάπτυξή τους.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως το κομπόστ και η οινολάσπη έδρασαν θετικά στην ανάπτυξη των φυτών, είτε με κανονική είτε με ελλειμματική άρδευση, σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Συγκεκριμένα αποδείχθηκε πως η προσθήκη οργανικών υλικών (καλλιεργητικών υπολειμμάτων και οινολάσπης) στο υπόστρωμα της καλλιέργειας επιδρά θετικά και θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτική μορφή λίπανσης. Όσο αφορά τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των ολικών φαινολικών και της προλίνης ήταν σε υψηλότερα επίπεδα κυρίως στα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε ελλειμματική άρδευση επιβεβαιώνοντας αφενός την ορθότητα των αναλυτικών πρωτοκόλλων, αφετέρου την εμφανή υδατική καταπόνηση που υπέστησαν.

Λέξεις-κλειδιά: άμπελος, προλίνη, ολικά φαινολικά

ABSTRACT

The aim of this thesis was to apply two analytical protocols, one for the determination of total phenolics and one for the determination of proline, on real samples of vine plant leaves as indicators of vine plant physiology. The plants used were of the Debina variety, inoculated in 110R rootstock and grown in pots within the glass-barred hydroponic greenhouse of the Faculty of Agriculture of the University of Ioannina in the area of Kostakioi, Arta.

In the treatments of the experiment, a 1:1 mixture of peat and perlite with 10% organic compost prepared from vineyard pruning residues and 2.9% untreated wine sludge as a by-product of winemaking was used as a soil amendment substrate. The experiment lasted 60 days and no fertilizer was added to any of the treatments. Regular irrigation was applied to the vine seedlings at 100% of ET_c (percentage of the crop's actual evapotranspiration), while in one treatment deficit irrigation was applied at 85% of ET_c. The 1st treatment was the control (M) with a 1:1 peat and perlite mixture substrate, the 2nd treatment with a 1:1 peat and perlite mixture substrate and 10% compost (TP/C10%/10: 1/OA) and the 3rd treatment with substrate also with a 1:1 peat and perlite mixture with 10% compost but under deficit irrigation conditions (TP/C10%/10:1/OA/EA). In addition to the measurement of proline and total phenolics as indicators of plant stress, their vegetative growth and fresh and dry weight were also measured to evaluate the effect of the organic compost on their growth.

The results of the measurements showed that compost and wine lees had a positive effect on plant growth, either with normal or deficit irrigation, compared to the control plants. In particular, it was shown that the addition of organic materials (crop residues and wine lees) to the crop substrate had a positive effect and could be an alternative form of fertilisation. As for the results of the total phenolic and proline concentrations, they were at higher levels mainly in the plants to which deficit irrigation was applied, confirming on the one hand the correctness of the analytical protocols and on the other hand the obvious water stress suffered by the plants.

Keywords: grapevine, proline, total phenolics

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT	8
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	16
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	17
1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	18
1.1. Εισαγωγή	18
1.2. Συστηματική ταξινόμηση αμπέλου	19
1.3. Βοτανική περιγραφή.....	20
1.3.1. Ρίζα.....	20
1.3.2. Φύλλα-Έλικες-Άνθη.....	20
1.3.3. Καρπός.....	22
1.4. Ανάγκες εδάφους.....	23
1.4.1. Θρεπτικά στοιχεία	24
1.4.2. Λίπανση	24
1.4.3. Άρδευση	25
1.5. Πολλαπλασιασμός.....	26
1.5.1. Εγγενής πολλαπλασιασμός.....	26
1.5.2. Αγενής πολλαπλασιασμός	26
1.5.2.1. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα, καταβολάδες	27
1.5.2.2. Πολλαπλασιασμός με εμβολιασμό	27
1.6. Κλάδεμα	29
1.7. Εχθροί – ασθένειες και η καταπολέμησή τους.....	31

1.7.1.	Εχθροί αμπέλου	31
1.7.1.1.	Ευδεμίδα (<i>Lobesia botrana</i>)	31
1.7.1.2.	Θρίπας (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	32
1.7.1.3.	Φυλλοξήρα (<i>Dactylosphaera vitifoliae</i>)	32
1.7.1.4.	Ερίνωση (<i>Eriophyes vitis</i>)	33
1.7.2.	Ασθένειες αμπέλου	33
1.7.2.1.	Περονόσπορος (<i>Plasmopara viticola</i>)	34
1.7.2.2.	Ωίδιο (<i>Uncinula necator</i>)	34
1.7.2.3.	Βοτρύτης (<i>Botrytis cinerea</i>)	35
1.7.2.4.	Ίσκα (<i>Fomitiporia mediterranea</i> και <i>Fomitiporia punctate</i>)	35
1.8.	Καλλιεργούμενα είδη και ποικιλίες	36
1.8.1.	Ποικιλία Ντεμπίνα	37
2.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ	37
2.1.	Υπολείμματα κλαδέματος	37
2.2.	Υπολείμματα οινοποιείων	38
2.3.	Αξιοποίηση των υπολειμμάτων	39
3.	ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	41
3.1.	Κατηγοριοποίηση φαινολικών ενώσεων	41
3.2.	Πολυφαινόλες	42
3.3.	Πρωτόκολλο προσδιορισμού ολικών φαινολικών	45
4.	ΠΡΟΛΙΝΗ	48
4.1.	Βιοσύνθεση προλίνης	48
4.2.	Προλίνη ως δείκτης καταπόνησης	49
4.3.	Πρωτόκολλο προσδιορισμού προλίνης	51
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	53
5.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	54

5.1.	Σκοπός πειράματος.....	54
5.2.	Περιγραφή υλικών εργαστηρίου	54
5.3.	Περιγραφή υλικών θερμοκηπίου	55
5.4.	Μεθοδολογία μετρήσεων στο αμπέλι.....	55
5.4.1.	Μετρήσεις ανάπτυξης αμπέλου.....	55
5.4.2.	Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους.....	56
5.5.	Μεθοδολογία μετρήσεων σε δείγματα φύλλων αμπέλου.....	57
5.5.1.	Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	57
5.5.2.	Προσδιορισμός προλίνης.....	58
6.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	60
6.1.	Θερμοκήπιο	60
6.2.	Υποστρώματα.....	60
6.2.1.	Τύρφη	60
6.2.2.	Περλίτης	61
6.2.3.	Κομπόστ	61
6.3.	Μεταχειρίσεις πειράματος.....	62
6.4.	Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών.....	64
7.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	65
7.1.	Αποτελέσματα μετρήσεων στο αμπέλι.....	65
7.1.1.	Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης.....	65
7.1.2.	Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους.....	66
7.1.2.1.	Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών	66
7.2.	Χημικές αναλύσεις σε φύλλα αμπέλου	67
7.2.1.	Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	67
7.2.2.	Προσδιορισμός προλίνης.....	68
7.3.	Συμπεράσματα.....	70
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....75

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1. Αμπελώνας (Πηγή: https://www.georoniko-kentro.gr/ampeli-spiti/).....	19
Εικόνα 1.2. Φύλλο αμπέλου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2019).....	21
Εικόνα 1.3. Περιγραφή άνθους αμπέλου (Πηγή: https://www.lodiwine.com/blog/The-9-000-year-history-of-Vitis-vinifera--emerging-from-the-genetic-mixture-of-domesticated-and-wild-grapes)	22
Εικόνα 1.4. Παραδείγματα παραλλαγής χρωμάτων σταφυλής (Πηγή: https://www.oenosc.com/el/wiki/varieties/mandilaria).....	23
Εικόνα 1.5. Στάγδην άρδευση σε φυτά αμπέλου (Πηγή: https://mazers.com/wine-growing-in-a-changing-climate-irrigation-must-change-too/).....	25
Εικόνα 1.6. Σχιστός εμβολιασμός (Πηγή: https://www.erosmykonos.gr/?page_id=232).....	28
Εικόνα 1.7. Μέθοδοι εμβολιασμού (Πηγή: https://giannisargyros.blogspot.com/201)	29
Εικόνα 1.8. Κυπελλοειδές σχήμα (Πηγή: https://www.talcasv.com/?path=page/ggitem&ggpid=2700865).....	30
Εικόνα 1.9. Γραμμικό σχήμα με τα είδη του (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/377-xeimerino-kladema-diamorfosis-gia-oporofora-elia-kai-ampeli).....	30
Εικόνα 1.10. Είδος γραμμικού σχήματος (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/377-xeimerino-kladema-diamorfosis-gia-oporofora-elia-kai-ampeli).....	31
Εικόνα 1.11. Προνύμφη ευδεμίδας σε ράγα (Πηγή: https://www.agrocapital.gr/kalliergies/89706/eydemida-ampeliou)	32
Εικόνα 1.12. Εσχαρώσεις σε ράγες από θρίπα (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/1472-thripes-sto-ampeli-prokaloy-n-oikonomikis-simasias-zimies)	32
Εικόνα 1.13. Φύλλα αμπέλου προσβεβλημένα από φυλλοξήρα (Πηγή: https://wine.wsu.edu/extension/pest-management/phylloxera/).....	33
Εικόνα 1.14. Φλύκταινες σε φύλλο αμπέλου (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/1924-protesepevaseis-sta-ampelia-gia-oidio-fomopsi-thripes-akarea)	33
Εικόνα 1.15. Περονόσπορος σε φύλλο αμπέλου (Πηγή: https://winetrails.gr/αντιμετώπιση-του-περονόσπορου-σε-περ/10615/).....	34

Εικόνα 1.16. Ωίδιο σε ταξιανθία αμπέλου (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytopros).....	34
Εικόνα 1.17. Βοτρύτης σε ράγες (Πηγή: https://www.e-georponoi.gr/index.php/mega-2/core-features-3/social)	35
Εικόνα 1.18. Ίσκα σε πρέμνα (Πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostasia/item/2541-iska-mia-apo-tis-pio-sovares-astheneies-tou-ampeliou-kai-ofeiletai-se-symploko-mykiton)	35
Εικόνα 3.1. Βασική δομή φαινόλης (Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόλη).....	41
Εικόνα 3.2. Δομές μονομερών ανθοκυανίνων που υπάρχουν στα κρασιά και στα σταφύλια (Πηγή: https://gkelanto.gr/index.php/encyclo/inside/anthokuanines).....	43
Εικόνα 3.3. Χημικός τύπος ταννίνης. (Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Ταννίνη).....	44
Εικόνα 3.4. Διαδικασία προσδιορισμού ολικών φαινολικών	47
Εικόνα 4.1. Βιοσύνθεση προλίνης μέσω του γλουταμινικού οξέος (Csonka and Leisinger, 2007).....	49
Εικόνα 4.2. Εξουδετέρωση ριζών OH από την προλίνη (Signorelli et al., 2013)	521
Εικόνα 4.3. Διαδικασία προσδιορισμού προλίνης.....	52
Εικόνα 5.1. Μέτρηση της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών αμπέλου με μετροταινία	56
Εικόνα 5.2. Χάρτινες σακούλες με τα ξεχωριστά τμήματα των φυτών	57
Εικόνα 5.3. Απομάκρυνση του υποστρώματος από τις ρίζες των φυτών αμπέλου.....	57
Εικόνα 6.1. Τύρφη (Πηγή: https://pylinews.gr/τύρφη-πολύτιμο-συστατικό-στην-καλλιέργεια) .	60
Εικόνα 6.2. Περλίτης (Πηγή: https://www.mineralsa.gr/περλίτης/).....	61
Εικόνα 6.3. Οργανικό κομπόστ από υπολείμματα αμπέλου	62
Εικόνα 6.4. Φύτευση γυμνόριζων φυτών ποικιλίας Ντεμπίνα (28-5-2021).....	64
Εικόνα 6.5. Μεταφύτευση φυτών αμπέλου σε γλάστρες των 7 L.....	64
Εικόνα 6.6. Εγκατάσταση φυτών αμπέλου στους πάγκους του θερμοκηπίου	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. Βοτανική ταξινόμηση της αμπέλου (Πηγή: Νικολάου, 2020).....	19
Πίνακας 1.2. Ποσότητες στοιχείων που προσλαμβάνονται από την άμπελο ανά στρέμμα και έτος (kg) (Πηγή: Νικολάου, 2005).	24
Πίνακας 5.1. Τιμές απορρόφησης προτύπων διαλυμάτων (ολικών φαινολικών)	58
Πίνακας 5.2. Τιμές απορρόφησης προτύπων διαλυμάτων (η συγκέντρωση έχει διαιρεθεί δια 3) (προλίνης).....	59
Πίνακας 6.1: Μεταχειρίσεις πειράματος	63
Πίνακας 6.2: Σχεδιασμός του πειράματος στους πάγκους	63
Πίνακας 7.1. Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm)	65
Πίνακας 7.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών	66
Πίνακας 7.3. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Πίνακας 7.4. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Πίνακας 7.5. Μετρήσεις των ολικών φαινολικών (mg GAE/g ξηρού φύλλου) στις μεταχειρίσεις.....	68
Πίνακας 7.6. Μετρήσεις των επιπέδων προλίνης ($\mu\text{mol/g}$) στις μεταχειρίσεις.....	69

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1. Καμπύλη αναφοράς ολικών φαινολικών	58
Διάγραμμα 5.2. Καμπύλη αναφοράς προλίνης.....	59
Διάγραμμα 7.1. Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm).....	66
Διάγραμμα 7.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών.....	67
Διάγραμμα 7.3. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Διάγραμμα 7.4. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Διάγραμμα 7.5. Διακύμανση των επιπέδων των ολικών φαινολικών (mg GAE/g ξηρού φύλλου) στις μεταχειρίσεις.....	68
Διάγραμμα 7.6. Διακύμανση των επιπέδων προλίνης (μmol/g) στις μεταχειρίσεις.....	69

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

1.1. Εισαγωγή

Η άμπελος (*Vitis vinifera*) αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό κεφάλαιο στην ανθρώπινη ιστορία και κουλτούρα. Η καταγωγή της αμπέλου εντοπίζεται στη Μέση Ανατολή προς το τέλος της τριτογενούς γεωλογικής περιόδου και στη συνέχεια διαδόθηκε προς τη Μεσόγειο ως αποτέλεσμα της μετανάστευσης των ανθρώπων στην Ευρώπη (Λογοθέτης, 1975). Κατά την περίοδο των παγετώνων η άμπελος αναζήτησε καταφύγιο είτε στις παραμεσόγειες δασώδεις περιοχές, είτε στην περιοχή του Καυκάσου. Η αρχαία Ελλάδα, η αρχαία Αίγυπτος όπως και η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία έδωσαν έντονη πνευματική και κοινωνική σημασία στο κρασί, προσδίδοντας στην άμπελο μια ιδιαίτερη θέση στον πολιτισμό. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τη μυθολογία, η άμπελος ήταν άμεσα συνδεδεμένη με τη λατρεία του θεού Διονύσου στην Ελλάδα, του θεού Όσιρη στην Αίγυπτο και του θεού Βάκχου στη Ρώμη. Οι μύθοι αυτοί αντιπροσωπεύουν την ιδέα ότι το κρασί έχει ευλογητικές και επικοινωνιακές δυνάμεις, συνδέοντας τον άνθρωπο με τον θείο κόσμο και δίνοντας έμφαση στην κοινωνική σημασία του κρασιού στο πλαίσιο των αρχαίων ελληνικών πανηγυρικών γιορτών. Σύμφωνα με άλλους πολιτισμούς της Μεσογείου, «το κρασί ξεπήδησε από το αίμα των ανθρώπων που είχαν αγωνιστεί με τους θεούς» (McGovern, *et al.*, 2004). Πολλές αναφορές σχετικά με την άμπελο και τον οίνο παίρνουμε από τους αρχαίους Έλληνες συγγραφείς. Ο Όμηρος (800 π.Χ.), ο Ησίοδος (750 π.Χ.), ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) μας δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για τις ποικιλίες, για τις τεχνικές καλλιέργειας, την παραγωγή σταφίδων και τις μεθόδους οινοποίησης και συντήρησης των οίνων (Σταυρακάκης, 2019).

Το όνομα «Άμπελος η οινοφόρος» δόθηκε τον 1ο μ.Χ. αιώνα από τον Διοσκουρίδη και αργότερα αποδόθηκε και στα λατινικά ως *Vitis vinifera* (Σταυρακάκης, 2019).



Εικόνα 1.1. Αμπελώνας (Πηγή: <https://www.georoniko-kentro.gr/ampeli-spiti/>)

1.2. Συστηματική ταξινόμηση αμπέλου

Η συστηματική διάκριση της αμπέλου παρουσιάζει ακόμη σημαντικά προβλήματα όχι μόνο για την ποικιλία των ειδών της αλλά και για τα γένη της. Σύμφωνα με τον Planchon (1887) στην οικογένεια *Vitaceae* περιλαμβάνονται 10 γένη, ενώ σε νεότερη εργασία του Galet (1967) αναφέρεται πως περιλαμβάνονται 14 γένη (Σταυρακάκης, 1990).

Εξαιρετικά μεγάλος είναι ωστόσο και ο αριθμός των ποικιλιών της αμπέλου, πράγμα το οποίο δυσχεραίνει την ταξινόμησή τους. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως οι φυσικές και τεχνητές διασταυρώσεις ανά τους αιώνες που καλλιεργείται η άμπελος, ο έντονος πολυμορφισμός και οι μεταλλάξεις (Σταυρακάκης, 1990).

Πίνακας 1.1. Βοτανική ταξινόμηση της αμπέλου (Πηγή: Νικολάου, 2020)

Βασίλειο	Plantae
Συνομοταξία	Magnoliophyte
Ομοταξία	Magnoliopsida
Υφομοταξία	Rosidae
Τάξη	Ramnales
Οικογένεια	Vitaceae
Γένος	<i>Vitis</i>
Είδος	<i>vinifera L.</i>

1.3. Βοτανική περιγραφή

Η άμπελος είναι ένας αναρριχόμενος πολυετής θάμνος ο οποίος ανεξάρτητα από το σχήμα μορφώσεώς της αποτελείται από ένα κοντό ή σχετικά μακρύτερο κορμό (από 30cm ως 1m). Ο κορμός αυτός διακλαδίζεται σε ορισμένους βραχίονες από τους οποίους εκφύεται κατ' έτος η νέα βλάστηση. Η χλωρή βλάστηση η οποία προέρχεται από την ανάπτυξη των οφθαλμών ονομάζεται βλαστός. Κατά το φθινόπωρο ο βλαστός αυτός ξυλοποιείται, δεν έχει φύλλα και έχει τελειώσει η διαφοροποίηση των οργάνων του, ονομάζεται κληματίδα. Ο βλαστός είναι κυλινδρικός, επιμήκης και αποτελεί αγωγό μεταφοράς θρεπτικών συστατικών και νερού προς τα υπόλοιπα όργανα της αμπέλου.

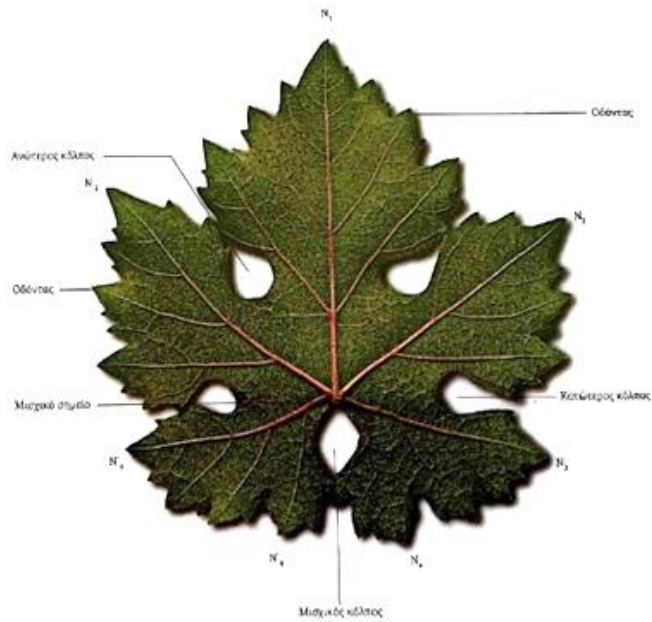
1.3.1. Ρίζα

Το ριζικό σύστημα, το οποίο συνιστά το υπόγειο τμήμα του φυτού, παραλαμβάνει από το έδαφος τις αναγκαίες ποσότητες νερού και άλλων θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη του φυτού και την καρποφορία και αποτελείται από ρίζες διαφορετικής μορφής, ηλικίας, οργάνωσης και ανάπτυξης. Σημαντικό ρόλο για τη διαφοροποίηση των ριζών παίζει και ο τρόπος πολλαπλασιασμού του φυτού. Κατά τον εγγενή πολλαπλασιασμό, η αρχική ρίζα έχει πασσαλώδες σχήμα και προέρχεται από την αύξηση της εμβρυακής ρίζας, ωστόσο όταν αναπτυχθούν οι νέες πλάγιες ρίζες αυτή ατροφεί. Κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό, πολλαπλασιασμός με μόσχευμα, σχηματίζονται και αναπτύσσονται κοντά στους κόμβους του μοσχεύματος τυχαίες, πλάγιες ρίζες από ομάδα μεριστωματικών κυττάρων και δίδουν τις μόνιμες ρίζες (θυσανώδης μορφή) (Σταυρακάκης, 2019).

Εκτιμάται ότι σε ένα ενήλικο πρέμνο το μήκος του ριζικού συστήματος μπορεί να καταλάβει επιφάνεια περίπου 100 m² (Keller, 2010).

1.3.2. Φύλλα-Έλικες-Άνθη

Τα φύλλα της αμπέλου αποτελούν εξειδικευμένα όργανα στα οποία συμβαίνουν οι πολύ σημαντικές λειτουργίες της αναπνοής και της διαπνοής και ταυτόχρονα η δομή και η οργάνωσή τους είναι στενά συνυφασμένη με τη φωτοσύνθεση. Τα φύλλα διατάσσονται εναλλάξ επί του βλαστού και αποτελούνται από τον μίσχο και το έλασμα. Το χρώμα, η παρουσία ή όχι χνουδιού και οι ανωμαλίες της επιφάνειας, διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία και αποτελούν αντικείμενο της αμπελογραφίας (Εικόνα 1.2) (Σταυρακάκης, 2019).



Εικόνα 1.2. Φύλλο αμπέλου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2019)

Την άνοιξη, σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας, τα φύλλα και οι βλαστοί του σταφυλιού μπορούν να παράγουν φυσικές εκκρίσεις που σχηματίζουν μπάλες χυμού (υδατώδη) στις γωνίες των φύλλων, στους μίσχους και στους βλαστούς.

Οι έλικες, ένα αρκετά σημαντικό όργανο για την αμπέλο, αποτελούν όργανο αναρρίχησης και υποστήριξης των πρέμων και των βλαστών και εμφανίζονται κυρίως στους κόμβους του βλαστού, απέναντι από τα φύλλα. Θεωρείται πως οι έλικες αρχικά ήταν καταβολές ταξιανθιών, οι οποίες τροποποιήθηκαν και δεν εξελίχθηκαν τελικά σε ταξιανθίες (Mullins, *et al.*, 1968).

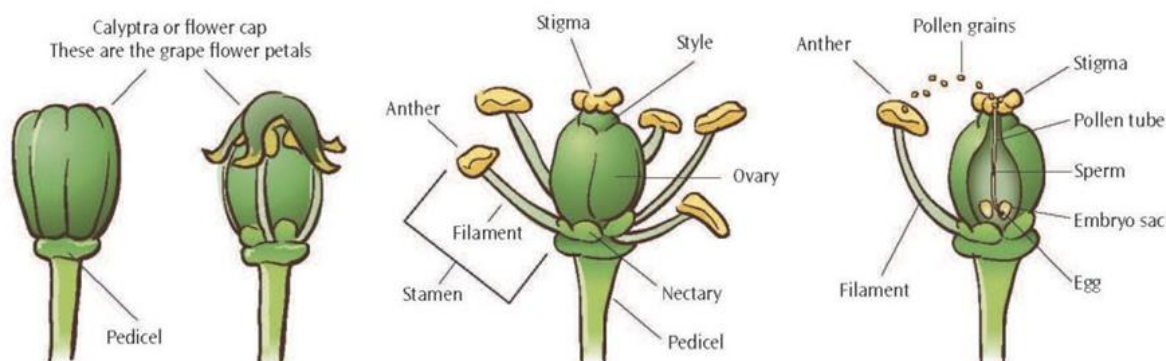
Τα άνθη της αμπέλου φέρονται επί ταξιανθιών σύνθετου βότρυ και εκφύονται από τον τρίτο έως τον έκτο κόμβο των καρποφόρων βλαστών, πάντα απέναντι από τα φύλλα σαν τις έλικες, εφόσον θεωρούνται ομόλογα όργανα και προέρχονται από τον ίδιο μεριστωματικό ιστό (Morrison, 1991). Ο άξονας της ταξιανθίας καλείται ράχη και μαζί με τους ποδίσκους των ανθέων και τις διακλαδώσεις καλείται βόστρυχος.

Στις καλλιεργούμενες ποικιλίες της αμπέλου τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, διαμέτρου 3-5 mm, πράσινα, σχήματος κυλινδρικού ή σφαιρικού και αποτελούνται από τα εξής μέρη (Εικόνα 1.3):

1. τον μίσχο
2. έναν πενταμερή κάλυκα
3. τη στεφάνη
4. τους στήμονες (άρρεν τμήμα του άνθους)

5. και τον ύπερο (θήλυ τμήμα του άνθους) ο οποίος αποτελείται από τα εξής μέρη:
- α. την ωθήκη
 - β. το στύλο
 - γ. και το στίγμα

Η ωθήκη είναι το κύριο όργανο του υπέρου που μετά τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση μετατρέπεται σε ράγα. Η ιδανική θερμοκρασία για τη βλάστηση της γύρης είναι οι 22-25 °C σε αίθριο καιρό, ενώ οποιεσδήποτε άλλες καιρικές συνθήκες (ξηρασία, βροχές κτλ.) επιδρούν δυσμενώς στη γονιμοποίηση.



Εικόνα 1.3. Περιγραφή άνθους αμπέλου (Πηγή: <https://www.lodiwine.com/blog/The-9-000-year-history-of-Vitis-vinifera--emerging-from-the-genetic-mixture-of-domesticated-and-wild-grapes>)

1.3.3. Καρπός

Για τη δημιουργία του καρπού πρέπει πρώτα να γίνει η διαδικασία της γονιμοποίησης με τη βοήθεια του αέρα. Συνήθως παρατηρείται η αυτογονιμοποίηση αλλά υπάρχει και ένα ποσοστό που συμβαίνει και σταυρογονιμοποίηση των ανθέων. Ο καρπός είναι ράγα της οποίας οι φυσιολογικοί, μορφολογικοί και τεχνολογικοί χαρακτήρες καθορίζονται από τον κλώνο και την ποικιλία της αμπέλου, οπότε επόμενο είναι να εμφανίζουν μεγάλη παραλλακτικότητα (Εικόνα 1.4). Το πλέον σύνηθες σχήμα είναι ωστόσο το σφαιρικό, όσο αφορά το χρώμα όμως εξαρτάται από την παρουσία ή απουσία των ανθοκυανικών χρωστικών και επηρεάζεται έντονα από την ηλιακή έκθεση της σταφυλής και από τις λοιπές εδαφοκλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες (Σταυρακάκης, 2019).



Εικόνα 1.4. Παραδείγματα παραλλαγής χρωμάτων σταφυλής (Πηγή: <https://www.oenosco.com/el/wiki/varieties/mandilaria>)

Κάθε ράγα αποτελείται από τον φλοιό ή εξωκάρπιο, τη σάρκα ή μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο το οποίο περιβάλλει τα γίγαρτα ή σπέρματα. Κατά μια άλλη προσέγγιση, εξω-, μέσο- και ενδο- κάρπιο αποτελούν όλα μαζί το περικάρπιο της ράγας (Coombe, 1987). Συνήθως παρατηρείται παρουσία 2-3 σπερμάτων ανά ράγα, των οποίων η παρουσία είναι απαραίτητη καθώς συνθέτουν τις απαραίτητες αυξίνες για την αύξηση του μεγέθους της. Υπάρχουν όμως και διάφορες ποικιλίες όπου τα γίγαρτα είτε είναι περισσότερα είτε απουσιάζουν εντελώς. Πολύ γνωστή περίπτωση απουσίας γιγάρτων είναι η ποικιλία σταφιδοποιίας «Σουλτανίνα η Κορινθιακή» (Σταυρακάκης, 2019).

1.4. Ανάγκες εδάφους

Το φυτό της αμπέλου παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα στις διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες που μπορεί να προκύψουν. Ιδανικό κλίμα για την καλύτερη ανάπτυξή του θεωρείται το Μεσογειακό κλίμα, διότι χαρακτηρίζεται από αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα και αρκετά ξηρές και θερμές συνθήκες το καλοκαίρι (Νικολάου, 2005). Όσο αφορά το έδαφος, τα αμμοχαλικώδη μέτριας γονιμότητας και ελαφράς σύστασης εδάφη προσφέρονται για ποιοτική αμπελουργία, διότι γίνεται σωστή στράγγιση, καλός εφοδιασμός με επαρκή ποσότητα νερού και καλή κατανομή της θερμότητας. Το pH του εδάφους θα πρέπει να κυμαίνεται σε τιμές 6-7, διότι το αμπέλι αναπτύσσεται καλύτερα σε ουδέτερα εδάφη (Hofmann, *et al.*, 2003).

1.4.1. Θρεπτικά στοιχεία

Καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου το φυτό της αμπέλου απορροφά τα εξής μακροθρεπτικά στοιχεία σε μεγάλες ποσότητες: άζωτο (N), κάλιο (K), φώσφορος (P), θείο (S), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg). Εκτός αυτών όμως απορροφά παράλληλα και διάφορα ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, το βόριο και ο ψευδάργυρος (Βλάχος, 1995). Αν κάποιο από τα προαναφερθέντα στοιχεία βρεθεί ελλειμματικό στο έδαφος τότε παρατηρούνται συμπτώματα τροφοπενιών στην καλλιέργεια. Οι πιο συχνές περιπτώσεις εμφάνισης τροφοπενιών στην καλλιέργεια της αμπέλου αφορούν την έλλειψη αζώτου, καλίου, ψευδαργύρου, βορίου, μαγνησίου, σιδήρου και φωσφόρου (Βλάχος, 1995).

Πίνακας 1.2. Ποσότητες στοιχείων που προσλαμβάνονται από την άμπελο ανά στρέμμα και έτος (kg)
(Πηγή: Νικολάου, 2005).

Στοιχεία	Ποσότητα σε kg
N	4 - 7
P	0,4 - 1
K	4 - 7
Ca	4 - 8
Mg	0,6 - 1,5

1.4.2. Λίπανση

Για τη σωστή λίπανση σε έναν αμπελώνα πρέπει πρώτα να έχει προηγηθεί μια πλήρη εδαφολογική ανάλυση, ώστε να προσδιοριστούν οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Όσο πλούσιο και να είναι όμως ένα έδαφος σε θρεπτικά στοιχεία, τα πρέμνα αναλώνουν σημαντικές ποσότητες μέσα σε ένα έτος, ιδιαίτερα μετά την εντατικοποίηση της παραγωγής. Η λίπανση του εδάφους είναι ο ανεφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία και διακρίνεται στη βασική λίπανση (εφαρμόζεται στην αρχή κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας) και στην περιοδική λίπανση (συνήθως ετήσια). Η λίπανση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί και ανάλογα με το λίπασμα και τον τρόπο εφαρμογής του σε ανόργανη (χημική λίπανση), σε οργανική και σε λίπανση με εφαρμογή απευθείας στο έδαφος ή με υδρολίπανση (διαλύεται το λίπασμα στο νερό άρδευσης) (Σταυρακάκης, 2019).

Πριν την εφαρμογή της οποιαδήποτε μορφής λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διάφορες κλιματολογικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η βροχή, διότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην έκπλυση ή στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Επίσης σημαντικό είναι να

ξέρουμε και την καλλιεργούμενη ποικιλία του αμπελώνα (επιτραπέζια ή οινοποιήσιμη) πριν την οποιαδήποτε παρέμβαση (Σταυρακάκης, 2019).

1.4.3. Άρδευση

Το φυτό της αμπέλου δεν παρουσιάζει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό, διότι είναι φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα στις ξηροθερμικές συνθήκες (όπως στην περιοχή της Μεσογείου). Για να ανταπεξέλθει το φυτό σε αυτές τις συνθήκες έχει ανεπτυγμένο πλούσιο και εκτεταμένο ριζικό σύστημα ώστε να εισχωρεί βαθιά στο έδαφος, έχει τροποποιημένους τους ανατομικούς χαρακτήρες των φύλλων του καθώς και τους φυσιολογικούς μηχανισμούς του (Lonisolo, *et al.*, 2002). Πολλές φορές όμως η υψηλή θερμοκρασία του αέρα και η έλλειψη βροχοπτώσεων προκαλούν αποφύλλωση ή και ξήρανση των πρέμων για αυτό πρέπει να γίνεται παρέμβαση και να εγκαθίσταται στην καλλιέργεια κάποιου είδους σύστημα άρδευσης προσαρμοσμένο πάντα στις ανάγκες του φυτού.

Οι μέθοδοι άρδευσης που ενδείκνυνται για την καλλιέργεια της αμπέλου είναι οι εξής ακόλουθες:

1. Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια
2. Άρδευση με καταιονισμό ή αλλιώς με τεχνητή βροχή
3. Στάγδην άρδευση (Εικόνα 1.5)



Εικόνα 1.5. Στάγδην άρδευση σε φυτά αμπέλου (Πηγή: <https://mazeros.com/wine-growing-in-a-changing-climate-irrigation-must-change-too/>)

Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι βασική απόρροια της κλιματικής αλλαγής. Με την επικράτηση αυτών των συνθηκών και τη συνεχώς αυξανόμενη έλλειψη νερού, τα φυτά θα υποβάλλονται σε διάφορους βαθμούς υδατικές καταπονήσεις και η άρδευση θα καθίσταται πλέον αναγκαία για την παραγωγή εμπορεύσιμων αμπελουργικών προϊόντων και ιδιαίτερα οίνων.

1.5. Πολλαπλασιασμός

Η άμπελος στο φυσικό της περιβάλλον πολλαπλασιάζεται εγγενώς με τη βλάστηση των γιγάρτων και πιο σπάνια αγενώς με την ανάπτυξη τυχαίων εναέριων ριζών. Η καλλιεργούμενη μορφή της πολλαπλασιάζεται κι αυτή εγγενώς με τα γίγαρτα, με κυρίαρχη μέθοδο τον αγενή πολλαπλασιασμό, ο οποίος γίνεται με τη χρήση μοσχευμάτων, καταβολάδων, με τη μέθοδο του εμβολιασμού και με την ιστοκαλλιέργεια.

1.5.1. Εγγενής πολλαπλασιασμός

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός στην άμπελο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, γίνεται όπως και σε όλα τα καλλιεργούμενα φυτά με τα γίγαρτα (σπέρματα), τα οποία σε κατάλληλες συνθήκες βλαστάνουν και δίνουν νέα φυτά. Τα φυτά που προκύπτουν όμως είναι διαφορετικά μεταξύ τους αλλά και από το μητρικό φυτό γι' αυτό αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνο για πειραματικούς σκοπούς και για τη δημιουργία νέων ποικιλιών.

Λόγω του ενδογενή λήθαργου τα γίγαρτα αργούν να βλαστήσουν. Αφού γίνει διακοπή του λήθαργου με την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών (2 °C) τα γίγαρτα σπέρνονται σε κιβώτια μέσα σε μίγμα φυτοχώματος, τύρφης και περλίτη, σε βάθος 2-4 cm και τοποθετούνται, είτε σε θερμοκήπιο, είτε σε σπορείο. Η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται σταθερή στους 25-27 °C.

Η διαδικασία της βλάστησης ολοκληρώνεται όταν τα φυτά αποκτήσουν 3-4 φύλλα, περίπου 2 μήνες μετά τη σπορά. Ύστερα μεταφυτεύονται σε μικρά δοχεία και μεταφέρονται στο φυτώριο.

1.5.2. Αγενής πολλαπλασιασμός

Η κύρια μέθοδος αγενούς πολλαπλασιασμού ήταν ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα και με καταβολάδες μέχρι την εισβολή της φυλλοξήρας στην Ευρώπη (1863-64). Μετά από την εμφάνιση της φυλλοξήρας, η εγκατάσταση των αμπελώνων γίνεται με χρήση μοσχευμάτων ανθεκτικών στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας στα οποία εμβολιάζονται οι επιθυμητές ποικιλίες (Νταβίδης, 1977).

1.5.2.1. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα, καταβολάδες

Μοσχεύματα καλούνται τα τμήματα του πρέμνου (βλαστοί ή κληματίδες) που έχουν τουλάχιστον έναν οφθαλμό και όταν βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες μπορούν να δώσουν ένα νέο φυτό πανομοιότυπο σε μορφή και λειτουργία με το μητρικό (Σταυρακάκης, 2019). Τα μοσχεύματα διακρίνονται σε:

1. Χλωρά μοσχεύματα (ή πράσινα μοσχεύματα) τα οποία λαμβάνονται από τη βλάστηση της τρέχουσας περιόδου και ριζοβολούνται σε συνθήκες υδρονέφωσης αφού πρώτα εμβολιαστούν.
2. Μοσχεύματα *vinifera* τα οποία προέρχονται από πρέμνα των ποικιλιών του *Vitis vinifera* και ονομάζονται εμβολιοφόρες κληματίδες.
3. Μοσχεύματα υποκειμένων, τα οποία με τη σειρά τους χωρίζονται σε μοσχεύματα ριζοβόλησης και εμβολιάσιμα. Τα μοσχεύματα ριζοβόλησης είναι από το ακραίο τμήμα κληματίδων και ριζοβολούνται στο φυτώριο για να δώσουν έριζα μοσχεύματα, ενώ τα εμβολιάσιμα είναι μοσχεύματα από το μέσο των κληματίδων και επιλέγονται κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού τους. Τα μοσχεύματα αυτά αφού εμβολιαστούν με την επιθυμητή ποικιλία υπόκεινται σε διαδικασία συγκόλλησης υποκειμένου-εμβολίου και φυτεύονται στο φυτώριο.

1.5.2.2. Πολλαπλασιασμός με εμβολιασμό

Ο εμβολιασμός είναι η μέθοδος της ένωσης τμήματος του φυτού (εμβόλιο) σε άλλο φυτό (υποκείμενο) και αποτέλεσε τον μοναδικό και οικονομικό λυσιτελή τρόπο πολλαπλασιασμού μετά την εισβολή της φυλλοξήρας. Η μέθοδος βασίζεται στην ανθεκτικότητα που παρουσιάζει το ριζικό σύστημα των αμερικανικών ειδών στη ριζόβια μορφή του εντόμου και του υπέργειου τμήματος των ποικιλιών της ευρωπαϊκής αμπέλου στη φυλλόβια μορφή του. Οι εμβολιασμοί χωρίζονται ανάλογα με την εποχή σε:

1. Εμβολιασμοί ανοίξεως, οι οποίοι εφαρμόζονται την άνοιξη με οφθαλμό που αναπτύσσεται το ίδιο έτος με τον εμβολιασμό (άμεσης ανάπτυξης). Τα εμβόλια είναι από ξυλοποιημένες κληματίδες που διατηρήθηκαν μετά το κλάδεμα του προηγούμενου έτους.
2. Θερινοί εμβολιασμοί ή αλλιώς ενοφθαλμισμοί οι οποίοι εκτελούνται τέλη καλοκαιριού-αρχές φθινοπώρου με οφθαλμό που θα εκπτυχθεί την επόμενη άνοιξη (κοιμώμενο). Τα εμβόλια προσκομίζονται επιτόπου.

3. Πράσινοι εμβολιασμοί, οι οποίοι είναι από πράσινο (χλωρό) εμβόλιο ή ελαφρώς ξυλοποιημένο βλαστό όπου ο οφθαλμός αναπτύσσεται το ίδιο έτος και εφαρμόζονται τέλη άνοιξης με αρχές καλοκαιριού.

Όσο αφορά τη θέση του εμβολιασμού υπάρχουν 2 τρόποι:

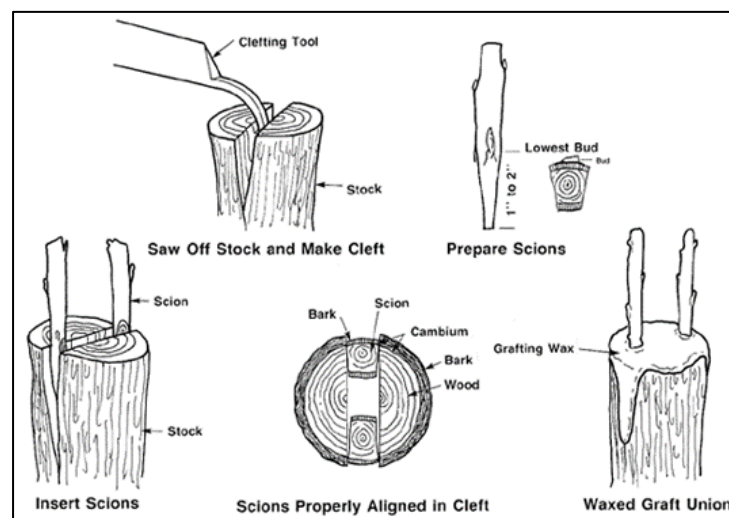
1. Εμβολιασμοί «επί τόπου», όπου οι διεργασίες γίνονται σε φυτά στον αμπελώνα, με το χέρι και σπανιότερα με χειροκίνητες εμβολιαστικές μηχανές.
2. Επιτραπέζιοι εμβολιασμοί, όπου οι διεργασίες εκτελούνται σε πάγκους με εμβολιαστικές μηχανές ή με το χέρι σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους αμπελοφυτωριακών μονάδων.

Για να είναι επιτυχής η όλη διαδικασία θα πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις, οι οποίες είναι:

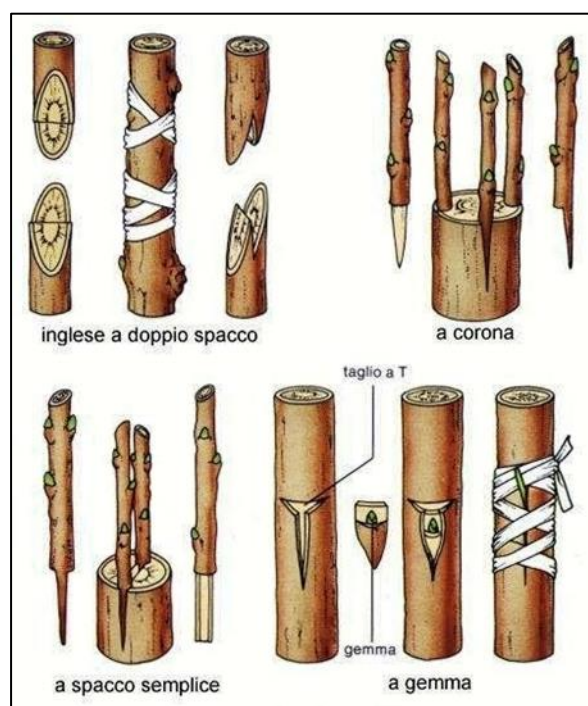
1. Απαραίτητη βοτανική συγγένεια μεταξύ εμβολίου – υποκειμένου.
2. Εμβόλιο μικρής ηλικίας.
3. Σωστή κατεύθυνση τοποθέτησης του εμβολίου.
4. Σωστή επαφή εμβολίου – υποκειμένου.
5. Θερμοκρασία 25-28 °C και υγρασία μεγαλύτερη από 90%.

Οι μέθοδοι που πραγματοποιείται ο εμβολιασμός είναι οι εξής (Εικόνα 1.7):

1. Σχιστός εμβολιασμός με πλήρη σχισμή (Εικόνα 1.6)
2. Ημιμαγιόρκιος εμβολιασμός
3. Αγγλικός εμβολιασμός



Εικόνα 1.6. Σχιστός εμβολιασμός (Πηγή: https://www.erosmykonos.gr/?page_id=232)



Εικόνα 1.7. Μέθοδοι εμφολιασμού (Πηγή: <https://giannisargyros.blogspot.com/201>)

1.6. Κλάδεμα

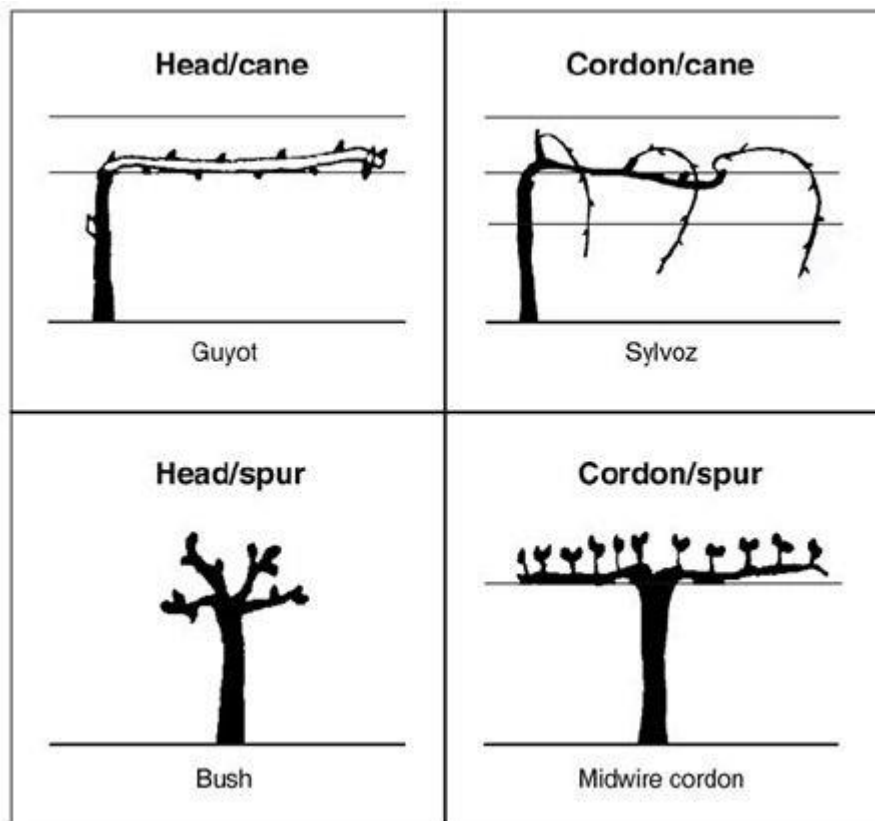
Το κλάδεμα της αμπέλου αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές επεμβάσεις και ίσως τη σημαντικότερη και πιο δαπανηρή μετά τον τρύγο. Με τον όρο «κλάδεμα» εννοούμε την αφαίρεση των ζωντανών οργάνων ή τμημάτων του πρέμνου όπως κληματίδες, βραχίονες, ταξιανθίες κλπ. εκτός της κοπής των ώριμων σταφυλιών (τρύγος). Το κλάδεμα απαιτεί ειδικές γνώσεις, εμπειρία και δεξιότητα ώστε να γίνει σωστά. (Σταυρακάκης, 2019).

Με κριτήριο την εποχή που εφαρμόζεται διακρίνεται σε χειμερινό ή θερινό κλάδεμα. Το χειμερινό χωρίζεται σε κλάδεμα μόρφωσης, κατά το οποίο γίνεται ο καθορισμός της μορφής του σκελετού και η υποστύλωση του πρέμνου (κατά τα πρώτα 3-4 έτη) και σε κλάδεμα καρποφορίας με το οποίο προσδιορίζεται ο αριθμός και η θέση του παραγωγικού φορτίου του φυτού (εφαρμόζεται κάθε χρόνο). Το χειμερινό κλάδεμα μόρφωσης γίνεται στα ξυλοποιημένα τμήματα του πρέμνου με σκοπό τη μεγαλύτερη και καλύτερη αξιοποίηση όλων των κλιματικών δυνατοτήτων. Τα σχήματα μόρφωσης των πρέμνων είναι τα εξής (Εικόνες 1.8, 1.9, 1.10):

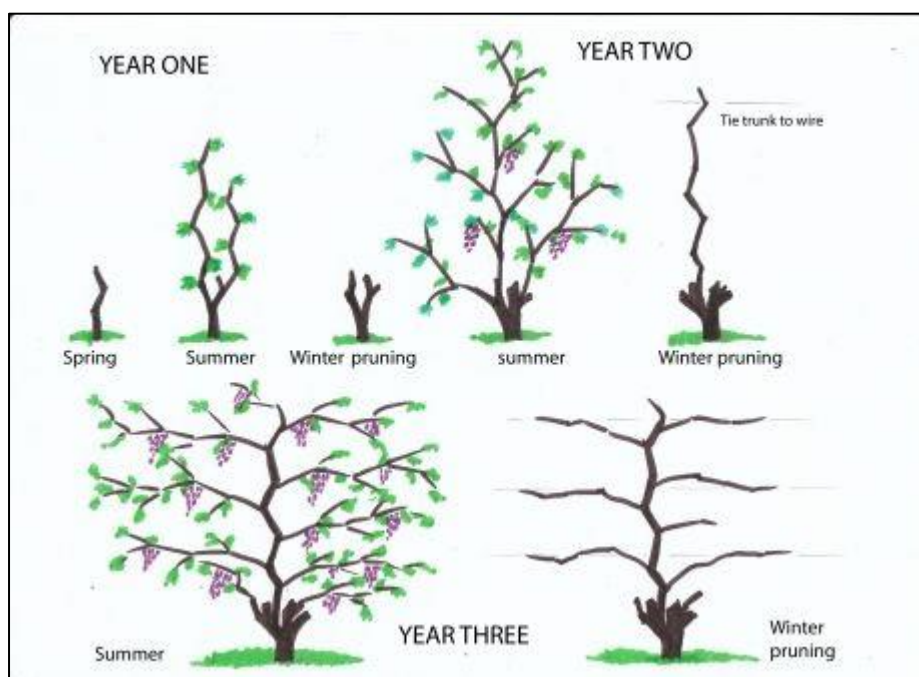
1. Κυπελλοειδές
2. Ριπιδοειδές
3. Γραμμικό
4. Κρεβατίνα



Εικόνα 1.8. Κυπελλοειδές σχήμα (Πηγή: <https://www.talcasev.com/?path=page/ggitem&ggpid=2700865>)



Εικόνα 1.9. Γραμμικό σχήμα με τα είδη του (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/377-xeimerino-kladema-diamorfosis-gia-oporofora-elia-kai-ampeli>)



Εικόνα 1.10. Είδος γραμμικού σχήματος (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/377-xeimerino-kladema-diamorfosis-gia-oporofora-elia-kai-ampeli>)

1.7. Εχθροί – ασθένειες και η καταπολέμησή τους

Κατά τη διάρκεια της ζωής της αμπέλου θα χρειαστεί να αντιμετωπιστούν διάφορες σημαντικές προσβολές είτε από ζωικούς εχθρούς (έντομα, ακάρεα, νηματώδεις), είτε από ασθένειες που μπορεί να την προσβάλλουν. Κάποιοι εχθροί προϋπήρχαν και κάποιοι εμφανίστηκαν τα τελευταία χρόνια με την εντατικοποίηση της καλλιέργειας της αμπέλου.

1.7.1. Εχθροί αμπέλου

Οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί της αμπέλου είναι:

1.7.1.1. Ευδεμίδα (*Lobesia botrana*)

Η Ευδεμίδα του αμπελιού (*Lobesia botrana*) είναι ένας από τους κυριότερους εχθρούς της αμπέλου (Εικόνα 1.11). Είναι πολυφάγο λεπιδόπτερο και προκαλεί σημαντικές ζημιές στις ράγες σε όλα τα στάδια ανάπτυξής της (Σταυρακάκης 2019). Αντιμετωπίζεται με εντομοκτόνα και με σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis* (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.11. Προνόμφη ευδεμίδας σε ράγα (Πηγή: <https://www.agrocapital.gr/kalliergies/89706/eydemida-ampeliouy>)

1.7.1.2. Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*)

Ο Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*) είναι θυσανόπτερο έντομο που προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση στις ράγες και προσβάλλει ιδιαίτερα τη σουλτανίνα (Εικόνα 1.12). Για την αντιμετώπισή του συνιστώνται κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα και χρήση εντομοκτόνων (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.12. Εσχαρώσεις σε ράγες από θρίπα (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/fytoprostatia/item/1472-thripes-sto-ampeli-prokaloy-n-oikonomikis-simasias-zimies>)

1.7.1.3. Φυλλοξήρα (*Dactylosphaera vitifoliae*)

Η Φυλλοξήρα (*Dactylosphaera vitifoliae*) είναι ομόπτερο έντομο και προσβάλλει κυρίως το ριζικό σύστημα των πρέμων με αποτέλεσμα να ξηραίνεται όλο το φυτό (Εικόνα 1.13). Θεωρείται σοβαρός εχθρός και λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αντιμετώπισή της. Κύρια μέτρο αντιμετώπισής της είναι η αναμπέλωση και ο εμβολιασμός των ποικιλιών σε υποκείμενα αμπέλου ανθεκτικά στην φυλλοξήρα (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.13. Φύλλα αμπέλου προσβεβλημένα από φυλλοξήρα (Πηγή: <https://wine.wsu.edu/extension/pest-management/phylloxera/>)

1.7.1.4. Ερίνωση (*Eriophyes vitis*)

Το άκαρι αυτό (*Eriophyes vitis*) είναι πολύ διαδεδομένο σε όλες τις αμπελουργικές περιοχές της Ελλάδας. Προκαλεί φλύκταινες και καρούλιασμα στα φύλλα της αμπέλου και προσβάλλει τους οφθαλμούς (Εικόνα 1.14). Αντιμετωπίζεται με βρέξιμο θείο (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.14. Φλύκταινες σε φύλλο αμπέλου (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/1924-protos-epemvaseis-sta-ampelia-gia-oidio-fomopsi-thripes-akarea>)

1.7.2. Ασθένειες αμπέλου

Οι ασθένειες της αμπέλου προκαλούνται κυρίως από μύκητες αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που τα αίτια είναι είτε βακτηριακά, είτε ιολογικά.

Οι κυριότερες είναι οι εξής:

1.7.2.1. Περονόσπορος (*Plasmopara viticola*)

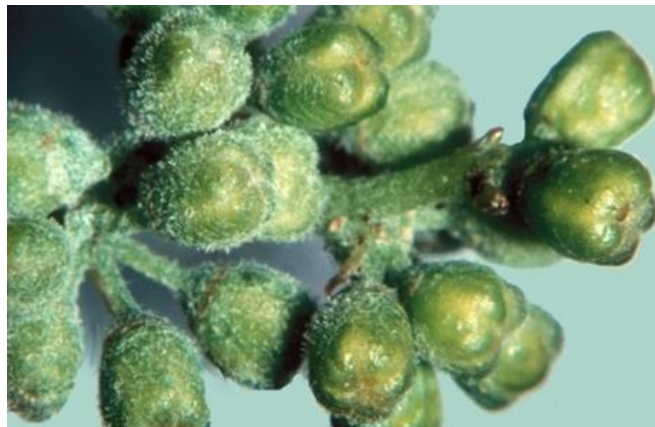
Ο Περονόσπορος προκαλείται από τον μύκητα *Plasmopara viticola* και θεωρείται η πιο σημαντική ασθένεια της αμπέλου, κυρίως σε περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις. Προσβάλλει τους βλαστούς, τα φύλλα και τις ράγες. Κυρίως δημιουργούνται, μετά την προσβολή, κυκλικές κηλίδες ελαίου στα φύλλα και στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος εμφανίζεται γκριζόλευκη εξάνθηση από τις καρποφορίες του μύκητα (Εικόνα 1.15). Αντιμετωπίζεται συνήθως με χαλκούχα σκευάσματα (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.15. Περονόσπορος σε φύλλο αμπέλου (Πηγή: <https://winetrails.gr/αντιμετώπιση-του-περονόσπορου-σε-περ/10615/>)

1.7.2.2. Ωίδιο (*Uncinula necator*)

Το Ωίδιο προκαλείται από τον μύκητα (*Uncinula necator*) και αποτελεί πολύ σοβαρή ασθένεια. Προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του φυτού και εμφανίζεται στο φυτό ως γκριζα σκόνη ή κηλίδα ανοιχτού χρώματος (Εικόνα 1.16). Αντιμετωπίζεται με θειάφισμα (ελαφρύ σκόνισμα με θειάφι) και με άλλα κατάλληλα μυκητοκτόνα σκευάσματα (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.16. Ωίδιο σε ταξιανθία αμπέλου (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytopros>)

1.7.2.3. Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*)

Ο Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*) είναι μια σοβαρή μυκητολογική ασθένεια γνωστή και ως «τεφρά σήψη». Προσβάλλει ταξιανθίες και ώριμες σταφυλές και προκαλεί νέκρωση (Εικόνα 1.17). Η αντιμετώπισή του βασίζεται κυρίως στην πρόληψη και στη δημιουργία δυσμενών συνθηκών για την επιβίωση του μύκητα (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.17. Βοτρύτης σε ράγες (Πηγή: <https://www.e-georonoι.gr/index.php/mega-2/core-features-3/social>)

1.7.2.4. Ίσκα (*Fomitiporia mediterranea* και *Fomitiporia punctate*)

Η Ίσκα είναι ασθένεια που προσβάλλει τα ενήλικα πρέμνα προκαλώντας την απότομη ξήρανσή τους (Εικόνα 1.18) και αποδίδεται σε ένα σύμπλοκο μυκήτων με κυριότερους τους βασιδιομύκητες *Fomitiporia mediterranea* και *Fomitiporia punctate*. Αντιμετωπίζεται κυρίως με προληπτικά καλλιεργητικά μέτρα (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).



Εικόνα 1.18. Ίσκα σε πρέμνα (Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/teχνiki-arthrografia/fytoprostasia/item/2541-iska-mia-apo-tis-pio-sovares-astheneies-tou-ampeliou-kai-ofeiletai-se-symploko-mykiton>)

1.8. Καλλιεργούμενα είδη και ποικιλίες

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται διάφορες ποικιλίες αμπέλου και διακρίνονται μεταξύ τους ανάλογα με την χρήση τους. Αυτές είναι οι οινοποιήσιμες ποικιλίες, οι επιτραπέζιες ποικιλίες και οι ποικιλίες σταφυδοποιίας. Οι σημαντικότερες ποικιλίες στη χώρα μας ανάλογα με την χρήση τους είναι οι εξής (ΚΥΑ, 2017):

Οινοποιήσιμες ποικιλίες:

- **Ερυθρές:** Αγιαννιώτικο, Αγιωργίτικο, Αηδάνι μαύρο, Αθήρι μαύρο, Αμφιόνη, Αρακλινός, Αρμελετούσα, Αυγουστιάτης, Βάφτρα, Βερτζαμί, Βλάχικο, Βοϊδομάτης, Βολίτσα μαύρη, Βραδυανό, Γλυκοπάτι, Διμηνίτης, Ζαλοβίτικο, Θράψα, Καλαβρυτινό μαύρο, Καραμπραϊμης, Καρναχαλάδες, Καρτσιώτης, Καστελιώτικο, Κατσακούλιας, Κερατσούδα, Κοϊνιάρικο, Κοκκινοβοστίτσα, Κολλινιατικό, Κορίθι, Κορινθιακή, Κοριτσάνος, Κορφιάτης, Κοτσιφάλι, Κοτσιφολιάτικο, Κουμάρι, Κρασάτο, Λαδικινό, Λημιό, Λημιώνα, Λιάτικο, Μανδηλαριά, Μαύρο Μεσενικόλα, Μαυροδάφνη, Μαυροθήρικο, Μαυροκόρακας, Μαυροτράγανο, Μαυρούδια, Μοσχάτο Αμβούργου, Μοσχάτο μαύρο, Μοσχόμαυρο, Μοσχοφίλερο, Μουδιάτικο, Μούχταρο, Μπεκάρι, Μπογιαλαμάδες, Νεγκόσκα, Ξινόμαυρο, Παμίδι, Παπαδικό, Πατρινό, Πετροκόριθο μαύρο, Ρητινό, Ρομπόλα κόκκινη, Ρωμείο, Σεριφιώτικο, Σέφκα, Σκοπελίτικο, Σκυλοπνίκτης, Σταυροχιώτικο, Σταυρωτό, Συκιώτης, Τσάπουρνο, Τσαρδάνα, Φειδιά, Φωκιανό, Χιδηριώτικο, Χιώτικο κρασερό, Χονδρόμαυρο Καλαβρύτων, Χονδρόμαυρο, Ψαρσύρικο, Ψιλό μαύρο Καλαβρύτων, Aglianico, Alicante Bouschet, Barbera, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Carignan, Cinsaut, Cot, Grenache Rouge, Merlot, Montepulciano, Mourvedre, Nebbiolo, Negro Amaro, Petit Verdot, Pinot Noir, Refosco, Sangiovese, Schioppettino, Syrah, Canna, Tempranillo, Touriga Nacional, Vermentino.
- **Λευκές:** Αγούμαστος, Αγριογλυκάδι, Αηδάνι άσπρο, Αθήρι, Αρετή, Ασπροβέρτζαμο, Ασπρούδα Πατρών, Ασπρούδα Σαντορίνης, Ασπρούδα Σερρών, Ασπρούδες, Ασύρτικο, Βαλαίτης, Βαρδέα, Βάφτρα άσπρη, Βηλάνα, Βιδιανό, Βοϊδομάτης άσπρος, Βολίτσα άσπρη, Βόσσος, Γαϊδουριά, Γλυκάδι, Γλυκερήθρα, Γουστολίδι, Δαφνί, Δερματάς, Ζακυνθινό, Ζουμιάτικο, Θειακό, Θρασαθήρι, Κακοτρύγης, Κατσάνο, Κοζανίτης, Κοντοκλάδι, Κουκούλι, Κουμιώτης, Κρητικό, Κυδωνίτσα, Λαγόρθη, Μαλαγουζιά, Μαλουκάτο, Μανδηλαριά άσπρη, Μονεμβασιά, Μοσχατέλλα, Μοσχάτο Αλεξανδρείας, Μοσχάτο άσπρο, Μπατίκι, Μπεγλέρι, Μυγδάλι, Ντεμπίνα, Ξερομαχειρούδα, Όψιμο Εδέσσης, Όψιμο Σουφλίου, Παύλος, Πετροκόριθο λευκό,

Πετρουλιανός, Πλατάνι, Πλυτό, Ποταμίσι, Πρικνάδι, Ραζακί, Ροκανιάρης, Ρομπόλα, Σαββατιανό, Σκιαδόπουλο, Σκλάββα, Σκυλόκλημα, Σουλτανίνα, Ταχτάς, Τσαούσι, Φλασκασύρτικο, Χλώρες, Alvarinho, Arintho, Chardonnay, Grechetto, Greco, Grecanico, Grenachelanc, Maccabeu, Malvasia di Candia Aromatica, Riesling, Roussanne, Sauvignonlanc, Semillon, Sylvaner, Ugnilanc, Verdicchioianco, Viognier.

- Ροζέ: Βιολεντό, Κουτσουμπέλι, Ροδίτης, Σιδερίτης, Τουρκοπούλα, Φιλέρι, Gewurztraminer.

Επιτραπέζιες ποικιλίες: Φράουλα κόκκινη, Σουλτανίνα, όψιμο Έδεσσας.

Ποικιλίες σταφιδοποιίας: Κορινθιακή (μαύρη) και Σουλτανίνα (λευκή).

1.8.1. Ποικιλία Ντεμπίνα

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία Ντεμπίνα (Debina).

Η ποικιλία Ντεμπίνα (Debina) καλλιεργείται στην περιοχή της Ζίτσας του νομού Ιωαννίνων και καταλαμβάνει περίπου τα 9/10 των αμπελώνων της περιφέρειας και το 1/5 των αμπελώνων του νομού (Σταύρακας, 1998). Είναι από τις «λευκές» ποικιλίες σταφυλιών από την οποία παράγονται αφρώδεις οίνοι, ξηροί και γλυκείς με ονομασία προέλευσης «ΖΙΤΣΑ». Προσαρμόζεται καλά και στα πιο δύσκολα εδάφη με μέσες στρεμματικές αποδόσεις από 700-800 kg έως 1500 kg. Σοβαρό πρόβλημα για την ποικιλία αποτελούν οι ανοιξιάτικοι παγετοί και η ευαισθησία της στον περονόσπορο, το ωίδιο και τον βοτρυτή (Σταύρακας, 1998).

2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ

2.1. Υπολείμματα κλαδέματος

Τα υπολείμματα κλαδέματος ενός αμπελώνα θεωρούνται τα κλαδιά, τα φύλλα και τα άλλα φυτικά υπολείμματα που παράγονται κατά τη διάρκεια της περιόδου του κλαδέματος των αμπελώνων αλλά και του κορυφολογήματος και αποτελούν σημαντικό παραγωγικό υλικό που μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους.

Οι κατηγορίες αξιοποίησής τους μπορεί να είναι οι εξής (Pachón, *et al.*, 2020):

1. Υλικό προστασίας του εδάφους: Αξιοποίηση της αποτελεσματικότητας των υπολειμμάτων κλαδέματος ως προστατευτικού υλικού για το έδαφος και τη δυνατότητα μείωσης της διάβρωσης και διατήρησης της υγρασίας.
2. Κομποστοποίηση: Αξιοποίηση της διαδικασίας παραγωγής οργανικού κομποστ από τα υπολείμματα κλαδέματος και των θετικών επιπτώσεων στην ανάπτυξη των φυτών.
3. Παραγωγή Ενέργειας: Αξιοποίηση του δυναμικού της χρήσης των υπολειμμάτων κλαδέματος ως πηγής βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας και τη συμβολή της στη μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων.
4. Επεξεργασία για άλλες βιομηχανίες: Αξιοποίηση των διαδικασιών μετατροπής των υπολειμμάτων κλαδέματος σε πρώτες ύλες για άλλες βιομηχανίες και τη συμβολή τους στη μείωση της απόρριψης αποβλήτων.
5. Κατάστροφηση: Αξιοποίηση των τεχνικών χρήσης των υπολειμμάτων κλαδέματος για τη δημιουργία διαδρόμων και πλατφορμών σε αμπελώνες και τη συμβολή τους στη βελτίωση της διαχείρισης του αμπελώνα.

Η αξιοποίηση των υπολειμμάτων κλαδέματος σε αμπελώνες παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Η κατάλληλη διαχείριση αυτών των υλικών μπορεί να συμβάλει στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των αμπελώνων και στη βελτίωση της βιωσιμότητάς τους. Περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή τεχνολογιών ανακύκλωσης και αξιοποίησής τους μπορούν να ενισχύσουν αυτήν την προσέγγιση για τη βιώσιμη ανάπτυξη των αμπελώνων (Smith, *et al.*, 2008)

2.2. Υπολείμματα οινοποιείων

Τα υπολείμματα που παράγονται στα οινοποιεία προέρχονται από όλα τα στάδια της οινοποιητικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα τα απόβλητα κατηγοριοποιούνται σε:

1. Στερεά απόβλητα
 - Βόστρυχοι (το ξυλώδες μέρος του σταφυλιού).
 - Στέμφυλα (ο φλοιός των σταφυλιών).
 - Γίγαρτα (κουκούτσια).
2. Υγρά απόβλητα, τα οποία προέρχονται κυρίως από τα διάφορα πλυσίματα που γίνονται κατά την οινοποιητική διαδικασία (πλύσιμο πιεστηρίων έκθλιψης σταφυλιών, πλύσιμο δεξαμενών ζύμωσης, βαρελιών, φιαλών κλπ.) (Davila, *et al.*, 2017).

3. Συνδυασμός των παραπάνω

- Οινολάσπες, δηλαδή τα υπολείμματα που ιζηματοποιούνται στον πυθμένα των δεξαμενών και των βαρελιών του κρασιού μετά τη ζύμωση καθώς και το υπόλειμμα που μένει μετά τη διήθηση ή τη φυγοκέντρωση του προϊόντος (Pérez-Serradilla, and Luque de Castro, 2008). Αυτό το υποπροϊόν συνδυάζει υγρούς και στερεούς παράγοντες και αποτελείται στο στερεό μέρος από έναν συνδυασμό ζυμομυκήτων, οργανικών οξέων, αδιάλυτων υδατανθράκων, πρωτεϊνών, φαινολικών ενώσεων και πολτού σταφυλιών και στο υγρό μέρος κυρίως από αιθανόλη και οργανικά οξέα, όπως το οξικό οξύ (CH_3COOH) και το γαλακτικό οξύ [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$] (Jara-Palacios, 2019). Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι το χαμηλό pH (3-6), το υψηλό COD (Chemical Oxygen Demand) πάνω από 30.000 mg/L, το K (Κάλιο) σε συγκεντρώσεις 2.500 mg/L και τα φαινολικά σε ποσότητες έως και 1.000 mg/L. Συγκριτικά με τα υπόλοιπα απόβλητα, οι οινολάσπες είναι από τα λιγότερο μελετημένα και αξιοποιημένα παραπροϊόντα της οινοβιομηχανίας, ωστόσο έρευνες έχουν δείξει πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φθηνή και εναλλακτική πηγή αντιοξειδωτικού εκχυλίσματος. (Pérez-Serradilla, and Luque de Castro, 2011).

2.3. Αξιοποίηση των υπολειμμάτων

Η επιστημονική κοινότητα έχει εκφράσει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση αυτών των υπολειμμάτων με σκοπό την επίτευξη περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών οφελών.

Μία από τις κύριες εφαρμογές των υπολειμμάτων οινοποιίας είναι η κομποστοποίηση, όπου αυτά τα υλικά μπορούν να μετατραπούν σε υψηλής ποιότητας κομπόστ. Η χρήση του κομπόστ ως οργανικό λίπασμα στη γεωργία μπορεί να βελτιώσει τη δομή και την ικανότητα αποθήκευσης νερού του εδάφους, να αυξήσει τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους και να ενισχύσει την ανθεκτικότητα των φυτών στις ασθένειες. Η αγροτική χρήση του κομπόστ από υπολείμματα οινοποιίας μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής και στην πρόωθηση της βιωσιμότητας του αγροτικού τομέα.

Ένας άλλος τρόπος αξιοποίησης είναι ως υλικό προστασίας του εδάφους με την ανάλυση της αποτελεσματικότητας των υπολειμμάτων ως προστατευτικού υλικού για το έδαφος και τη δυνατότητα μείωσης της διάβρωσης και διατήρησης της υγρασίας.

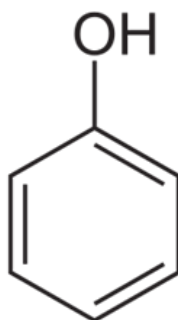
Πέραν όμως των εφαρμογών στη γεωργία, μια πολύ σημαντική εφαρμογή είναι για την παραγωγή βιοενέργειας. Η οινολάσπη και άλλα υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας και ως εναλλακτικά καύσιμα (βιοπετρέλαιο, βιοαιθανόλη). Η χρήση βιοενέργειας από υπολείμματα οινοποίησης συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη μετάβαση σε βιώσιμες μορφές ενέργειας.

Η αξιοποίηση των υπολειμμάτων παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Η κατάλληλη διαχείριση αυτών των υλικών μπορεί να συμβάλει στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και στη βελτίωση της βιωσιμότητάς τόσο του αμπελώνα όσο και των οινοποιείων. Περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή τεχνολογιών ανακύκλωσης και αξιοποίησης μπορούν να ενισχύσουν αυτήν την προσέγγιση για τη βιώσιμη ανάπτυξή τους.

3. ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

3.1. Κατηγοριοποίηση φαινολικών ενώσεων

Οι φαινόλες είναι μια σημαντική κατηγορία οργανικών ενώσεων με ποικίλες εφαρμογές σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας, της υγείας και της φυσικής επιστήμης. Ο μοριακός τους τύπος είναι ο C_6H_6O και σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος είναι άχρωμα κρυσταλλικά στερεά, πτητικά, με πικρή οσμή και καυστική γεύση. Στο μόριό τους έχουν τουλάχιστον έναν αρωματικό δακτύλιο που συνδέεται με την υδροξυλομάδα και αποτελούν χαρακτηριστικό συστατικό των φυτών ή των οργάνων των φυτών (Εικόνα 3.1) (Scalbert, and Williamson, 2000). Η πιο γνωστή τους ιδιότητα είναι η αντιοξειδωτική τους δράση που συνδέεται με πολλά οφέλη για την υγεία (Rani *et al.*, 2020). Τα σταφύλια περιέχουν μεγάλο αριθμό φαινολικών ενώσεων, οι οποίες παίζουν καθοριστικό ρόλο για την ποιότητα του κρασιού.



Εικόνα 3.1. Βασική δομή φαινόλης (Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόλη>)

Ο όρος «φαινόλες» μπορεί να ερμηνευθεί ως οι ενώσεις που διαθέτουν έναν αρωματικό δακτύλιο που φέρει μία υδροξυλομάδα, ενώ οι «πολυφαινόλες» μπορεί να έχουν έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους που φέρουν περισσότερες από μία υδροξυλομάδες. Οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να χωριστούν σε διάφορες υποομάδες ανάλογα με τα δομικά τους χαρακτηριστικά, ωστόσο, εκείνες που συνήθως απαντώνται στα φυτικά τρόφιμα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κύριες υποομάδες: φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή και μη φλαβονοειδή.

Τα φαινολικά οξέα είναι υδροξυλικά παράγωγα των αρωματικών καρβοξυλικών οξέων που έχουν έναν μόνο φαινολικό δακτύλιο και μπορούν να χωριστούν περαιτέρω σε δύο κύριους τύπους, τα βενζοϊκά οξέα και τα κινναμωμικά οξέα.

Τα φλαβονοειδή περιέχουν δύο φαινολικούς δακτυλίους (δακτύλιος Α και δακτύλιος Β) που συνδέονται με μια γέφυρα τριών ατόμων άνθρακα (Zhang, and Tsao, 2016).

3.2. Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες είναι μια ομάδα φυσικών ενώσεων με φαινολικά δομικά χαρακτηριστικά. Είναι ένας συλλογικός όρος για διάφορες υποομάδες φαινολικών ενώσεων, ωστόσο, η χρήση του όρου «πολυφαινόλες» έχει προκαλέσει κάποια σύγχυση και οι υπονοούμενες χημικές δομές του είναι συχνά ασαφείς ακόμη και για τους ερευνητές. Οι πολυφαινόλες έχουν ταξινομηθεί ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους, τη βιολογική τους λειτουργία και τη χημική τους δομή. Επίσης, η πλειονότητα των πολυφαινολών στα φυτά υπάρχει ως γλυκοζίτες με διαφορετικές μονάδες σακχάρων και ακυλιωμένα σάκχαρα σε διαφορετικές θέσεις του σκελετού των πολυφαινολών (Tsao, 2010). Στη συγκεκριμένη μελέτη, εφόσον μιλάμε για τις πολυφαινόλες που υπάρχουν στο φυτό της αμπέλου, οι υποκατηγορίες είναι οι εξής:

1. Μη φλαβονοειδή

Τα μη φλαβονοειδή είναι φαινολικές ενώσεις όπως τα φαινολικά οξέα, που διακρίνονται σε βενζοϊκά οξέα, με κύριο εκπρόσωπο το γαλλικό οξύ (πρόδρομη ένωση για τη βιοσύνθεση υδατοδιαλυτών ταννίνων), σε υδροξυκιναμωμικά οξέα και τα στιλβένια (φυτοαλεξίνες) (Σταυρακάκης, 2019).

Τα φαινολοξέα σχηματίζονται από αντιδράσεις οξειδωσης, αναγωγής, υδρόλυσης και μεθυλίωσης και είναι άχρωμα σε αραιό διάλυμα αλκοόλης αλλά μπορούν να αποκτήσουν κίτρινο χρώμα μετά την οξειδωση (Σταυρακάκης, 2019). Έχει παρατηρηθεί πως η συγκέντρωση των φαινολοξέων είναι μεγαλύτερη στις ερυθρές ποικιλίες παρά στις λευκές. Επιπλέον χαρακτηρίζονται από αυξημένες αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες.

Μια άλλη υποκατηγορία μη φλαβονοειδών είναι τα στιλβένια, τα οποία είναι μη στεροειδή οιστρογόνα και συντίθενται από παράγωγα του κιναμωμικού οξέος και εντοπίζονται στα σταφύλια, το κρασί και το ξύλο δρυός. Η σημαντικότερη φυτοαλεξίνη στην άμπελο είναι η trans-ρεσβερατρόλη ή απλά ρεσβερατρόλη (3,4,5, τριυδροξυστιλβένιο), βρίσκεται μόνο στα κύτταρα των φλοιών των ραγών και συντίθεται ως απόκριση σε καταπονήσεις των πρέμνων, όπως έντονη ξηρασία ή και προσβολή από διάφορα παθογόνα (Σταυρακάκης, 2019). Εκχυλίζεται κατά τη ζύμωση των ερυθρών οίνων και είναι γνωστή για τις αντικαρκινικές και αντιθρομβωτικές ιδιότητές της.

2. Φλαβονοειδή

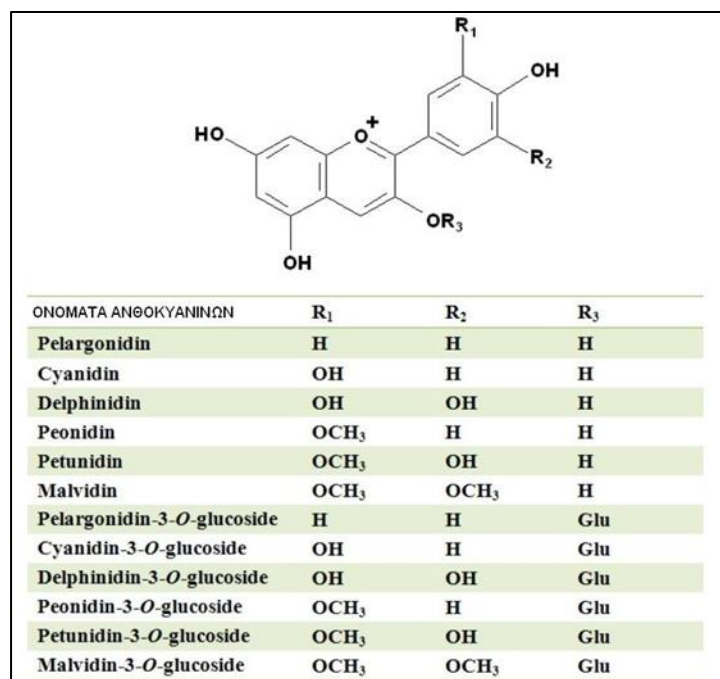
Οι φλαβονοειδείς φαινόλες προέρχονται από την ίδια μητρική ένωση, τη φλαβόνη. Στις υποκατηγορίες περιλαμβάνονται οι φλαβονόλες, οι φλαβανόνες και τα παράγωγά τους και

αποτελούν τις έντονες κίτρινες χρωστικές των φυτών. Η δομή τους αποτελείται από 2 βενζολικούς δακτύλιους (A, B) ενωμένους με ετεροκυκλικό δακτύλιο πυρυλίου (C) και σύμφωνα με αυτή χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες: τα παράγωγα της φλαβόνης και τις ανθοκυανίνες (Hollman, and Katan, 1999).

Οι φλαβονόλες αποτελούν τα πιο διαδεδομένα παράγωγα των φλαβονοειδών και είναι ουσιαστικά οι κίτρινες χρωστικές που βρίσκονται στους φλοιούς των σταφυλιών, κόκκινων και λευκών. Η έκκριση φλαβονοειδών βοηθάει τα φυτά να ανταπεξέλθουν σε συνθήκες καταπόνησης όπως η υδατική καταπόνηση, μεγάλη έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία κ.α.

3. Ανθοκυανίνες

Οι ανθοκυανίνες είναι αποτέλεσμα από την ένωση των ανθοκυανιδινών με μόρια γλυκόζης και είναι υπεύθυνες για το ερυθρό και το κυανό χρώμα στους φυτικούς ιστούς (Εικόνα 3.2). Αποτελούν τους χημικούς δείκτες για τη διάκριση των διαφόρων ποικιλιών της αμπέλου λόγω της διαφοροποίησής τους στην ποσότητα και στην κατανομή τους σε αυτές καθώς και ισχυρά αντιοξειδωτικά με αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες (Σταυρακάκης, 2019). Συνήθως βρίσκονται στον φλοιό της ράγας αλλά σπανιότερα μπορούν να βρεθούν και στα φύλλα.

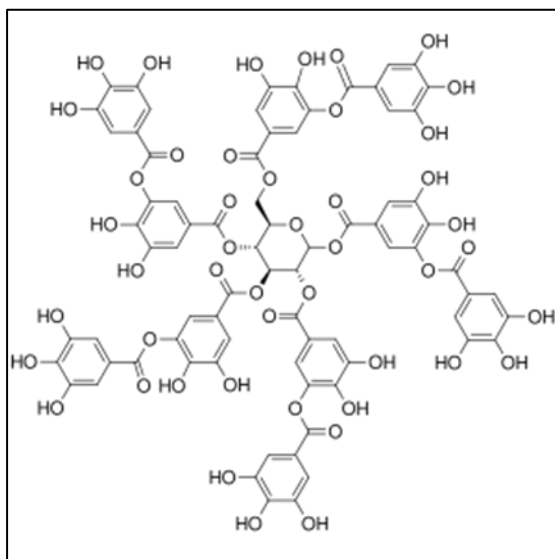


Εικόνα 3.2. Δομές μονομερών ανθοκυανινών που υπάρχουν στα κρασιά και στα σταφύλια (Πηγή: <https://gkelanto.gr/index.php/encyclo/inside/anthokuanines>)

Με την πάροδο του χρόνου οι ανθοκυάνες είτε ενώνονται με τις ταννίνες, είτε αποικοδομούνται και αυτό οδηγεί στη μείωσή τους. Επίσης είναι πιθανό να ενωθούν μεταξύ τους ή και με άλλες άχρωμες φαινολικές ενώσεις με δεσμούς υδρογόνου για την εξασφάλιση περισσότερης σταθερότητας, γνωστό και ως φαινόμενο συγχρωματισμού.

4. Ταννίνες

Οι ταννίνες είναι ουσίες που σχηματίζονται κατά τον πολυμερισμό των φαινολικών ενώσεων και έχουν την ικανότητα να ενώνονται με μεγαλύτερα μόρια όπως για παράδειγμα με πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες, δημιουργώντας έτσι σταθερότερες ενώσεις (Εικόνα 3.3). Σε αυτές οφείλεται η αίσθηση πικράδας ή στυπτικότητας που νιώθει κανείς στον ουρανίσκο και τη στοματική κοιλότητα κατά την κατανάλωση ορισμένων κρασιών, διότι οι ταννίνες αντιδρούν με τις γλυκοπρωτεΐνες του σάλιου και προκαλούν αυτή την αίσθηση. Διακρίνονται σε συμπυκνωμένες ταννίνες και υδρολυόμενες ταννίνες.



Εικόνα 3.3. Χημικός τύπος ταννίνης. (Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/Ταννίνη>)

Οι υδρολυόμενες ταννίνες αποτελούνται από ένα μόριο σακχάρου, κυρίως γλυκόζης, του οποίου τα υδροξύλια είναι εστεροποιημένα με διάφορα φαινολικά οξέα, όπως το γαλλικό και το ελλαγικό οξύ. Δεν βρίσκονται στα σταφύλια, ωστόσο μπορεί να βρεθούν σε διάφορους οίνους, καθώς υπάρχουν εμπορικές ταννίνες οι οποίες χρησιμοποιούνται στα διάφορα στάδια κατεργασίας των οίνων.

Τέτοιου είδους ταννίνες βρίσκει κανείς στα ξύλα δρυός, γι' αυτό τα κρασιά που έχουν παλαιωθεί σε βαρέλια από τέτοιο ξύλο περιέχουν μικροποσότητες ελλαγικού οξέος λόγω της υδρόλυσης των ταννινών του (Ribéreau-Gayon, *et al.*, 2006).

Οι συμπυκνωμένες ταννίνες (προανθοκυανιδίνες) σχηματίζονται από τον πολυμερισμό της προκυανιδίνης και προστατεύουν τα φύλλα των φυτών από διάφορα φυτοπαράσιτα, απενεργοποιώντας τα ένζυμα λύσης των κυττάρων των παθογόνων. Βρίσκονται στο φλοιό, στα γίγαρτα και στους βλαστούς των φυτών και κατά την οиноποίηση αποσπώνται εύκολα και επηρεάζουν τον παραγόμενο οίνο ως προς την αίσθηση της στυπτικότητας και της πικράδας, το χρώμα και τη θολερότητα (Ribéreau-Gayon, *et al.*, 2006).

3.3. Πρωτόκολλο προσδιορισμού ολικών φαινολικών

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu η οποία είναι μία φωτομετρική τεχνική που εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό του ολικού φαινολικού περιεχομένου σε φυσικά προϊόντα και βασίζεται στην «αναγωγική δράση», παρουσία πολυφαινολικών ομάδων. Η μέθοδος βασίζεται στην οξειδωση φαινολών με ταυτόχρονη αναγωγή φωσφοροβολφραμικού οξέως και φωσφορομολυβδενικού διαλύματος, είναι απλή, αναπαραγώγιμη και χρησιμοποιείται συχνά στη μελέτη των φαινολικών αντιοξειδωτικών. (Σουφλερός, 1997).

Το πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών στα φύλλα της αμπέλου βασίστηκε στη μέθοδο που περιγράφεται από τον Katalinić, *et al.* (2009) με ορισμένες τροποποιήσεις.

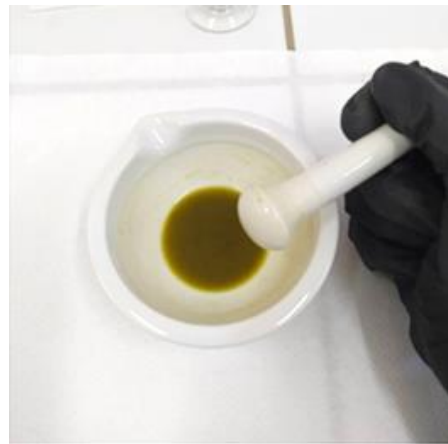
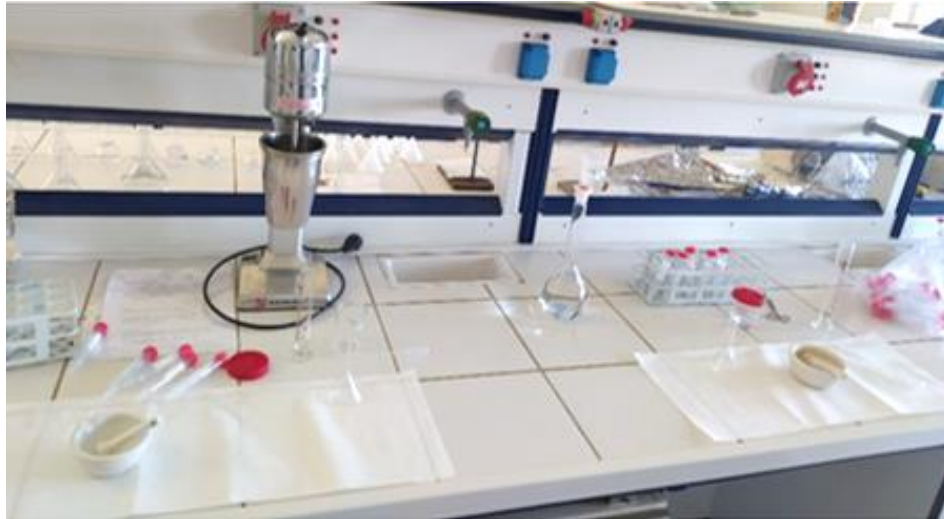
Εκτός από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu χρησιμοποιήθηκαν και τα εξής διαλύματα:

- Διάλυμα αιθανόλης 80%: 80 ml αιθανόλης + 20 ml d.H₂O (δισ απιονισμένο νερό) = 100 ml.
- Διάλυμα Na₂CO₃ 7,5%: Λήφθηκαν 7,5 g ανθρακικού νατρίου (Na₂CO₃) με τη χρήση σιδερένιας λαβίδας και τοποθετήθηκαν σε αλουμινόχαρτο και τα οποία μεταφέρθηκαν σε γυάλινο ποτήρι ζέσεως με 100 ml d.H₂O. Ύστερα το διάλυμα τοποθετήθηκε σε μαγνητικό αναδευτήρα με μαγνητική πλάκα για 5-10 min στα 50 rpm με μηδενική θέρμανση. (Τα φαινολικά αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu μόνο υπό βασικές συνθήκες, γι' αυτό πραγματοποιείται ρύθμιση με το συγκεκριμένο διάλυμα σε pH 10).

- Διάλυμα υπερκειμένου: Σε σειρά σωλήνων τοποθετήθηκαν 9.750 μl στα οποία προστέθηκαν 250 μl από το υπερκείμενο, ώστε ο συνολικός όγκος να φτάσει τα 10 ml.

ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Δείγματα φύλλων αμπέλου τοποθετήθηκαν σε πυριαντήριο για ξηραθούν για τουλάχιστον 48 h. Μετά την διαδικασία της ξήρανσης 0,10 g αποξηραμένου φύλλου τοποθετήθηκαν σε γουδί μαζί με διάλυμα αιθανόλης: απ. ύδωρ σε αναλογία 80:20 όγκο κατ' όγκο με σκοπό την εκχύλιση (Εικόνα 3.4). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο για 15 min στους 3000 rpm, σε θερμοκρασία 12 °C και ύστερα 250 μl του διαλύματος του υπερκειμένου αραιώθηκαν σε τελικό όγκο 10 ml απιονισμένου H₂O (διάλυμα Α). Σε νέα σειρά σωλήνων προστίθενται 4,5 ml απιονισμένου H₂O, 1 ml από το υπερκείμενο του διαλύματος εκχύλισης και 500 μl από το αντιδραστήριο Folin Ciocalteu 2N και ύστερα από 3-5 λεπτά αναμονής προστίθενται 4 ml από το διάλυμα Na₂CO₃ 7,5% (διάλυμα Β ή διάλυμα μέτρησης). Η αναλογία ανάμειξης των αντιδραστηρίων είναι τέτοια ώστε το περιεχόμενο του διαλύματος μέτρησης σε αιθανόλη να είναι μικρότερη από 20%. Το μείγμα αυτό φυγοκεντρήθηκε και έπειτα επώαστηκε σε υδατόλουτρο στους 40 °C για 20 min και σε σκοτεινό μέρος για 30 min με σκοπό την ανάπτυξη του μπλε χρώματος του σχηματισθέντος συμπλόκου. Η απορρόφηση των δειγμάτων προσδιορίστηκε στα 765 nm χρησιμοποιώντας ένα φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης Jasco-V630 UV-VIS έναντι του τυφλού. Το τυφλό δείγμα περιέχει τα ίδια ακριβώς αντιδραστήρια με τα άγνωστα προστιθέμενα με την ίδια σειρά, αλλά αντί του 1 mL διαλύματος εκχύλισης, προστίθεται 1 mL απ. ύδατος. Με βάση την καμπύλη αναφοράς των προτύπων και τους υπολογισμούς των αραιώσεων και της εκχυλιζόμενης μάζας φύλλου, τα αποτελέσματα αναφέρθηκαν σε mg GAE g⁻¹ ξηρού φύλλου.



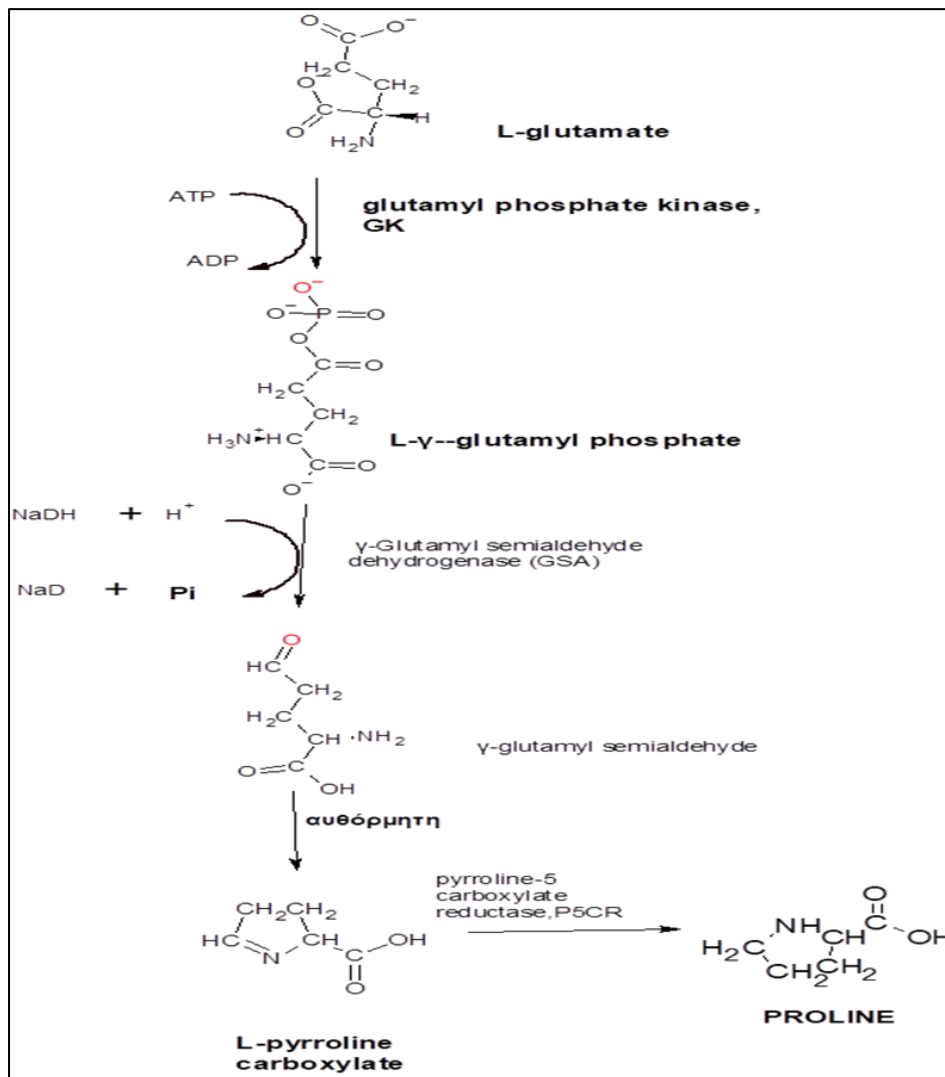
Εικόνα 3.4. Διαδικασία προσδιορισμού ολικών φαινολικών

4. ΠΡΟΛΙΝΗ

4.1. Βιοσύνθεση προλίνης

Η προλίνη είναι ένα ετεροκυκλικό αμινοξύ που εμπλέκεται στη σύνθεση πρωτεϊνών και δίνει στις πρωτεΐνες ένα σταθερό σχήμα. Η ελεύθερη προλίνη έχει συγκεκριμένες λειτουργίες στα φυτικά κύτταρα, ιδίως την αυτορρύθμιση, την αντιοξειδωτική άμυνα και τη σταθεροποίηση των κυτταρικών δομών υπό δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα φυτά που εκτίθενται σε αυξημένο στρες αντιδρούν με την αύξηση της συνθέσεως προλίνης, η οποία συμβάλλει στην αντιμετώπιση του στρες και τη διατήρηση της κυτταρικής ακεραιότητας.

Η σύνθεση της προλίνης γίνεται μέσω της οδού του γλουταμινικού οξέος (Glu) στα ευβακτήρια, ζυμομύκητες *Saccharomyces cerevisiae*, ζώα και φυτά ή της οδού της ορνιθίνης (Orn) στα φυτικά κύτταρα (Yunus, *et al.*, 2024). Το βιοσυνθετικό μονοπάτι του γλουταμινικού είναι η κύρια οδός σύνθεσης της προλίνης στα φυτά κατά την διάρκεια της ωσμωτικής καταπόνησης ενώ σε συνθήκες έλλειψης αζώτου η οδός της ορνιθίνης είναι η κυρίαρχη στην βιοσύνθεση της προλίνης (Delauney and Verma, 1993). Το γλουταμινικό μονοπάτι ευθύνεται για τη σημαντική συσσώρευση προλίνης κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής καταπόνησης (Εικόνα 4.1.). Η προλίνη συντίθεται από το γλουταμινικό οξύ μέσω του ενδιάμεσου προϊόντος Δ'-πυρρολίνη-5-καρβοξυλικό (P5C). Η αντίδραση καταλύεται από τη συνθετάση Δ'-πυρρολίνη-5-καρβοξυλικού (P5CS) και τη Δ'-πυρρολίνη-5-καρβοξυλική αναγωγή (P5CR). Η P5CS κωδικοποιείται από δύο γονίδια στα περισσότερα φυτικά είδη, ενώ η P5CR από ένα. Ο καταβολισμός της προλίνης γίνεται στα μιτοχόνδρια (Hayat, *et al.*, 2012).

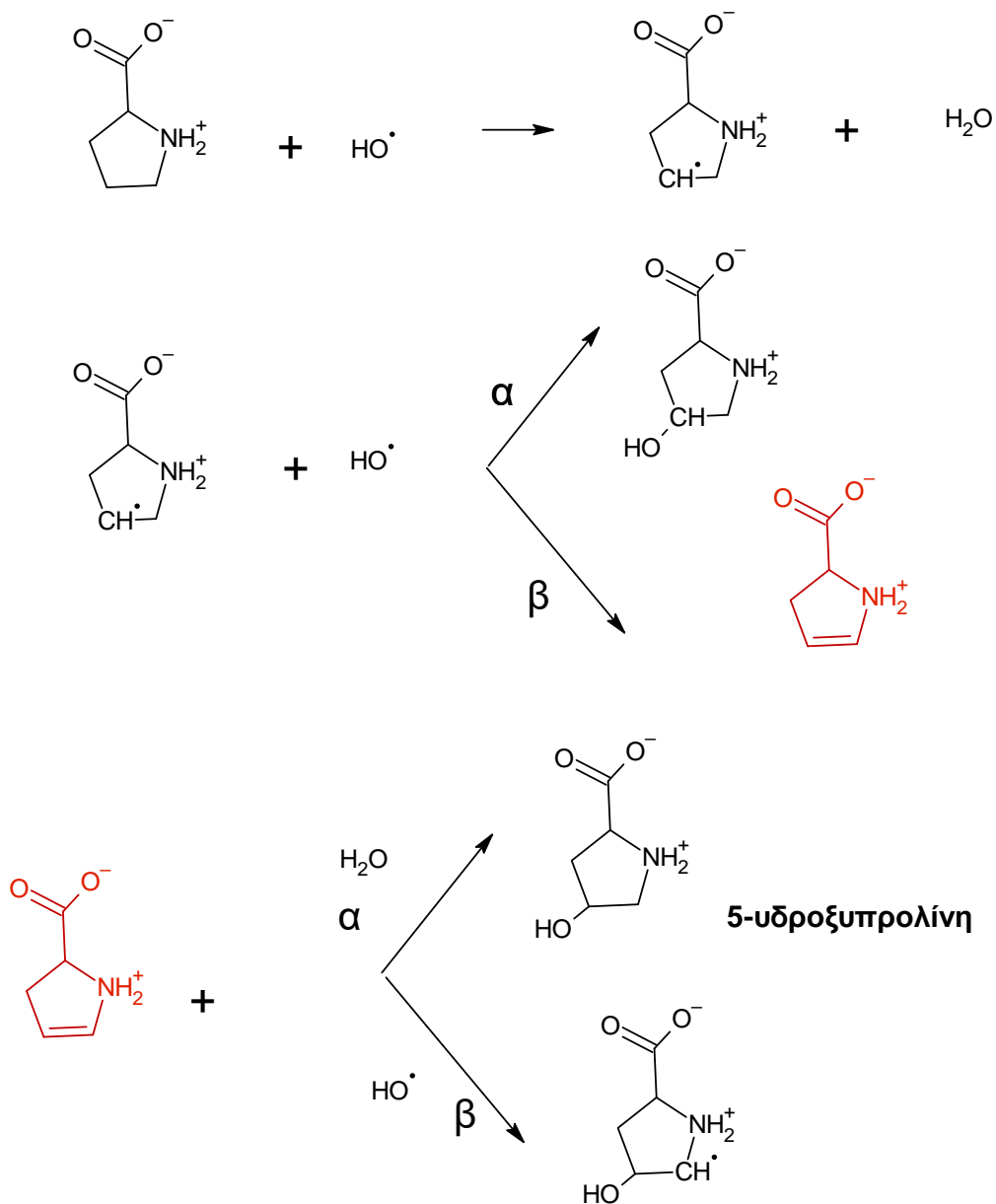


Εικόνα 4.1. Βιοσύνθεση προλίνης μέσω του γλουταμινικού οξέος (Csonka and Leisinger, 2007)

4.2. Προλίνη ως δείκτης καταπόνησης

Η προλίνη όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω αποτελεί δείκτη στρεσαρίσματος του φυτού. Το στρες, γενικά, είναι γνωστό ότι μεταβάλλει τις σχέσεις φυτού-νερού, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την πρόσληψη νερού, την άνοδο του χυμού, τη λειτουργία των στομάτων και την καθυστέρηση της βιοσύνθεσης της χλωροφύλλης και τελικά να οδηγήσουν σε μειωμένη φωτοσύνθεση. Για να αποφευχθεί αυτό, η προλίνη προστατεύει το φυτό, κρατώντας τις μεμβράνες, τις πρωτεΐνες και τα ένζυμα άθικτα. Ωστόσο έρευνες έχουν δείξει ότι ενώ η χορήγηση εξωγενούς προλίνης σε μικρές ποσότητες μπορεί να είναι ευεργετική για το φυτό, σε μεγάλες ποσότητες όμως μπορεί να γίνει και επιβλαβής (Hayat, *et al.*, 2012). Η προλίνη ανήκει στην κατηγορία των συμβατικών ωσμωλυτών οι οποίοι συσσωρεύονται στα κύτταρα σε συνθήκες παρατεταμένης υδατικής καταπόνησης, οι οποίοι βοηθούν στην σταθεροποίηση

των τρισδιάστατων δομών των πρωτεϊνών καθώς τα κύτταρα αφυδατώνονται. Εκτός από τον ρόλο της στην αντοχή στο στρες, η προλίνη συμμετέχει επίσης σε βιοχημικές διαδικασίες που αφορούν την αποθήκευση ενέργειας και την προστασία από την υπερβολική ενεργειακή διέγερση. Επίσης, η προλίνη συμμετέχει στη σύνθεση κυτταρικών τοιχωμάτων και στο να σταθεροποιεί τις μεμβράνες αποτρέποντας την διαρροή των ηλεκτρολυτών ενώ εξουδετερώνει ενεργές μορφές οξυγόνου (Εικόνα 4.2) (Reactive Oxygen Species, ROS) ώστε να αντιμετωπιστεί η οξειδωτική έκρηξη των φυτών (Yunus, *et al.*, 2024).



Εικόνα 4.2: Εξουδετέρωση ριζών OH από την προλίνη (Signorelli *et al.*, 2013).

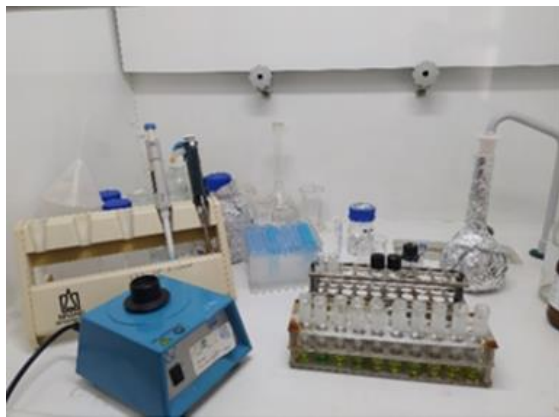
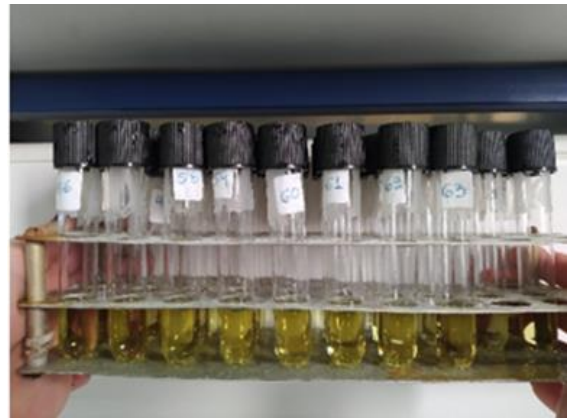
4.3. Πρωτόκολλο προσδιορισμού προλίνης

Για τον προσδιορισμό της προλίνης στα φύλλα της αμπέλου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Carillo & Gibon (2011) με ορισμένες τροποποιήσεις.

Τα διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μέθοδο είναι τα εξής:

- Διάλυμα αιθανόλης 70%: 70 ml αιθανόλης + 30 ml d.H₂O (δix απιονισμένο νερό) = 100 ml.
- Διάλυμα νινυδρίνης : Το διάλυμα νινυδρίνης παρασκευάστηκε με 0,25 g νινυδρίνης σε διάλυμα 30 ml acetic acid + 10 ml ethanol του οποίου ο όγκος συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι τα 50 ml. Η διάλυση έγινε χωρίς θέρμανση, υπό συνεχή ανάδευση. Για την παρασκευή του διαλύματος απαιτήθηκαν γάντια νιτριλίου και μάσκα άνθρακα.

Στην αρχή ζυγίστηκαν 100 mg φυτικού ιστού (κατεψυγμένα φύλλα), τα οποία τεμαχίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε γουδί. Στο γουδί προστέθηκαν 2 ml διαλύματος αιθανόλης 70% και ακολούθησε λειοτρίβηση. Στη συνέχεια προστέθηκαν άλλα 2 ml διαλύματος αιθανόλης 70% (συνολικά 4 ml εκχυλίσματος) ολοκληρώνοντας τη διαδικασία της λειοτρίβησης και πραγματοποιήθηκε ποσοτική μεταφορά του διαλύματος εκχύλισης σε κατάλληλα αριθμημένα πλαστικά σωληνάρια των 15 ml (Εικόνα 4.2). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο και ύστερα στη φυγόκεντρο στις 4000 στροφές για 10 λεπτά. Σε κατάλληλα αριθμημένα πλαστικά σωληνάρια των 15 ml τοποθετήθηκαν 2 ml του πρόσφατα παρασκευασμένου διαλύματος όξινης νινυδρίνης και 1 ml υπερκείμενου εκχυλίσματος φυτικού ιστού. Ύστερα οι σωλήνες πωματίστηκαν και αφού περάσουν από vortex για 10-15 sec, επώαστηκαν στο υδατόλουτρο σε θερμοκρασίας 95°C για 25 λεπτά. Στη συνέχεια ψύχθηκαν σε παγόλουτρο μέχρι να φτάσουν σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος το υπερκείμενο μεταφέρθηκε σε κυψελίδα για τον προσδιορισμό της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο Jasco-V630 UV-VIS στα 520 nm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μmol προλίνης g^{-1} φρέσκου φύλλου.



Εικόνα 4.3. Διαδικασία προσδιορισμού προλίνης

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Σκοπός πειράματος

Ο σκοπός του πειράματος ήταν ο αναλυτικός προσδιορισμός των ολικών φαινολικών και προλίνης σε φύλλα φυτών αμπέλου ως δείκτες φυσιολογίας του φυτού της αμπέλου. Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δείγματα από καλλιέργεια δενδρυλλίων αμπέλου σε γλάστρες σε υδροπονικό υαλόφρακτο θερμοκήπιο, στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 με 10% οργανικό κομπόστ από υπολείμματα κλαδέματος αμπελιού και οινολάσπης με συγκριτική εφαρμογή πλήρους και ελλειμματικής άρδευσης. Τα δενδρύλλια αμπέλου του πειράματος προήλθαν από φυτά που ριζοβολήθηκαν στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής της Λαμπράκη Ελένης.

5.2. Περιγραφή υλικών εργαστηρίου

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διαδικασία του πειράματος στο εργαστήριο ήταν τα εξής:

- Φούρνος ξήρανσης Memmert
- Ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας KERN EW
- Φυγόκεντρος Heareus Biofuge Primo R
- Φασματοφωτόμετρο Jasco-V630 UV-VIS
- Vortex Mixer Velp Scientifica™ RX3
- Ογκομετρικός κύλινδρος γυάλινος των 100 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος γυάλινος των 10 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος γυάλινος των 5 mL
- Γυάλινο ποτήρι ζέσεως 1000 mL
- Γυάλινο ποτήρι ζέσεως 150 mL
- Γυάλινο ποτήρι ζέσεως 50 mL
- Ογκομετρικές φιάλες 1000 mL
- Ογκομετρικές φιάλες 500 mL
- Γυάλινοι σωλήνες με πάμα Φ16
- Πλαστικοί σωλήνες Φ16
- Γουδί και γουδοχέρι πορσελάνης
- Ταινία Parafilm
- Σιδερένια λαβίδα

- Αλουμινόχαρτο
- Απορροφητικό χαρτί
- Γάντια νιτριλίου
- Μάσκα άνθρακα

5.3. Περιγραφή υλικών θερμοκηπίου

- Γλάστρες 7L
- Τύρφη
- Περλίτης
- Πλαστικό δίχτυ συγκράτησης υποστρώματος
- Μετροταινία
- Χάρτινες σακούλες
- Πλαστικά δοχεία 25 L
- Απορροφητικό χαρτί

5.4. Μεθοδολογία μετρήσεων στο αμπέλι

5.4.1. Μετρήσεις ανάπτυξης αμπέλου

Οι μετρήσεις ανάπτυξης των φυτών αμπέλου που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν με μετροταινία και αφορούσαν το ύψος του κεντρικού βλαστού καθώς και το μήκος των πλάγιων βλαστών των φυτών (Εικόνα 5.1).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 μετρήσεις με σκοπό την παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών. Σε όλα τα φυτά των μεταχειρίσεων εκπύχθηκαν όχι παραπάνω από 6 πλάγιοι οφθαλμοί, καθώς σε τακτά χρονικά διαστήματα αφαιρούνταν με τον ίδιο τρόπο οι επιπλέον οφθαλμοί με το χέρι.



Εικόνα 5.1. Μέτρηση της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών αμπέλου με μετροταινία

5.4.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους

Στο τέλος του πειράματος και αφού είχαν ολοκληρωθεί όλες οι αναπτυξιακές μετρήσεις, επιλέχθηκαν 3 φυτά από κάθε μεταχείριση για τη μέτρηση του νωπού και του ξηρού βάρους των βλαστών, ξεχωριστά σε κάθε φυτό. Αρχικά αφαιρέθηκαν τα φύλλα από κάθε φυτό και τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες. Έπειτα, κόπηκαν οι κεντρικοί βλαστοί στη βάση τους από το σημείο έκπτυξής τους από το υποκείμενο (110R), τεμαχίστηκαν σε μικρά κομμάτια και μεταφέρθηκαν σε χάρτινες σακούλες όπου και ζυγίστηκαν (νωπό βάρος) (Εικόνα 5.2). Τέλος, όλες οι χάρτινες σακούλες με τα μέρη των φυτών, τοποθετήθηκαν στον φούρνο ξήρανσης (Memmert) στους 80°C, όπου και παρέμειναν για 5 ημέρες και μετά ζυγίστηκαν για την μέτρηση του ξηρού τους βάρους. Η ζύγιση του νωπού και ξηρού βάρους των φυτών έγινε με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας (KERN EW).



Εικόνα 5.2. Χάρτινες σακούλες με τα ξεχωριστά τμήματα των φυτών



Εικόνα 5.3. Απομάκρυνση του υποστρώματος από τις ρίζες των φυτών αμπέλου

5.5. Μεθοδολογία μετρήσεων σε δείγματα φύλλων αμπέλου

5.5.1. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Για την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων έγινε πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος (Gallic Acid Equivalents) (mg GAE) / L διαλύματος σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται από τον Katalinić, *et al.* (2009) με ορισμένες τροποποιήσεις.

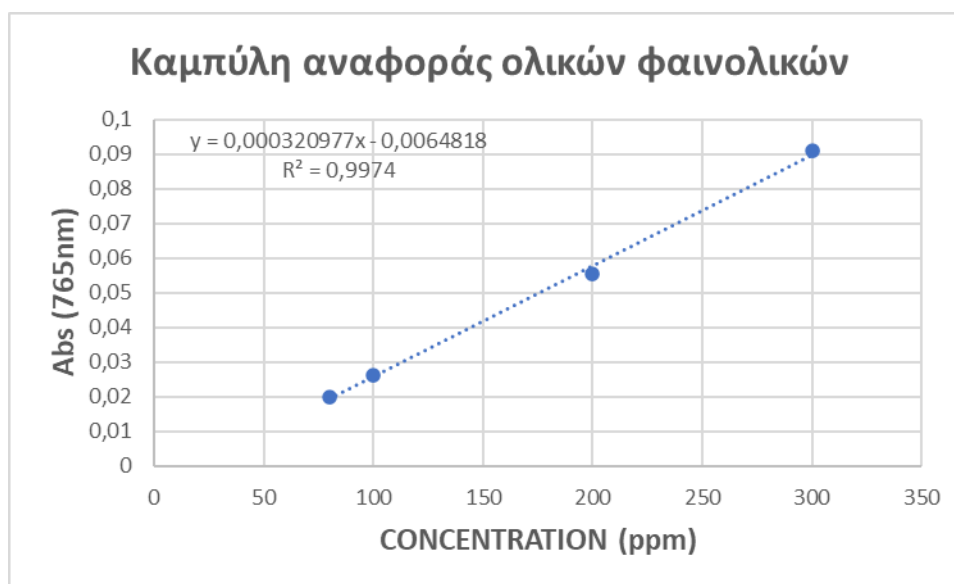
Κατασκευή καμπύλης αναφοράς

Για την ποσοτικοποίηση των δειγμάτων παρασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη αναφοράς. Ως πρότυπη ουσία χρησιμοποιήθηκε γαλλικό οξύ. Αρχικά παρασκευάστηκε πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/l σε διαλύτη υδροαιθανολικό μίγμα σε αναλογία 80:20 όγκο κατ'όγκο. Από το πυκνό πρότυπο παρασκευάστηκε μια σειρά αραιωμένων προτύπων σε υδροαιθανολικό μίγμα. Ο υπολογισμός των αραιωθέντων συγκεντρώσεων έγινε με βάση τη σχέση $C_{\text{πυκνό}} \times V_{\text{πυκνό}} = C_{\text{αραιό}} \times V_{\text{αραιό}}$.

Τα αραιωμένα πρότυπα που προκύπτουν είναι συγκέντρωσης 80, 100, 200 και 300 mg GAE/L. Τα πρότυπα κατεργάστηκαν όπως και τα δείγματα (περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο) και στη συνέχεια μετρήθηκαν οι απορροφήσεις αυτών (Πίνακας 5.1). Η απορρόφηση σε σχέση με την συγκέντρωση των προτύπων εκφράστηκε με την εξίσωση της καμπύλης αναφοράς $y = 0,000320977 x - 0,0064818$ με $R^2 = 0,9974$ (Διάγραμμα 5.1).

Πίνακας 5.1. Τιμές απορρόφησης προτύπων διαλυμάτων (ολικών φαινολικών)

C προτύπων, mg GAE/L	Abs 765 nm
80	0,0200
100	0,0260
200	0,0553
300	0,0911



Διάγραμμα 5.1. Καμπύλη αναφοράς ολικών φαινολικών

Ο υπολογισμός των ολικών φαινολικών ανά g φύλλου πραγματοποιήθηκε με την εξίσωση:
 $\text{mg GAE/g ξηρού βάρους φύλλου} = [(\text{Abs} + 0,00648) / 0,00032] / \text{ζυγισθείσα μάζα φύλλου σε g}$.

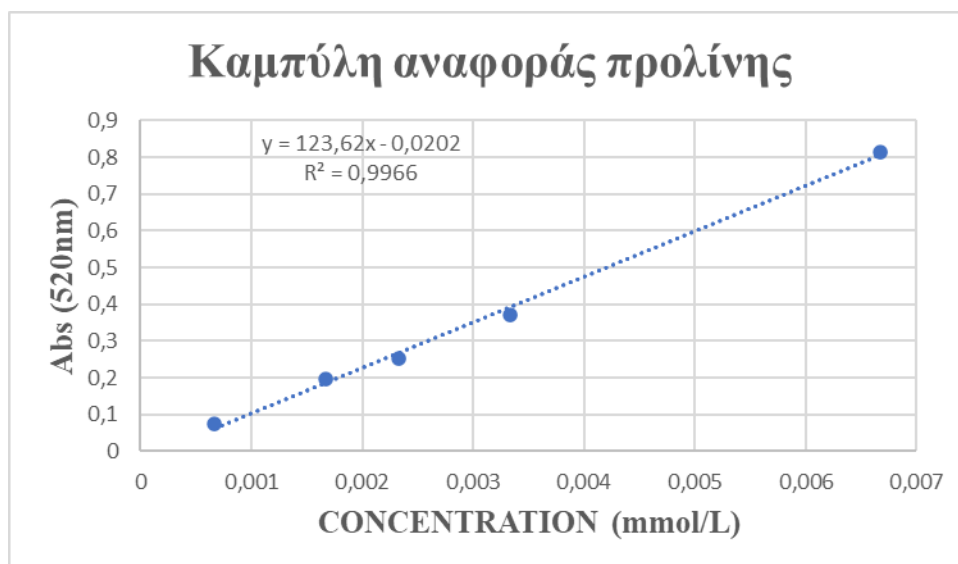
5.5.2. Προσδιορισμός προλίνης

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.2) παρασκευάστηκαν πρότυπα διαλύματα τα οποία κατεργάσθηκαν όπως και τα δείγματα (περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο) και στη συνέχεια μετρήθηκαν οι απορροφήσεις αυτών.

Πίνακας 5.2. Τιμές απορρόφησης προτύπων διαλυμάτων (η συγκέντρωση έχει διαιρεθεί δια 3) (προλίνης)

Conc. [mmol/L]	Abs (520nm)
0,000666667	0,0753
0,001666667	0,197
0,002333333	0,2537
0,003333333	0,3707
0,006666667	0,8156

Για την ποσοτικοποίηση της προλίνης χρησιμοποιήθηκε η καμπύλη αναφοράς με εξίσωση $y = 123,62x - 0,0202$ με $R^2 = 0,9966$, με τη μέθοδο που περιγράφεται στο πρωτόκολλο Carillo & Gibon (2011) με ορισμένες τροποποιήσεις (Διάγραμμα 5.2).



Διάγραμμα 5.2. Καμπύλη αναφοράς προλίνης

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης C_x των διαλυμάτων εκχύλισης της προλίνης από τα φύλλα τα οποία κατεργάσθηκαν όπως τα αντίστοιχα πρότυπα (βλ. παρασκευή διαλυμάτων μέτρησης), υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση της ληφθείσας καμπύλης αναφοράς. Στη συνέχεια από την υπολογιζόμενη συγκέντρωση C_x υπολογίζεται η ποσότητα mmol προλίνης που περιέχεται στον όγκο εκχύλισης (4 mL). Τα mmole προλίνης ανάγονται στη μάζα του φύλλου που εκχυλίστηκε και τελικά η συγκέντρωση στα δείγματα φύλλου υπολογίστηκε ως εξής:

$$\mu\text{mole προλίνης/g νωπού φύλλου} = C_x * V_{\text{εκχύλισης}} / \text{μάζα φύλλου}$$

6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6.1. Θερμοκήπιο

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2021 στο υαλόφρακτο, αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο το οποίο βρίσκεται στην πανεπιστημιούπολη των Κωστακίων Άρτας, του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Είναι αμφίρρικτο πολλαπλό, υαλόφρακτο, έχει έκταση 700 m² εκ των οποίων τα 100 m² είναι ο προθάλαμος (βοηθητικός χώρος) και τα 600 m² ο χώρος καλλιέργειας. Επίσης, υπάρχει σύστημα αυτόματης διαχείρισης της υδρολίπανσης, της ανακύκλωσης των απορροών και του κλίματος, όπως και κεντρικό σύστημα θέρμανσης

6.2. Υποστρώματα

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος ήταν η τύρφη, ο περλίτης και το οργανικό κομπόστ.

6.2.1. Τύρφη

Η τύρφη χαρακτηρίζεται ως η οργανική ύλη η οποία προέρχεται από την αποσύνθεση υδρόφοβων υλικών όταν επικρατούν συνθήκες χαμηλού οξυγόνου (Εικόνα 6.1). Όσον αφορά την σύστασή της, αυτή περιλαμβάνει υψηλά επίπεδα υδρογόνου και άνθρακα, ενώ η ποσότητα οξυγόνου είναι ελάχιστη, γεγονός που την καθιστά αδιάβροχη και ιδανική για αποθήκευση νερού. Σύμφωνα με την ιστορία, τα πρώτα ευρήματα τύρφης χρονολογούνται περίπου 10.000 χρόνια πριν, για χρήσεις όπως η θερμομόνωση κατοικιών.

Στον τομέα της γεωργίας, η τύρφη αποτελεί απαραίτητο υλικό, δεδομένης της χρήσης της ως υπόστρωμα διαφόρων καλλιεργειών (Kibazohi, 2004).



Εικόνα 6.1. Τύρφη (Πηγή: <https://pylinews.gr/τύρφη-πολύτιμο-συστατικό-στην-καλλιέ/>)

6.2.2. Περλίτης

Ο περλίτης είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται σε διάφορες καλλιέργειες και στο αμπέλι. Χαρακτηρίζεται ως ένα ελαφρύ, πορώδες υλικό (Εικόνα 6.2) το οποίο προέρχεται από τη φυσική πυρίτιδα και εφαρμόζεται για τη βελτίωση της αποστράγγισης του εδάφους, καθώς και για τον καλύτερο αερισμό των ριζών. Η χρήση του βοηθά να διατηρηθεί η υγρασία και η θερμοκρασία του εδάφους ενώ παράλληλα εμποδίζει την υπερθέρμανση των ριζών και προστατεύει τις φυτικές ρίζες από το κρύο του χειμώνα. Επιπρόσθετα, ο περλίτης ενδείκνυται για εφαρμογή σε καλλιέργειες αμπέλου όπου η ποσότητα νερού είναι ρυθμιζόμενη λόγω της ανθεκτικότητας που εμφανίζει στις υδατοκαλλιέργειες (Kibazohi, 2004).



Εικόνα 6.2. Περλίτης (Πηγή: <https://www.mineralsa.gr/περλίτης/>)

6.2.3. Κομπόστ

Η έννοια του οργανικού κομπόστ άρχισε να αναπτύσσεται στις αρχές του 20ου αιώνα. Αποτελείται από φυσικά υλικά, όπως φύλλα, άχυρο, κομμένη χλόη, φρούτα και λαχανικά τα οποία υπόκεινται σε διαδικασία, αναπτύσσοντας ένα πλούσιο οργανικό υπόστρωμα. Το οργανικό κομπόστ βελτιώνει τη δομή του εδάφους, τον αερισμό, την υδατοϊκανότητα και την ενεργητικότητα των μικροοργανισμών, ενισχύοντας έτσι την «υγεία» του εδάφους, προωθώντας τη φυσική ανάπτυξη των φυτών χωρίς τη χρήση χημικών λιπασμάτων ή φυτοφαρμάκων (Sayara, *et al.*, 2020).

Το οργανικό κομπόστ (Εικόνα 6.3) που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα αποτελούνταν από φρέσκα και ξηρά υπολείμματα κορυφολογήματος και κλαδέματος αμπελώνων και από οινολάσπες κόκκινων αμπελιών, λόγω των φαινολικών ενώσεων που βρίσκονται σε περίσσεια σε αυτές. Και τα δύο αυτά υλικά προμηθεύτηκαν από το χωριό Ζίτσα του Νομού Ιωαννίνων της Περιφέρειας Ηπείρου. Η διαδικασία της κομποστοποίησης πραγματοποιήθηκε σε αυτοσχέδιους κομποστοποιητές με αυτοεξαερισμό και διήρκεσε 75 ημέρες.

Η αναλογία άνθρακα:άζωτο (C:N) = 10:1 στο κομπόστ επιτεύχθηκε με την προσθήκη συμπληρώματος αζώτου (νιτρική αμμωνία 33,5%) και η ποσότητα της προστιθέμενης ακατέργαστης οινολάσπης ήταν 2,9% στο μίγμα του κομπόστ (Lampraki, *et al.*, 2021).



Εικόνα 6.3. Οργανικό κομπόστ από υπολείμματα αμπέλου

6.3. Μεταχειρίσεις πειράματος

Στις μεταχειρίσεις του πειράματος ως εδαφοβελτιωτικό υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε μίγμα τύρφης και περλίτη 1:1 με προσθήκη 10% οργανικού κομπόστ (από καλλιεργητικά υπολείμματα αμπελώνων) και 2,9% ατροποποιητή οινολάσπη (χωρίς ενζυμική τροποποίηση για μείωση των φαινολικών ουσιών). Το πείραμα στις γλάστρες διήρκεσε 60 ημέρες και σε καμία από τις μεταχειρίσεις δεν προστέθηκε κάποιου είδους λίπασμα. Στα δενδρύλλια εφαρμόστηκε τακτική άρδευση στο 100% της ETc (ποσοστό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας), ενώ στην μεταχείριση με την ελλειμματική άρδευση εφαρμόστηκε άρδευση στο 85% της ETc.

Ο πειραματικός σχεδιασμός στους πάγκους ήταν πλήρως τυχαιοποιημένος με 3 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις ανά μεταχείριση σε σύνολο 27 φυτών σε γλάστρες 7 λίτρων. Η 1^η μεταχείριση αφορούσε τα φυτά του μάρτυρα (Μ) σε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 χωρίς προσθήκη κομπόστ, η 2^η μεταχείριση φυτά σε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και προσθήκη 10% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε και 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ) και σε συνθήκες πλήρους άρδευσης και η 3^η μεταχείριση φυτά σε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και προσθήκη 10% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ). Όλες οι επαναλήψεις των μεταχειρίσεων αποτελούνταν από 3 φυτά, ήτοι συνολικά 9 φυτά ανά μεταχείριση (Πίνακας 6.1 και 6.2).

Πίνακας 6.1: Μεταχειρίσεις πειράματος

A/A	Μεταχειρίσεις	Κωδικός	Αρ. φυτών	Επαναλήψεις	Σύνολο φυτών
1	Μάρτυρας (μίγμα τύρφη - περλίτη 1:1)	Μ	3	3	9
2	Μίγμα ΤΠ + Κομπόστ 10% με αναλογία C/N 10:1 + Οινολάσπη Ατροποποίητη 2,9%	ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ	3	3	9
3	Μίγμα ΤΠ + Κομπόστ 10% με αναλογία C/N 10:1 + Οινολάσπη Ατροποποίητη 2,9% σε συνθήκες Ελλειμματικής Άρδευσης	ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ	3	3	9
Σύνολο φυτών					27

Πίνακας 6.2: Τυχαιοποιημένος Σχεδιασμός του πειράματος στους πάγκους

M/3		ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ/3	3ος πάγκος
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/3			
		ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/2	2ος πάγκος
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ/2		M/2	
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/1		ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ/1	1ος πάγκος
M/1			

6.4. Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν φυτά αμπέλου ποικιλίας Debina τα οποία ήταν ήδη φυτεμένα σε σακούλες φυτωρίου ηλικίας περίπου ενός έτους και εμβολιασμένα σε υποκείμενο 110R (Εικόνα 6.4). Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες των 7L (Εικόνα 6.5) και για περίπου 1 εβδομάδα παρέμειναν στον σκιασμένο προθάλαμο του θερμοκηπίου, για τον καλύτερο εγκλιματισμό τους στις συνθήκες του θερμοκηπίου, μετά τη μεταφορά τους στους πάγκους. Αφού έγινε η εγκατάσταση των φυτών στις τυχαιοποιημένες θέσεις στους πάγκους (Εικόνα 6.6), βάση του πειραματικού σχεδιασμού, τα φυτά κλαδεύτηκαν και υποστυλώθηκαν με τη χρήση δετικού φυτών σε σπάγκους τα οποία είχαν δεθεί κατακόρυφα από τα οριζόντια σύρματα στήριξης του θερμοκηπίου.



Εικόνα 6.4. Φύτευση γυμνόριζων φυτών ποικιλίας Ντεμπίνα (28-5-2021)



Εικόνα 6.5. Μεταφύτευση φυτών αμπέλου σε γλάστρες των 7 L



Εικόνα 6.6. Εγκατάσταση φυτών αμπέλου στους πάγκους του θερμοκηπίου

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

7.1. Αποτελέσματα μετρήσεων στο αμπέλι

7.1.1. Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης

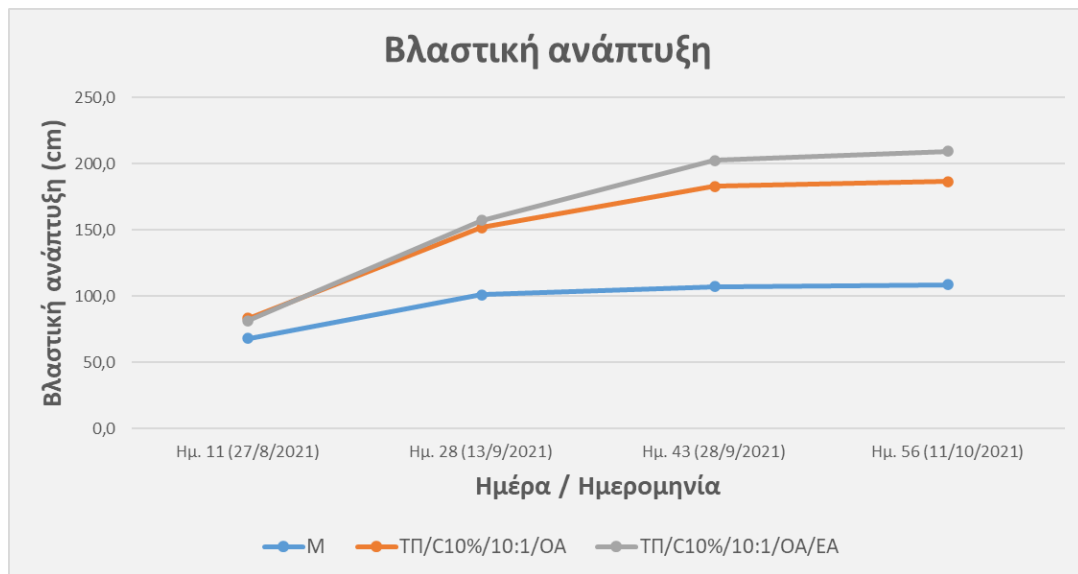
Τη μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη στο τέλος του πειράματος, σε σχέση με το μάρτυρα, είχε η μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 με 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποϊήτη, σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ) με μέση αθροιστική τιμή μήκους 209,3 cm, όπως μετρήθηκε στην τελευταία δειγματοληψία στις 11/10/2021 (56 ημέρες από την έναρξη του πειράματος).

Μεγάλη βλαστική ανάπτυξη σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα, παρατηρήθηκε και στην μεταχείριση των φυτών σε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποϊήτη (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ) σε συνθήκες πλήρους άρδευσης, με αντίστοιχη τιμή 186,6 cm.

Τη μικρότερη βλαστική ανάπτυξη είχαν όπως αναμενόταν τα φυτά του μάρτυρα (M) σε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1, με τιμή συνολικού μόλις 108,6 cm (Πίνακας 7.1 και Διάγραμμα 7.1).

Πίνακας 7.1. Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm)

	1η μέτρηση	2η μέτρηση	3η μέτρηση	4η μέτρηση
Ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος	Ημ. 11 (27/8/2021)	Ημ. 28 (13/9/2021)	Ημ. 43 (28/9/2021)	Ημ. 56 (11/10/2021)
M	68,2	101,0	107,4	108,6
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ	83,4	151,7	182,9	186,6
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ	81,6	157,4	202,6	209,3



Διάγραμμα 7.1. Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm)

7.1.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους

7.1.2.1. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών

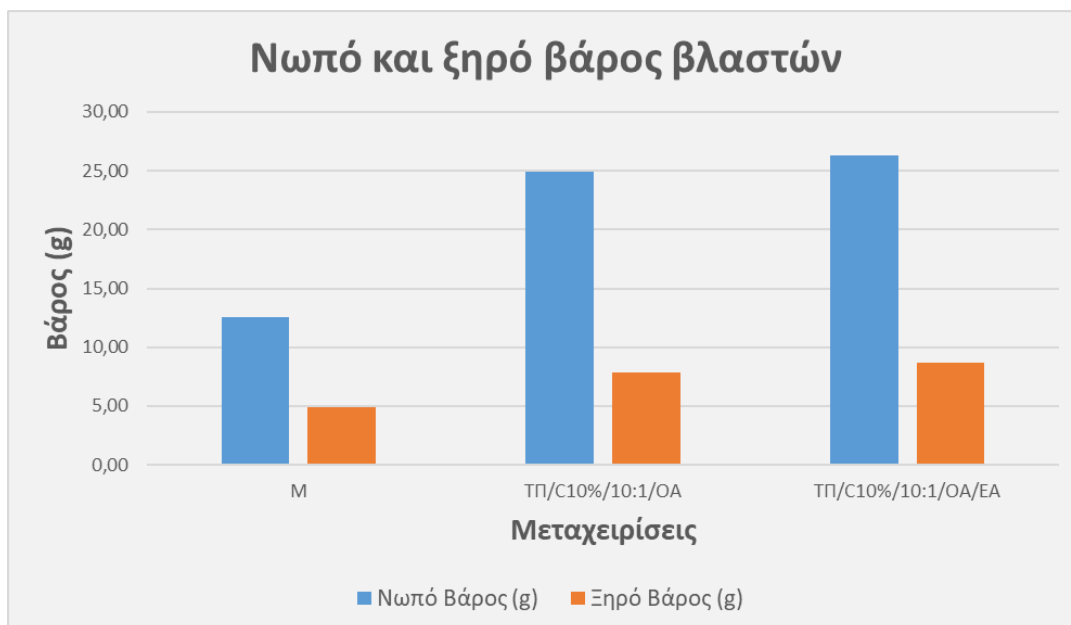
Το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος στους βλαστούς, σε σχέση με τον μάρτυρα, είχε η μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 με 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ) με μέσες τιμές 26,35 g και 8,66 g, αντίστοιχα.

Υψηλές τιμές σε νωπό και ξηρό βάρος στους βλαστούς σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα μετρήθηκαν και στα φυτά της μεταχείρισης με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1, 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη σε συνθήκες πλήρους άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ) με τιμές 24,91 g και 7,83 g, αντίστοιχα.

Το μικρότερο νωπό και ξηρό βάρος στους βλαστούς είχε η μεταχείριση του μάρτυρα με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) με τιμές μόλις 12,52 g και 4,94 g, αντίστοιχα (Πίνακας 7.2 και Διάγραμμα 7.2).

Πίνακας 7.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών

Μεταχειρίσεις	Νωπό Βάρος (g)	Ξηρό Βάρος (g)
M	12,52	4,94
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ	24,91	7,83
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ	26,35	8,66



Διάγραμμα 7.2. Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών

7.2. Χημικές αναλύσεις σε φύλλα αμπέλου

7.2.1. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Η μέτρηση της ποσότητας των ολικών φαινολικών σε φύλλα φυτών αμπέλου στις μεταχειρίσεις του πειράματος πραγματοποιήθηκε σε δείγματα που ελήφθησαν την 43η και 57η ημέρα από την έναρξή του και υπολογίστηκε σε mg GAE/g ξηρού βάρους φύλλου. Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών μεταξύ των μεταχειρίσεων και μεταξύ των μετρήσεων κυμάνθηκε σε τιμές από 15,97 έως 87,22 mg GAE/g ξηρού βάρους φύλλου.

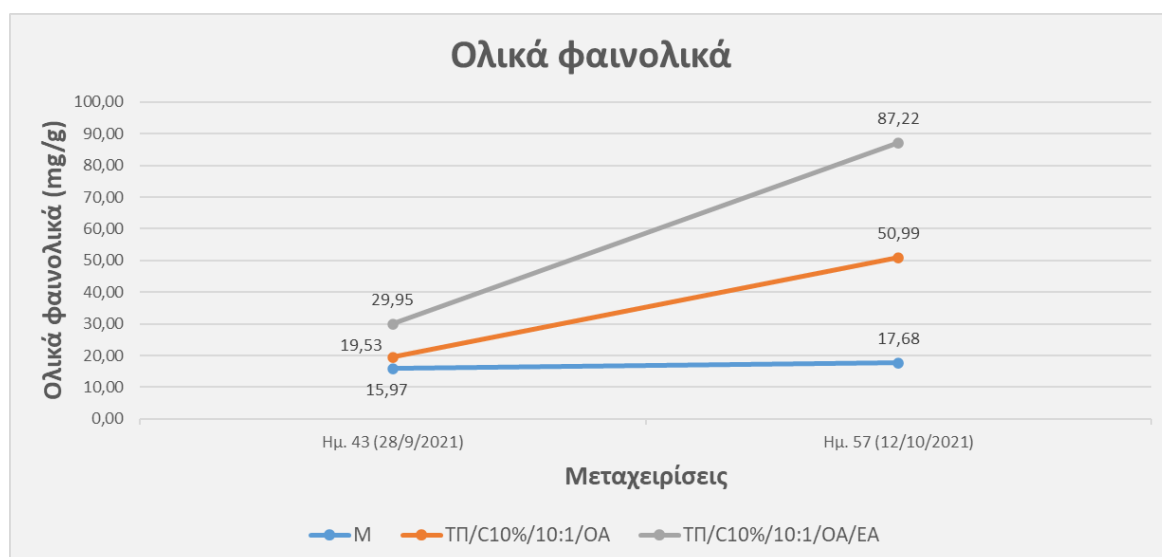
Στην τελευταία δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε με την ολοκλήρωση του πειράματος (57η ημέρα) η υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών παρατηρήθηκε στην μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη (1:1) με 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/OA/EA) με μέση τιμή 87,22 mg GAE/g ξηρού βάρους φύλλου. Υψηλά επίπεδα συγκεντρώσεων σε ολικά φαινολικά μετρήθηκαν όμως και στην μεταχείριση των φυτών σε μίγμα τύρφης και περλίτη (1:1), 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποίητη, σε συνθήκες πλήρους άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/OA) με μέση τιμή 50,99 mg GAE/g ξηρού βάρους φύλλου.

Την χαμηλότερη συγκέντρωση σε ολικά φαινολικά έδωσε όπως αναμενόταν η μεταχείριση με τα φυτά του μάρτυρα σε μίγμα τύρφης και περλίτη (1:1) με αντίστοιχη τιμή μόλις 17,68 mg GAE/g.

Οι αυξημένες τιμές των ολικών φαινολικών σε φύλλα αμπέλου που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος ιδιαίτερα στη μεταχείριση με ελλειμματική άρδευση (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ) φανερώνουν ότι τα φυτά αντέδρασαν εμφανώς σε μεταβολικό επίπεδο, αυξάνοντας τα επίπεδα των ολικών φαινολικών στην υδατική καταπόνηση που υπέστησαν λόγω της εφαρμοζόμενης ελλειμματικής άρδευσης (Πίνακας 7.5 και Διάγραμμα 7.5).

Πίνακας 7.3. Μετρήσεις των ολικών φαινολικών (mg GAE/g ξηρού φύλλου) στις μεταχειρίσεις

	1η μέτρηση	2η μέτρηση
Μεταχειρίσεις	Ημ. 43 (28/9/2021)	Ημ. 57 (12/10/2021)
Μ	15,97	17,68
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ	19,53	50,99
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ	29,95	87,22



Διάγραμμα 7.3. Διακύμανση των επιπέδων των ολικών φαινολικών (mg GAE/g ξηρού φύλλου) στις μεταχειρίσεις

7.2.2. Προσδιορισμός προλίνης

Η μέτρηση της ποσότητας της προλίνης σε φύλλα φυτών αμπέλου πραγματοποιήθηκε την 43η και 57η ημέρα του πειράματος. Τα επίπεδα συγκέντρωσης της προλίνης μεταξύ των μεταχειρίσεων και μεταξύ των δύο μετρήσεων κυμάνθηκαν από 0,09 έως 0,15 $\mu\text{mol g}^{-1}$.

Στην τελευταία δειγματοληψία με την ολοκλήρωση του πειράματος (57η ημέρα) η υψηλότερη συγκέντρωση προλίνης μετρήθηκε στην μεταχείριση των φυτών σε μίγμα τύρφης και περλίτη (1:1), 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποίηση σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ) με μέση τιμή 0,14 $\mu\text{mol g}^{-1}$. Υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης προλίνης μετρήθηκαν και στην μεταχείριση των φυτών σε μίγμα τύρφης και

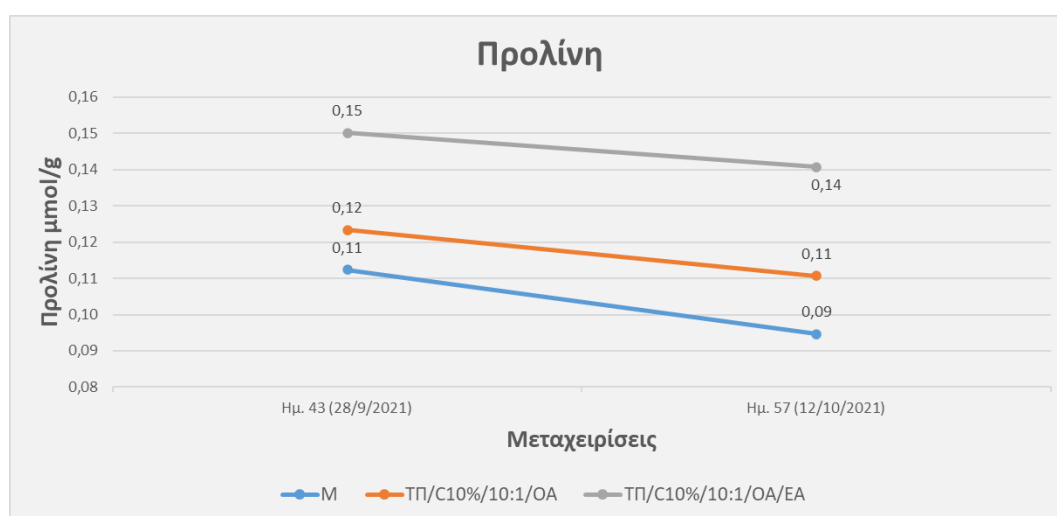
περλίτη (1:1), 10% κομπόστ και 2,9% οινολάσπη ατροποποιητή σε συνθήκες πλήρους άρδευσης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ) με μέση τιμή 0,11 $\mu\text{mol g}^{-1}$.

Τέλος, τα χαμηλότερα επίπεδα προλίνης μετρήθηκαν στην μεταχείριση με τα φυτά του μάρτυρα σε μίγμα τύρφης και περλίτη (1:1) με τιμή 0,09 $\mu\text{mol g}^{-1}$.

Αν και υπήρξε μια μικρή μείωση στις τιμές της προλίνης σε όλες τις μεταχειρίσεις μεταξύ της 1ης και της 2ης μέτρησης, οι σχετικά αυξημένες τιμές της προλίνης στην τελική στα φυτά της μεταχείρισης ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ επιβεβαιώνουν το στρες που αυτά υπέστησαν από την υδατική καταπόνηση λόγω της εφαρμοζόμενης ελλειμματικής άρδευσης (Πίνακας 7.6 και Διάγραμμα 7.6). Τα πειραματικά αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου αναφέρεται θετική συσχέτιση ανάμεσα στη συσσώρευση προλίνης στους ιστούς και στην υδατική καταπόνηση των φυτών (Hayat, et al., 2012). Αυξήσεις των τιμών προλίνης έχουν αναφερθεί συγκεκριμένα και σε φύλλα του είδους *Vitis vinifera* σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης αλλά και σε καταπόνηση μέσω υπεροξειδίου του υδρογόνου (Ju et al., 2018; Ozden et al., 2009)

Πίνακας 7.4. Μετρήσεις των επιπέδων προλίνης ($\mu\text{mol/g}$ νωπού φύλλου) στις μεταχειρίσεις του πειράματος

	1η μέτρηση	2η μέτρηση
Μεταχειρίσεις	Ημ. 43 (28/9/2021)	Ημ. 57 (12/10/2021)
Μ	0,11	0,09
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ	0,12	0,11
ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ	0,15	0,14



Διάγραμμα 7.4. Διακύμανση των επιπέδων προλίνης ($\mu\text{mol/g}$) στις μεταχειρίσεις

7.3. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκαν επιτυχώς αναλυτικά πρωτόκολλα μεθόδων προσδιορισμού της προλίνης και των ολικών φαινολικών σε δείγματα φύλλων αμπέλου ποικιλίας Ντεμπίνα σε γλάστρες, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια.

Οι χημικές αναλύσεις της προλίνης και των ολικών φαινολικών στα φυτά αμπέλου αφορούσαν επιπλέον και σε αξιολόγηση πιθανής συσχέτισης των συγκεντρώσεών τους με τις εφαρμοζόμενες μεταχειρίσεις του πειράματος.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα των χημικών μετρήσεων έδειξαν ότι σε καλλιέργεια φυτών αμπέλου σε γλάστρες σε υπόστρωμα τύρφη – περλίτη (1:1) με προσθήκη οργανικού κομπόστ 10% προερχόμενο από καλλιεργητικά υπολείμματα και οινολάσπης 2,9% , υπήρξε θετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, είτε εφαρμόστηκαν συνθήκες πλήρους είτε ελλειμματικής άρδευσης, σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα που ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε μόνο τύρφη – περλίτης (1:1) σε συνθήκες πλήρους άρδευσης. Και στις δύο μεταχειρίσεις όπου έγινε προσθήκη του κομπόστ και της οινολάσπης (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ και ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ), οι μέσες αθροιστικές τιμές στη βλαστική ανάπτυξη και στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών στο τέλος του πειράματος ήταν εμφανώς πολύ υψηλότερες σε σχέση με τον μάρτυρα, χωρίς ωστόσο να έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η προσθήκη επομένως οργανικών υλικών (καλλιεργητικών υπολειμμάτων και οινολάσπης) στο υπόστρωμα καλλιέργειας φαίνεται ότι επιδρά θετικά και μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική μορφή λίπανσης των φυτών. Εξίσου σημαντικό είναι το εύρημα ότι η ελλειμματική άρδευση που εφαρμόστηκε δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών αμπέλου και αυτό πιθανόν οφείλεται στο αντιστάθμισμα που προκύπτει από το όφελος στη διαχείριση του νερού που έχει η προσθήκη οργανικής ουσίας.

Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων της προλίνης και των ολικών φαινολικών που μετρήθηκαν σε δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος στις εφαρμοζόμενες μεταχειρίσεις, έδειξαν υψηλότερα επίπεδα κυρίως στα φυτά που εφαρμόστηκε ελλειμματική άρδευση. Αυτό σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, που έχει αναφερθεί παραπάνω, επιβεβαιώνει, αφενός την ορθότητα των εφαρμοζόμενων αναλυτικών πρωτοκόλλων, αφετέρου την εμφανή υδατική καταπόνηση που υπέστησαν τα φυτά της μεταχείρισης με ελλειμματική άρδευση (ΤΠ/С10%/10:1/ΟΑ/ΕΑ), το οποίο ήταν αναμενόμενο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Carillo, P., and Gibon, Y., (2011). PROTOCOL: Extraction and determination of proline. Available online: https://www.researchgate.net/publication/211353600_PROTOCOL_Extraction_and_determination_of_proline. Accessed: 14/1/2024.

Coombe, B., G., (1987). Influence of Temperature on Composition and Quality of Grapes. *Acta Horticulturae*. Doi: 10.17660/ActaHortic.1987.206.1.

Csonka, L., N., and Leisinger, T., (2007). Biosynthesis of Proline. *Eco. Sal Plus*. 2(2). Doi: org/10.1128/ecosalplus.3.6.1.4.

Dávila, I., Robles, E., Egüés, I., Labidi, J., and Gullón, P., (2017). The Biorefinery Concept for the Industrial Valorization of Grape Processing By-Products. *Handbook of Grape Processing By-Products*. 29-53. Elsevier. Doi: org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00002-8.

Delauney, A., J., and Verma, D., P., S., (1993). Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *The Plant Journal*. 4(2), 215-223. Doi: org/10.1046/j.1365-313X.1993.04020215.x.

Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M., N., Wani, A., S., Pichtel, J., and Ahmad, A., (2012). Role of proline under changing environments: a review. 7 (11), 1456-1466. Doi.org/10.4161/psb.21949.

Hofmann, J., B., Kopfer, P., and Werner, A., (2003). *Αμπελουργία: βιολογική καλλιέργεια*. Εκδόσεις: Ψύχαλος. Αθήνα.

Hollman, P., C., H., Katan, M., B., (1999). Dietary flavonoids: Intake, health effects and bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*. 37: 937-942. Doi: org/10.1016/S0278-6915(99)00079-4.

Jara-Palacios, M., J., (2019). Wine Lees as a Source of Antioxidant Compounds. *Antioxidants*. 8(2), 45. Doi: org/10.3390/antiox8020045.

Ju YL, Yue XF, Zhao XF, Zhao H, Fang YL., (2018). Physiological, micro-morphological and metabolomic analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf of plants under water stress. *Plant Physiol Biochem.*;130:501-510. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.07.036.

Katalinić, V., Generalić, I., Skroza, D., Ljubenković, I., Teskera, A., Konta, I., and Boban, M., (2009). Insight in the phenolic composition and antioxidative properties of *Vitis vinifera* leaves extracts. *Croat. J. Food Sci. Technol*, 1(2), pp. 7-15.

Keller, M., (2010). Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Aust. J. Grape Wine Res.* 16, 56-69. Doi: [org/10.1111/j.1755-0238.2009.00077.x](https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2009.00077.x).

Kibazohi, O., Yun, S., I., and Anderson, W., A., (2004). Removal of Hexane in Biofilters Packed with Perlite and a Peat–Perlite Mixture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology.* 20, 337–343. Doi: [org/10.1023/B:WIBI.0000033054.15023.71](https://doi.org/10.1023/B:WIBI.0000033054.15023.71).

Koc, Y., E., Aycaan, M., and Mitsui, T., (2024). Self-Defense Mechanism in Rice to Salinity: Proline. *J.* 7(1):103-115. Doi: [org/10.3390/j7010006](https://doi.org/10.3390/j7010006).

Lampraki, E., Baltzoi, P., Patakioutas, G., Tsirogiannis, I., Mantzos, N., Kyrkas, D., Hela, D., Malamos, N., and Gizas, G., (2021). Properties of organic compost from vineyard pruning residues and wine lees and evaluation when used in substrates for grapevine saplings under various irrigation treatments. *ISHS Acta Horticulturae.* Doi: [10.17660/ActaHortic.2023.1375.1](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1375.1).

Lovisol, C., Hartung, W., Schubert, A., (2002). Whole plant hydraulic conductance and root-to-shoot flow of abscisic acid are independently affected by water stress in grapevines. *Funct. Plant Biol.* 29 (11), 1349-1356.

McGovern, P., (2003). *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture.* Princeton University Press. Princeton, NJ, USA.

Morrison, J., C., (1991). Bud development in *Vitis vinifera* L. *Botanical Gazette,* 152(3):304-315.

Mullins, M., G., Bouquet, A., and Williams L., E., (1992). *Biology of the grapevine.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Ozden, Mustafa, Ufuk Demirel and Abdullah Kahraman (2009).. “Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂. *Scientia Horticulturae* 119: 163-168.

Pachón., E., R., Mandade., P., and Gnansounou., E., (2020). Conversion of vine shoots into bioethanol and chemicals: Prospective LCA of biorefinery concept. *Bioresource Technology* 303(5):122946. Doi: [10.1016/j.biortech.2020.122946](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122946).

Pérez-Serradilla, J., A., and Luque de Castro, M., D., (2011). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. *Food Chemistry,* 124(4), pp. 1652–1659. Doi: [10.1016/j.foodchem.2010.07.046](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.046).

Pérez-Serradilla, J., A., Luque de Castro, M., D., (2008). Role of lees in wine production: A review. *Food Chem.* 111, 447–456. Doi: [org/10.1016/j.foodchem.2008.04.019](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.019).

Rani, J., Indrajeet, Rautela, A., and Kumar, S., (2020). Biovalorization of winery industry waste to produce value-added products. In *Biovalorisation of Wastes to Renewable Chemicals and Biofuels* (pp. 63–85). Elsevier. Doi: [org/10.1016/B978-0-12-817951-2.00004-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817951-2.00004-3).

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., and Dubourdieu, D., (Eds.). (2006). *Handbook of enology, volume 2: the chemistry of wine-stabilization and treatments* (Vol. 2). John Wiley & Sons.

Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., Sánchez, A., (2020). Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Agronomy.* 10(11):1838. Doi.org/10.3390/agronomy10111838.

Scalbert, A., and Williamson, G., (2000). Dietary Intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition.* Vol. 130, 2073S-2085S. Doi: [org/10.1093/jn/130.8.2073S](https://doi.org/10.1093/jn/130.8.2073S).

Signorelli, S., Coitiño, E. L., Borsani, O., & Monza, J. (2013). Molecular Mechanisms for the Reaction Between •OH Radicals and Proline: Insights on the Role as Reactive Oxygen Species Scavenger in Plant Stress. *The Journal of Physical Chemistry B*, 118(1), 37–47. doi:10.1021/jp407773u

Smith, R., Bettiga, L., Cahn, M., Baumgartner., K., Jackson, L., E., and Bensen, T., (2008). Vineyard floor management affects soil, plant nutrition, and grape yield and quality. *California Agriculture* 62(4):184-190. Doi: [10.3733/ca.v062n04p184](https://doi.org/10.3733/ca.v062n04p184).

Tsao, R., (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients.* 2(12): 1231-1246. Doi: [org/10.3390/nu2121231](https://doi.org/10.3390/nu2121231).

Zhang, H., and Tsao, R., (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science.* Elsevier. 8, 33-42.

Βλάχος, Μ., Β., (1995). Σημειώσεις Μαθήματος Αμπελουργία ΙΙΙ, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ), (2017). Ταξινόμηση οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου και ποικιλιών σταφιδοποιίας με αριθμό 2919/95506/2017 ΦΕΚ 3276/Β/18-9-2017. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/ampelourgia-oinopoiese-oinos/koine-upourgike-apophase-2919-95506-2017.html>. Προσπελάστηκε: 15/1/2024.

Λογοθέτης, Β., (1975). Συμβολή της αμπέλου και του οίνου εις τον πολιτισμό της Ελλάδος και της Ανατολικής Μεσογείου. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

Νικολάου, Α., Ν., (2005). Γενική Αμπελουργία. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Νικολάου, Α., Ν., (2020). Αμπελουργία. 3η έκδοση. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Νταβίδης, Ο., Ξ., (1977). Ελληνική Αμπελολογία. Τόμος Α΄. Στοιχεία Γενικής Αμπελουργίας, Αθήνα.

Σουφλερός, Ε., (1997). Οινολογία - Επιστήμη και Τεχνογνωσία, Τεύχος 2ο, Θεσσαλονίκη.

Σταυρακάκης, Μ., Ν., (1990). Αμπελουργία II, Θέματα Αμπελογραφίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Σταυρακάκης, Μ., Ν., (2019). Αμπελουργία. Εκδόσεις: Έμβρυο, Αθήνα.

Σταυρακάκης, Μ., Συμίνης, Χ., Μπινιάρη, Κ., Σωτηρόπουλος Γ., (2000). Αμπελουργία. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΥΠ.Ε.Π.Θ, Αθήνα.

Σταύρακας, Δ., Ε., (1998). Μαθήματα Αμπελογραφίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Φωτογραφιών:

Γεωπονικό Κέντρο Κήπου. <https://www.geoponiko-kentro.gr/ampeli-spiti/>

Important Structures and Features of Grapevines. <https://lodigrowers.com/important-structures-features-of-grapevines/>

Μανδηλαριά. <https://www.oenosco.com/el/wiki/varieties/mandilaria>

Wine Growing in a Changing Climate: Irrigation Must Change Too. <https://mazeros.com/wine-growing-in-a-changing-climate-irrigation-must-change-too/>

Εγκεντρισμός. https://www.erosmykonos.gr/?page_id=232

Μέθοδοι εμβολιασμού. <https://giannisargyros.blogspot.com/201>

Κλάδεμα. <https://www.talcasv.com/?path=page/ggitem&ggpid=2700865>

Χειμερινό κλάδεμα Μέρος Β' - Κλάδεμα Διαμόρφωσης για οπωροφόρα, ελιά & αμπέλι <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/377-xeimerino-kladema-diamorfosis-gia-oporofora-elia-kai-ampeli>

Ευδεμίδα του αμπελιού. <https://www.agrocapital.gr/kalliergies/89706/eydemida-ampeliou>

Θρίπες στο Αμπέλι: Προκαλούν οικονομικής σημασίας ζημιές. <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostantasia/item/1472-thripes-sto-ampeli-prokaloun-oikonomikis-simasias-zimies>

Phylloxera Management Resources <https://wine.wsu.edu/extension/pest-management/phyllloxera/>

Πρώτες επεμβάσεις στα Αμπέλια για οίδιο, φόμοψη, θρίπες, ακάρεα <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostantasia/item/1924-prot-es-epemvaseis-sta-ampelia-gia-oidio-fomopsi-thripes-akarea>

Αντιμετώπιση του περονόσπορου σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις και υγρασία. <https://winetrails.gr/antimetwpi-sh-tou-peronosporou-se-per/10615/>

<https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytopros>

<https://www.e-geoponoi.gr/index.php/mega-2/core-features-3/social>

ΙΣΚΑ: Μία από τις πιο σοβαρές ασθένειες του αμπελιού και οφείλεται σε σύμπλοκο μυκήτων. <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/fytoprostatia/item/2541-iska-mia-apo-tis-pio-sovares-astheneies-tou-ampeliou-kai-ofeiletai-se-symploko-mykiton>

Φαινόλη. <https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόλη>

Ανθοκυανίνες. <https://gkelanto.gr/index.php/encyclo/inside/anthokuanines>

Ταννίνη. <https://el.wikipedia.org/wiki/Ταννίνη>

Τύρφη πολύτιμο συστατικό στην καλλιέργεια του κήπου. <https://pylinews.gr/τύρφη-πολύτιμο-συστατικό-στην-καλλιέ/>

ΜΙΝΕΡΑΛ Α.Ε. ΠΕΡΛΙΤΗΣ <https://www.mineralsa.gr/περλίτης/>

